

**UNIVERSIDAD NACIONAL DEL CALLAO**

**FACULTAD DE INGENIERÍA AMBIENTAL Y DE RECURSOS  
NATURALES**

**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AMBIENTAL Y DE  
RECURSOS NATURALES**



**“EFLUENTES DE LA MINA BUENAVENTURA Y LOS  
EFECTOS EN LA CALIDAD DEL AGUA, MACROBENTOS Y  
COMUNIDAD PLANCTONICA DE LA LAGUNA AÑILCOCHA  
OYÓN, 2022”**

**TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE  
INGENIERO AMBIENTAL Y DE RECURSOS NATURALES**

**Bach. MARIA VANESSA ARENAS BUSTILLOS**

**ASESOR: DR. JORGE QUINTANILLA ALARCÓN**

**Callao, 2022**

**PERÚ**

A handwritten signature in blue ink, appearing to read "V. Arenas Bustillos".

A handwritten signature in black ink, appearing to read "J. Quintanilla Alarcón".





**UNIVERSIDAD NACIONAL DEL CALLAO**  
**FACULTAD DE INGENIERIA AMBIENTAL Y DE RECURSOS NATURALES**  
(Resolución N° 019-2021-CU del 20 de enero de 2021)



II CICLO TALLER DE TESIS

ANEXO 3

**ACTA N° 003-2022 DE SUSTENTACIÓN DE TESIS CON CICLO DE TESIS PARA LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO AMBIENTAL Y DE RECURSOS NATURALES.**

**LIBRO 01 FOLIO No. 29 ACTA N°003-2022 DE SUSTENTACIÓN DE TESIS CON CICLO DE TESIS PARA LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO AMBIENTAL Y DE RECURSOS NATURALES.**

A los 16 días del mes de julio del año 2022, siendo las 10:15 horas, se reunieron, en la sala meet: <https://meet.google.com/pdz-iucr-pbo>, el **JURADO DE SUSTENTACION DE TESIS** para la obtención del **TÍTULO profesional de Ingeniero Ambiental y de Recursos Naturales** de la **Facultad de Ingeniería Ambiental y de Recursos Naturales**, conformado por los siguientes docentes ordinarios de la **Universidad Nacional del Callao**:

<b>Mg. Edgar Zárate Sarapura</b>	<b>: Presidente</b>
<b>Ms.C. María Antonieta Gutiérrez Díaz</b>	<b>: Secretaria</b>
<b>Ing. Godofredo Teodoro León Ramírez</b>	<b>: Vocal</b>
<b>Dr. Jorge Quintanilla Alarcón</b>	<b>: Asesor</b>

Se dio inicio al acto de sustentación de la tesis de la Bachiller María Vanessa Arenas Bustillos, quien habiendo cumplido con los requisitos para optar el Título Profesional de Ingeniero Ambiental y de Recursos Naturales, sustentan la tesis titulada: **"EFLUENTES DE LA MINA BUENAVENTURA Y LOS EFECTOS EN LA CALIDAD DEL AGUA, MACROBENTOS Y COMUNIDAD PLANCTONICA DE LA LAGUNA AÑILCOCHA OYÓN, 2022"**, cumpliendo con la sustentación en acto público, de manera no presencial a través de la Plataforma Virtual, en cumplimiento de la declaración de emergencia adoptada por el Poder Ejecutivo para afrontar la pandemia del Covid19, a través del D.S. N° 044-2020-PCM y lo dispuesto en el DU N° 026-2020 y en concordancia con la Resolución del Consejo Directivo N°039-2020-SUNEDU-CD y la Resolución Viceministerial N° 085-2020-MINEDU, que aprueba las "Orientaciones para la continuidad del servicio educativo superior universitario";

Con el quórum reglamentario de ley, se dio inicio a la sustentación de conformidad con lo establecido por el Reglamento de Grados y Títulos vigente. Luego de la exposición, y la absolución de las preguntas formuladas por el Jurado y efectuadas las deliberaciones pertinentes, acordó: Dar por Aprobado con la escala de calificación cualitativa Muy bueno y calificación cuantitativa 17, la presente Tesis, conforme a lo dispuesto en el Art. 27 del Reglamento de Grados y Títulos de la UNAC, aprobado por Resolución de Consejo Universitario N° 099-2021-CU del 30 de junio de 2021.

Se dio por cerrada la Sesión a las 11:07 horas del día sábado 16 de julio del año en curso.

Presidente

Secretaria

Vocal

Asesor

## **DEDICATORIA**

La presente Tesis es dedicada al Señor Todopoderoso, Dueño de los Cielos y de la Tierra y a mis Padres que siempre me guiaron hacia el camino correcto basado en respeto, humildad, amor y sobre todo su apoyo incondicional; me siento eternamente agradecida por sus enseñanzas.

## **AGREDECIMIENTO**

A la Universidad Nacional del Callao y principalmente a la Facultad de Ingeniería Ambiental y de Recursos Naturales, A mi asesor: DR. JORGE QUINTANILLA ALARCÓN que me orientó en este importante proyecto y por los valiosos consejos para mi formación profesional.

## ÍNDICE

<b>DEDICATORIA</b>	<b>4</b>
<b>AGREDECIMIENTO</b>	<b>5</b>
<b>LISTA DE TABLAS</b>	<b>9</b>
<b>LISTA DE FIGURAS</b>	<b>10</b>
<b>RESUMEN</b>	<b>11</b>
<b>ABSTRACT</b>	<b>12</b>
<b>INTRODUCCIÓN</b>	<b>13</b>
<b>I. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA</b>	<b>14</b>
<b>1.1. Descripción de la realidad problemática</b>	<b>14</b>
<b>1.2. Formulación del problema</b>	<b>17</b>
1.2.1. Problema general	17
1.2.2. Problemas específicos	17
<b>1.3. Objetivos</b>	<b>17</b>
1.3.1. Objetivo general	17
1.3.2. Objetivos específicos	17
<b>1.4. Limitantes de la investigación</b>	<b>18</b>
1.4.1. Limitante teórica	18
1.4.2. Limitante espacial	18
1.4.3. Limitante temporal	18
<b>II. MARCO TEÓRICO</b>	<b>19</b>
<b>2.1. Antecedentes</b>	<b>19</b>
2.1.1. Antecedentes internacionales	19
2.1.2. Antecedentes Nacionales	22
<b>2.2. Bases teóricas</b>	<b>24</b>
2.2.1. Efluentes	24
a. Efluentes	24
b. Parámetros fisicoquímicos	25
c. Turbiedad	25
d. Oxígeno disuelto	26
e. Temperatura	26

2.2.2. Calidad del Agua por Macrobentos y Comunidad Planctónica .....	26
a. Calidad de Agua .....	26
b. Bentos (Macroinvertebrados) .....	28
c. Comunidad Planctónica .....	29
d. Zooplancton .....	29
e. Fitoplancton .....	29
f. Número de especies .....	30
g. Índice BMWP/Col .....	30
<b>2.3. Conceptual .....</b>	<b>31</b>
2.3.1. Indicadores .....	31
2.3.2. Lagunas .....	31
2.3.3. Densidad .....	31
2.3.4. Riqueza de Margalef .....	31
2.3.5. Efecto de la temperatura .....	32
2.3.6. Macroinvertebrados .....	32
2.3.7. Enfoque ecosistémico .....	32
2.3.8. Normativa legal .....	33
<b>2.4. Definición de términos básicos .....</b>	<b>34</b>
<b>III. HIPOTESIS Y VARIABLES .....</b>	<b>37</b>
<b>3.1. Hipótesis .....</b>	<b>37</b>
3.1.1. Hipótesis general .....	37
3.1.2. Hipótesis específica .....	37
<b>3.2. Definición conceptual de variables .....</b>	<b>37</b>
3.2.1. Operacionalización de variables .....	38
<b>IV. DISEÑO METODOLÓGICO .....</b>	<b>39</b>
<b>4.1. Tipo y diseño de investigación .....</b>	<b>39</b>
4.1.1. Tipo de investigación .....	39
4.1.2. Diseño de investigación .....	39
<b>4.2. Método de investigación .....</b>	<b>43</b>
<b>4.3. Población y muestra .....</b>	<b>44</b>
4.3.1. Población .....	44
4.3.2. Muestra .....	44
<b>4.4. Lugar de estudio y periodo desarrollado .....</b>	<b>44</b>

4.5. Técnicas e instrumentos para la recolección de la información.....	44
4.6. Análisis y procesamientos de datos .....	46
<b>V. RESULTADOS</b> .....	<b>47</b>
<b>5.1. Resultados Descriptivos</b> .....	<b>47</b>
5.1.1. Características fisicoquímicas de los efluentes de la mina Buenaventura del año 2017. 47	
5.1.2. Características de los Elementos inorgánicos de los efluentes de la mina Buenaventura del año 2017.....	48
5.1.3. Calidad del agua en la laguna Añilcocha, Oyón 2022 - Estándares de Calidad Ambiental – Categoría 3. ....	52
5.1.4. Características fisicoquímicas de la calidad del agua en la laguna Añilcocha. ....	53
5.1.5. Resultados de los Monitoreo de puntos de muestreo de elementos inorgánicos en la laguna Añilcocha. ....	57
5.1.6. Macrobentos y la comunidad planctónica en la laguna Añilcocha, Oyón 2022.....	60
5.1.7. Resultados descriptivos del monitoreo.....	65
<b>5.2. Resultados Inferenciales</b> .....	<b>66</b>
5.2.1. Prueba estadística de normalidad de residuales.....	66
5.2.2. Prueba Hipótesis estadística para efluentes de la mina buenaventura y calidad del agua en la laguna añilcocha oyón.....	68
5.2.3. Estadísticos de bondad en el efluente.....	70
5.2.4. Estadísticos de bondad en la calidad de agua .....	71
<b>VI. DISCUSIÓN DE RESULTADOS</b> .....	<b>73</b>
<b>6.1. Contrastación y demostración de la hipótesis con los resultados</b> .....	<b>73</b>
6.1.1. Contrastación con la hipótesis general.....	73
6.1.2. Contrastación con la hipótesis específica 1 .....	73
6.1.3. Contrastación con la hipótesis específica 2 .....	74
<b>6.2. Contrastación de los resultados con otros estudios similares</b> .....	<b>74</b>
6.2.1. Macrobentos y la comunidad planctónica en la laguna Añilcocha, Oyón mediante los efluentes de la mina Buenaventura afectan la calidad del agua.....	74
6.2.2. Macrobentos y la comunidad planctónica en la laguna Añilcocha, Oyón mediante las características fisicoquímicas de la calidad del agua. ....	74
6.2.3. Macrobentos y la comunidad planctónica en la laguna Añilcocha, Oyón mediante los elementos inorgánicos afectan la calidad del agua. ....	75
<b>6.3. Responsabilidad ética</b> .....	<b>75</b>



<b>CONCLUSIONES</b>	<b>76</b>
<b>RECOMENDACIONES</b>	<b>78</b>
<b>REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS</b>	<b>79</b>
<b>ANEXOS</b>	<b>86</b>

## LISTA DE TABLAS

Tabla 1 Límites máximos permisibles para descargar de efluentes mineros.....	25
Tabla 2 Ejemplos de invertebrados acuáticos alterados.....	28
Tabla 3 Índice de BMWP/ Col.....	30
Tabla 4 Definición conceptual de las variables .....	37
Tabla 5 Definición operacional de las variables .....	38
Tabla 6 Técnicas analíticas e instrumentos .....	45
Tabla 7 Resultados de monitoreo de pH.....	47
Tabla 8 Resultados de monitoreo de As .....	48
Tabla 9 Resultados de monitoreo de Pb.....	50
Tabla 10 Resultados de monitoreo de Cd.....	51
Tabla 11 Resultados de monitoreo .....	52
Tabla 12 Resultados de los Macrobentos.....	60
Tabla 13 Clasificación de calidad del agua mediante el Índice BMWP/COL....	62
Tabla 14 Resultados descriptivos experimentales de parámetros de efluente y calidad de agua.....	65
Tabla 15 Análisis de varianza (ANOVA) de efluente.....	69
Tabla 16 Análisis Información del factor .....	69
Tabla 17 Resumen del modelo. ....	70
Tabla 18 Análisis de varianza (ANOVA) de calidad de agua .....	70
Tabla 19 Análisis de Información del factor .....	71
Tabla 20 Resumen del modelo. ....	71

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1 Diagrama de los procedimientos monitoreos.....	40
Figura 2 <i>ubicación de la Laguna Añilcocha.</i> .....	41
Figura 3 toma de muestra en la Laguna Añilcocha. ....	42
Figura 4 toma de muestra biológicas en la Laguna Añilcocha.....	43
Figura 5 <i>Resultado de monitoreo de pH</i> .....	48
Figura 6 <i>Resultado de monitoreo de As.</i> .....	49
Figura 7 <i>Resultado de monitoreo de Pb</i> .....	50
Figura 8 <i>Resultado de monitoreo de Cd</i> .....	51
Figura 9 Resultado Valores correspondientes de pH .....	54
Figura 10 Resultado Niveles de Oxígeno disuelto .....	54
Figura 11 Resultado Valores Niveles de turbiedad.....	56
Figura 12 Resultado Niveles de Conductividad. ....	57
Figura 13 <i>Resultado Niveles de Arsénico.</i> .....	57
Figura 14 <i>Resultado Niveles de Cadmio.</i> .....	59
Figura 15 <i>Resultado Niveles de Plomo.</i> .....	59
Figura 16 <i>Número de Especies</i> .....	61
Figura 17 Índice Biological Monitoring Working Party (Bmwp/Col.).....	61
Figura 18 <i>Índice de Margalef</i> .....	63
Figura 19 <i>Número de especies Fitoplancton</i> .....	63
Figura 20 <i>Número de especies Fitoplancton</i> .....	64
Figura 21 <i>Zooplancton.</i> .....	65
Figura 22 Gráfica de probabilidad normal de residuos de efluente. ....	67
Figura 23 Gráfica de probabilidad normal de residuos calidad de agua. ....	68

## RESUMEN

En el presente trabajo tiene como objetivo evaluar como los efluentes de la mina Buenaventura afectan la calidad del agua y la presencia de los macrobentos y comunidad planctónica en la laguna Añilcocha, Oyón 2022. Se utilizó la metodología que define que el tipo de investigación es descriptivo con un enfoque cuantitativo, y el método que se abordó fue inductivo, con un diseño de investigación no experimental. La técnica que se empleó fue a través de un análisis documental, siendo el método hipotético – deductivo para la variable independiente los efluentes, en el caso de la variable dependiente calidad de agua por macrobentos y comunidad planctónica fue por la técnica de registro estadístico, siendo el instrumento empleado la ficha de datos. La población está constituida por el ecosistema acuático y calidad de agua de la laguna Añilcocha y la muestra fue conformada por tres puntos de monitoreo y en cada punto se analizó las características fisicoquímicas, los macrobentos y la comunidad planctónica conformada por el fitoplancton y zooplancton. Los resultados del efluente de la mina Buenaventura afectan significativamente con un coeficiente de correlación (AD) mayores a  $r = 0.05$  y el valor  $p = 0,05$ , los efluentes influyen de manera significativa calidad biótica del agua macrobentos y la comunidad planctónica en la laguna Añilcocha, Oyón. Se concluye que la Laguna Añilcocha que tiene vida acuática se ven afectados por los efluentes de la mina Buenaventura observando que existen presencia de organismos que soportan concentraciones de metales y también se podría decir que existe ausencia de otro tipo especies, la misma es a causa de los efluentes, respecto a los parámetros evaluados cumplen con los Estándares de Calidad Ambiental ECA de la Cat.4 E1 del DS 004-2017- MINAM, en ese sentido, de acuerdo con la legislación y normatividad peruana se podría indicar conforme al cumplimiento de los ECA, no existiría alteración o afectación de la calidad del agua.

Palabras clave: laguna Añilcocha Oyón, efluentes, calidad de agua, Macrobentos y comunidad planctónica.

## ABSTRACT

The objective of this work is to evaluate how the effluents from the Buenaventura mine affect the quality of the water and the presence of macrobenthos and the planktonic community in the Añilcocha lagoon, Oyón 2022. The methodology that defines that the type of research is descriptive was used. with a quantitative approach, and the method that was approached was inductive, with a non-experimental research design. The technique that I use was through a documentary analysis, being the hypothetical - deductive method for the independent variable the effluents, in the case of the dependent variable water quality by macrobenthos and planktonic community it was by the statistical registration technique, being the instrument used the data sheet. The population is constituted by the aquatic ecosystem and water quality of the Añilcocha lagoon, and the sample was made up of three monitoring points and at each point the physicochemical characteristics, the macrobenthos and the planktonic community made up of phytoplankton and zooplankton were analyzed. The results of the effluent of the Buenaventura mine affect significantly with a correlation coefficient (AD) greater than  $= 0.05$  and the value  $p = 0.05$ , the effluents significantly influence the biotic quality of the macrobenthos water and the planktonic community in the Añilcocha lagoon, Oyon. It is concluded that the Añilcocha Lagoon, which has aquatic life, is affected by the effluents of the Buenaventura mine, observing that there are organisms that support concentrations of metals and it could also be said that there is an absence of other species, it is due to the effluents, with respect to the parameters evaluated, comply with the ECA Environmental Quality Standards of Cat.4 E1 of DS 004-2017-MINAM, in that sense, in accordance with Peruvian legislation and regulations, it could be indicated in accordance with compliance with the ECA, there would be no alteration or affectation of the quality of the water.

Keywords: Añilcocha Oyón lagoon, effluents, water quality, Macrobenthos and planktonic community.

## INTRODUCCIÓN

A lo largo de la historia de las civilizaciones, el factor humano ha sido preponderante en los cambios que ha experimentado la naturaleza o el medio ambiente, mediante las diferentes actividades económicas, extractivas, productivas, industriales, entre otras. Las cuales demandan un aprovechamiento permanente de los recursos naturales, pero que, como consecuencia de ello, posteriormente emiten desechos tóxicos, efluentes industriales, emisiones gaseosas y una serie de aspectos ambientales, que inciden significativamente sobre el medio ambiente, generando contaminación y alterando los ecosistemas del planeta.

Como se ha referido antes, las actividades extractivas (minero-metalúrgicas, pesqueras, energéticas, etc.), generan efluentes, desechos sólidos y líquidos, que aportan agentes contaminantes sobre los ecosistemas; provocando alteraciones principalmente sobre sus características fisicoquímicas y los organismos biológicos que las habitan; así como la modificación de los factores abióticos que las conforman. Ante ello, los ecosistemas demandan nuevas propuestas metodológicas, que permitan mantener o verificar la conservación de sus especies biológicas, características fisicoquímicas y factores abióticos. Dicha realidad no es ajena a Perú; pues a lo largo del tiempo se ha venido vulnerando diferentes ecosistemas, debido a la inexistencia de normas ambientales que contribuyan efectivamente a la conservación del ambiente, desde una perspectiva ecosistémica.

Se estima que, desde nuestros antepasados, se ha venido desarrollando actividades minero-metalúrgicas en nuestro país, extrayendo minerales y generando efluentes industriales y domésticos; las mismas que finalmente llegan a los cuerpos de agua naturales que conforman los ecosistemas acuáticos.

En ese sentido, es trascendental entender apropiadamente el rol del agua en los ecosistemas acuáticos; entendiendo que albergan vida en su interior; los que, a su vez, se interrelacionan con componentes de otros ecosistemas; partiendo desde funciones de descomposición de la materia, transformación de la energía, depuración natural de agentes tóxicos, entre otras; como parte integral de los ciclos tróficos. Al respecto, podemos tomar como referencia la definición del “Estado Ecológico” adoptado en la unión europea; Según la Directiva Marco del Agua de la U.E (2015), la cual hace referencia a: “La abundancia de flora acuática y fauna piscícola, al contenido de nutrientes y a aspectos tales como la salinidad, la temperatura y la presencia de contaminantes químicos. Asimismo, se tienen en cuenta características morfológicas, como la cantidad de agua, el caudal, la profundidad y la estructura de los lechos fluviales”. (p.2) Concepto importante, para entender el funcionamiento ecosistémico acuático, y mantener sus condiciones de calidad agua y conservación.

La definición antes descrita resulta importante para entender el concepto de calidad de agua, a partir del cual, pueda desarrollarse una gestión apropiada en cada ecosistema acuático. Permitiendo direccionar, el objeto y propósito la evaluación de la calidad ambiental de los sistemas lénticos, a través del uso de indicadores hidrobiológicos (organismos invertebrados y macroinvertebrados). En efecto, nuestro estudio para verificar la calidad del agua desde un enfoque ecosistémico se desarrollará en la laguna Añilcocha, situada en la ciudad de Oyón; por ser un ecosistema acuático léntico que, conforme a las exigencias de nuestra legislación peruana, ha recibido efluentes industriales; durante los años 2014 al 2019, cabe mencionar, que los efluentes provienen de las actividades de la Unidad Minera Uchucchacua perteneciente a la Compañía de Minas Buenaventura.

## **I. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA**

### **1.1. Descripción de la realidad problemática**

Los efluentes de aguas residuales sin control, malas prácticas agrícolas, contaminación del aire, la acumulación de sustancias químicas en

los sedimentos, entre otros (Cirelli, 2012); son los principales aspectos ambientales que ocasionan la contaminación de las aguas continentales; ya que inciden directamente en el deterioro de la calidad del agua, resultando uno de los principales problemas ambientales en la actualidad (como se citó en Salgot et al., 1999). A nivel mundial las actividades extractivas, el crecimiento poblacional, y los avances de la tecnología han traído ventajas a la sociedad; no obstante, han conllevado consigo, problemas de contaminación ambiental de las aguas continentales, producidas principalmente por el vertido de efluentes industriales y domésticas; provocando de esta manera impactos al medio ambiente y la salud humana (Galvis et al., 2005).

En el Perú los principales problemas vinculados a la calidad de agua en sus ecosistemas acuáticos; son asociados a las aguas residuales no tratadas apropiadamente, provenientes de efluentes de origen doméstico o de actividades productivas como las descargas de usos minero-metalúrgico, industrial y agrícola (Bustíos et al., 2013). Para entrar en mayor detalle, la Autoridad Nacional del Agua presentó en el año 2016 la Estrategia Nacional para el Mejoramiento de la Calidad de los Recursos Hídricos, en el cual identificó 41 unidades hidrográficas cuyos parámetros de calidad excedieron las concentraciones permitidas en sus indicadores evaluados; los cuales fueron directamente vinculados a los vertimientos de aguas residuales industriales, domésticas y municipales (DAR, 2017).

En ese sentido, a nivel Local el presente estudio aborda un análisis de las modificaciones que pueda causar los efluentes al ecosistema acuático conformado en la Laguna Añilcocha, ubicada en la provincia de Oyón en el departamento Lima, Perú; entendiéndose que, el referido ecosistema ha recibido continuos vertidos de efluentes domésticos e industriales, provenientes de la Unidad Minera Uchucchacua; con caudales que han superado los 250 l/s. Actualmente, sobre dicho ecosistema se evidencia el desarrollo procesos autotróficos, y la aparición de microorganismos que reducen la oxigenación del ecosistema acuático; y que adicionalmente, el aumento de su temperatura provoca un olor fétido (Sulfuro de hidrógeno). Otros de los factores incidentes



sobre el ecosistema de la laguna Añilcocha, son las pequeñas partículas de metales pesados que ha generado la actividad minera en la Laguna, afectando la calidad de agua, y desproporcionando a la flora y fauna del ecosistema acuático.

Cabe indicar que es relevante que los efluentes domésticos e industriales provenientes de la Unidad Minera Uchucchacua, sobre la laguna Añilcocha, fueron autorizados por el ente rector del agua en Perú; concibiendo previamente un estudio a nivel de ingeniería, que evidenciaba el cumplimiento de las concentraciones de los indicadores establecidos y exigidos en la normatividad peruana. Ante el escenario descrito, cabe indicar que los monitoreos de los cuerpos de agua se convierten en unas de las herramientas más importantes de la gestión de los Recursos Hídricos del país, los cuales permiten en corto tiempo obtener información de los cambios que se puedan ocurrir en la calidad de los mismos; por ello, es necesario manejar dicha información de forma oportuna, para el establecimiento de indicadores ambientales apropiados para tal fin (Castro et al., 2014).

Desde un enfoque crítico, la propuesta para el estudio Según Pérez (2003) tradicionalmente el monitoreo como parte de la evaluación de la calidad de agua contemplaba los análisis fisicoquímicos y bacteriológicos, sin embargo, en la actualidad se ha considerado el uso de comunidades acuáticas como indicadores para evaluar la calidad de ecosistemas acuáticos y por ende de cuerpos de agua como objeto de estudio; estableciéndose de esta manera la importancia de los indicadores biológicos o bioindicadores. Los indicadores biológicos es una clase de especies que nos arroja automáticamente estados sobre la calidad de agua de un ambiente acuático, a través de sus cambios bioquímicos, fisiológicos, morfológicos y genéticos, el empleo de los bioindicadores, que reflejan incluso cambios de organismo que anteriormente no existían, esto nos demuestra que no es posible medir con los parámetros fisicoquímicos. (Rey-Benayas.,2016. p.111).

## **1.2. Formulación del problema**

### **1.2.1. Problema general**

¿En qué medida los efluentes de la mina Buenaventura afectan la calidad del agua y la presencia de macrobentos y la comunidad planctónica en la laguna Añilcocha, Oyón 2022?

### **1.2.2. Problemas específicos**

- ¿En qué medida los efluentes de la mina Buenaventura afectan las características fisicoquímicas de la calidad del agua y la presencia de macrobentos y comunidad planctónica en la laguna Añilcocha Oyón?
- ¿En qué medida los efluentes de la mina buenaventura que tienen elementos inorgánicos afectan la calidad del agua, los macrobentos y la comunidad planctónica en la laguna Añilcocha Oyón?

## **1.3. Objetivos**

### **1.3.1. Objetivo general**

Evaluar como los efluentes de la mina Buenaventura afectan la calidad del agua y la presencia de los macrobentos y la comunidad planctónica en la laguna Añilcocha, Oyón 2022.

### **1.3.2. Objetivos específicos**

- Evaluar cómo los efluentes de la mina Buenaventura afectan las características fisicoquímicas de la calidad de agua macrobentos y la comunidad planctónica en la laguna Añilcocha Oyón.
- Evaluar como los efluentes de la mina Buenaventura que tienen elementos inorgánicos afectan la calidad del agua, macrobentos y comunidad planctónica en la laguna Añilcocha Oyón.

## **1.4. Limitantes de la investigación**

### **1.4.1. Limitante teórica**

Para el desarrollo del presente trabajo el punto de partida para definir el nivel de alteración de la variable dependiente calidad de agua por macrobentos y comunidad planctónica, fue debido a que no existe una teoría de aplicación de índices de calidad de agua propiamente del Perú, asimismo, la investigación de un lugar determinado o una de línea base, es fundamental para identificar más adelante el cambio que se produce en el ecosistema acuático.

### **1.4.2. Limitante espacial**

En cuanto al aspecto espacial, el lugar del muestreo se realizó en la Laguna Añilcocha a altitud de 4,337 m.s.n.m, está situada al sur de Cerro Alto Perú, y al sureste de Lagunas Tinquicocha, localizado dentro de la provincia de Oyón y departamento de Lima, mediante el uso de botes para el desplazamiento dentro de la laguna, que permitan tomar las muestras de agua, macrobentos y comunidades planctónicas, los recursos naturales se están explotando por la Compañía Minera Buenaventura S.A. que ha generado problemas de contaminación de lagunas y ríos por rebose de sus canchas de relaves minerales, afectando la vida acuática de las principales lagunas de la zona y los ríos de toda la cuenca.

### **1.4.3. Limitante temporal**

Respecto a la limitante temporal, tomar las muestras de agua, macrobentos y comunidades planctónicas se llevó a cabo la primera semana de marzo del 2022, tiempo suficiente para recabar la data biomonitoreos para la identificación de macrobentos y especies planctónicas; entendiéndose para ello, la necesidad de establecer como mínimo, la realización de monitoreos enfocados en dos estaciones climatológicas distintas (estación avenida y estiaje del año designado) que se requiere para la obtención de los resultados, esta, fue realizada de acuerdo al cronograma de estudio establecido para la presente investigación. Es importante señalar que la coyuntura nacional del covid 19, nos permitió trabajar cumpliendo con los protocolos de bioseguridad establecidos por el Ministerio de Salud. Asimismo.

## II. MARCO TEÓRICO

### 2.1. Antecedentes

#### ***2.1.1. Antecedentes internacionales***

(Ramos, 2018). en su artículo titulado “Evaluación de la calidad del agua del Río Ovejas por descarga de quebradas provenientes de zona minera de la vereda Yolombó, en el corregimiento La Toma, Suárez, Cauca” Su objetivo general fue evaluar la calidad fisicoquímica y microbiológica de muestras de agua del río Ovejas antes y después de recibir descargas de quebradas receptoras de vertimientos mineros. Determinar niveles de toxicidad acuática de muestras de agua superficial y sedimentos en quebradas receptoras de vertimientos mineros que desembocan al río Ovejas usando *Daphnia pulex* como indicador biológico y su marco metodológico es descriptiva y aplicada, en la cual define como área de estudio o población al río Ovejas, asimismo, los puntos de muestreo corresponden a estaciones dentro del área del río Ovejas. Y finalmente se llegó a la conclusión de Los parámetros fisicoquímicos empleados en el siguiente trabajo de investigación entre ellos la C.E., turbiedad, nitratos, fosfatos Ubicados en el río Ovejas antes y después de recibir las descargas de vertimientos mineros se consideran estadísticamente iguales, aunque presentan diferencias significativas con el punto ubicado sobre las quebradas antes de desembocar al río Ovejas, para la mayoría de los parámetros fisicoquímicos y microbiológicos analizados..

Flores et al. (2018) en su artículo titulado “Evaluación de parámetros fisicoquímicos y metales pesados en agua y sedimento superficial de la Laguna de las Ilusiones, Tabasco, México” siendo su objetivo determinar parámetros fisicoquímicos y metales (Pb, Cd, Mn, Zn, Cr, Al y Ni) en agua y sedimento superficial de la Laguna de las Ilusiones, la misma se dividió en tres zonas, Para la determinación de metales en agua se utilizaron frascos de polietileno de un litro, las muestras se transportaron y conservaron a 4 0C hasta el momento de su análisis en temporadas de abril 2013 y septiembre 2014. En el sitio de estudio, los valores de pH en agua oscilaron entre 8.9 y 9.6, considerados como alcalinos, y se encuentran por arriba de los límites

(6.5-9.0) permitidos por la *Guía canadiense de la calidad de agua dulce*. La temperatura del agua (28.8-29.9 0C) fue inferior al límite permitido por la normatividad mexicana (40 0C). los resultados demuestran que el oxígeno disuelto presentó valores similares a los establecidos por la EPA y por la *Guía canadiense de la calidad del agua*. Se concluye que, si bien cumple con los estándares establecidos en México, pero no cumple con la normativa establecida por los canadienses y americanas.

Buenaño et al., 2018) en su artículo titulado “Macroinvertebrados Bentónicos como Indicadores de Calidad de Agua En La Cuenca Del Pachanlica, Provincia De Tungurahua, Ecuador”, los autores consideran que las zonas andinas albergan los ecosistemas menos conocidos de los trópicos, asimismo el agua en los ecosistemas de alta montaña es muy sensible a cambios climáticos globales y cambios locales, de la misma manera que las variaciones de las características de los hábitats acuáticos determinan la composición de especies de animales y plantas acuáticos, pudiendo estos ser usados como bioindicadores de calidad ambiental, los mismos que brindan información sobre la calidad del agua a un costo inferior comparándolos con el monitoreo de parámetros fisicoquímicos. Se concluye que, el uso de macroinvertebrados resulta factible por su condición sedentaria, ciclos de vida largos, entre otros, permitiendo analizar cambios temporales a ellos mismos.

Forero et al. (2014) en su artículo titulado “Índice de calidad ecológica con base en macroinvertebrados acuáticos para la cuenca del río Negro (ICERN-MAE)”, Colombia. *Revista de Biología Tropical*, 233-247. Los autores desarrollaron un índice de calidad ecológica, generado a partir del muestreo de macroinvertebrados y variables fisicoquímicas en base a análisis multivariados; dicho sistema de bioindicación se establece mediante un gradiente ambiental por análisis de correspondencia, identificación de rangos de tolerancia y valores óptimos en función del gradiente ambiental para cada taxón y ponderaciones de calidad para cada estación. La importancia que se señala en el presente estudio es establecer de manera cuantitativa valores de tolerancia ante condiciones adversas, los cuales fueron identificados en base a un análisis integral de variables ambientales

locales, la composición y abundancia de organismos presentes; permitiendo así una evaluación más adecuada de los ecosistemas basados en las variabilidad climática, edáfica, geomorfológica y biológica del ámbito de estudio. Mediante correlaciones, los puntajes de las estaciones son estandarizados y usados en un modelo de Promedios Ponderados, así como las abundancias para estimar valores óptimos y de tolerancia para cada taxón. En un análisis de agrupamiento se usan los valores del índice con las concentraciones de fosforo total para clasificar los sitios del presente estudio, obteniendo finalmente los valores medios, máximos, mínimos y de desviación estándar del Aquatic Ecological Index based on freshwater (ICERN-MAE) y fosforo total; y los umbrales para las diferentes categorías de calidad ecológica.

Roldán-Pérez (2016), en su artículo titulado “Los macroinvertebrados como bioindicadores de la calidad del agua: cuatro décadas de desarrollo en Colombia y Latinoamérica” en su estudio biológico de las agua lénticas y continentales, desarrollado durante los años setenta en Colombia y otros países Latinoamericanos, la aplicación del uso de macroinvertebrados se inició en la década de los 80 y como producto de estos estudios, se elaboró una guía para el estudio de macroinvertebrados acuáticos. A lo largo de los años se demostró que los macroinvertebrados como bioindicadores son considerados muy eficientes porque muestra las variaciones y comportamientos de la calidad del ecosistema acuático, El autor señala también que el método Biological Monitoring Working Party (BMWP) que fue establecido en el país de Inglaterra en 1970, como un método simple y rápido de identificar el estado de calidad de agua. El autor en su investigación también menciona como objetivo la importancia de implementar normas a fin de fomentar el uso de macroinvertebrados acuáticos para el estudio de los cuerpos de agua, sin embargo, el autor podría plantear la actualización de normas hídricas en el país de Colombia, dando a conocer la importancia de los ecosistemas acuáticos para su conservación, asimismo, la investigación del nivel de contaminación de cada cuerpo de agua existente en el País, porque cada ecosistema tiene sus propias características, ubicaciones y administraciones.

### **2.1.2. Antecedentes Nacionales**

(Mercado, 2021). En su tesis titulada “Caracterización fisicoquímica de materiales tóxicos en el canal gavilán de oro y en el efluente de la laguna Sillacunca en Ananea – Puno” En estudio se guio a la caracterización fisicoquímica del efluente de la laguna Sillacunca y los materiales tóxicos en el canal gavilán de oro en Ananea, Puno. En el estudio de su tesis tuvo como objetivo evaluar la concentración de metales tóxicos en las aguas del canal Gavilán de Oro y Laguna de Sillacunca para conocer la contaminación ambiental en la Zona de Ananea; siendo su marco metodológico de diseño experimental, su tipo fue cuantitativo, y alcance de estudio descriptivo. Y finalmente en su conclusión sé identificó que en dos puntos de muestreo del canal Gavilán de Oro existe presencia de arsénico por encima del ECA, concluyendo así, que hay presencia de metales en el agua. Cabe indicar que el estudio se valoró porque en esta investigación se observó que el Al, Mg, Mn, berilio, cobre y Selenio se encuentran por encima de los ECA.

(Pinedo, 2017). en su tesis titulada “Contaminación del agua del río marañón por vertido de metales traza de relaves del pasivo ambiental de la compañía minera poderosa”, es una investigación donde su objetivo fue determinar el grado de contaminación dl agua en el río Marañón originado por el vertido de metales de la Compañía Minera Poderosa. Siendo su metodología de tipo aplicada y de nivel experimental. El estudio concluyó que a causa de la presencia de los metales traza de la Minera Poderosa SA influye en la calidad del agua de la cuenca del Río Marañón hasta el punto de que para algunos metales no se cumple los ECA. Del estudio se valoró la propuesta para que las autoridades de competencia ambiental puedan realizar un monitoreo en el Río Marañón para que se pueda mitigar y controlar los efectos de contaminación.

Alomía et al. (2017) en su artículo “macroinvertebrados bentónicos para evaluar la calidad de las aguas de la cuenca alta del río Huallaga, Perú” tiene como objetivo evaluar la calidad de las aguas de la cuenca alta del río Huallaga desde el centro poblado de La Quinoa en Cerro de Pasco ubicada (3655 msnm) hasta la ciudad de Huánuco, Perú (1886 msnm). Se establecieron 12 estaciones de muestreo y se evaluaron en temporada seca

y lluviosa, parámetros fisicoquímicos del agua, MIB y la calidad de la ribera empleando el índice QBR-And (Índice de calidad de la vegetación de ribera andina). Con relación a los macroinvertebrados bentónicos se registraron 30 taxas, siendo las familias Chironomidae y Baetidae las más abundantes. Al aplicar los índices biológicos: ABI (Índice biótico andino), BMWP/COL (“Biological Monitoring Working Party”) y EPT (Ephemeroptera - Plecoptera - Trichoptera), se determinó que las estaciones del cauce principal se encuentran con cierto grado de perturbación; en cambio los tributarios presentan una buena calidad biológica. Se aplicó el QBR-And, encontrándose que la mayoría de las estaciones presentan una calidad de ribera intermedia.

Rondoy Infante et al. (2020) en su artículo “Características físico-químicas y fitoplancton de los humedales altoandinos y su relación con la presencia de *Lymnaea Spp.* en Frías, Piura, Perú” La presente investigación se avocó a determinar las características físico-químicas y fitoplancton de los humedales altoandinos y su relación con la presencia de *lymnaea spp.* Frías, Piura, Perú. Se exploró la cantidad de caracoles, la composición del fitoplancton y variables fisicoquímicas en cinco bofedales altoandinos, localizados a 3090 msnm. Cada tres meses se colectaron muestras de agua para análisis fisicoquímico, fitoplancton y caracoles *Lymnaea spp.* en lugares georreferenciados, manteniendo el mismo recorrido durante el muestreo y la misma hora en cada salida de campo. Los análisis fisicoquímicos del agua indican que presentan poco contenido de calcio y nitrato, así mismo el contenido total de fitoplancton mostró un ligero efecto sobre el crecimiento poblacional. Se concluye que los cinco bofedales altoandinos presentan una riqueza de Fitoplancton, representada en 83 especies, distribuidas en 57 géneros y 5 divisiones: *Cyanobacteria*, *Euglenophyta*, *Bacillariophyta*, *Charophyta* y *Chlorophyta*, siendo la más representativa por su número de especies las *Bacillariophyta*; de igual manera existe una asociación positiva entre la temperatura y el contenido de calcio del agua sobre la densidad poblacional de los caracoles *Lymnaea spp.*



## **2.2. Bases teóricas**

### **2.2.1. Efluentes**

#### **a. Efluentes**

Son los desechos procedentes de la industria; son clasificados según sus propiedades químicas y físicas, por la forma como afectan al ambiente acuático y su comportamiento en las aguas receptoras, generalmente contienen sustancias orgánicas disueltas que incluyen tóxicos, materiales biodegradables y persistentes, sustancias inorgánicas disueltas que incluyen nutrientes, sustancias orgánicas insolubles y solubles. Aguas residuales vertidas directamente al medio ambiente, la concentración de contaminantes se mide por el límite máximo permisible (LMP) (Aponte, 2020). Los efluentes mineros son denominados así por las corrientes de agua que tienen el impacto típico de las actividades minero-metalúrgicas y deben ser tratadas antes de su descarga a los receptores (Guillén, 2020).

Los efluentes mineros líquidos se derivan del tratamiento de productos mineros con agua o soluciones químicas. Además, el proceso de concentración vía húmeda o limpieza con agua de instalaciones mineras. Hay que añadir la interacción natural que se produce entre los productos mineros y las aguas superficiales o pluviales. El agua de lluvia cae sobre el montón de basura y se filtra en el montón de basura, lo que resulta en procesos de oxidación, hidrólisis, lavado y otros. Además, esto puede causar insatisfacción social en las comunidades locales y dañar la imagen de la industria minera, lo que lleva a factores como tierras fértiles, pérdida y degradación de aguas subterráneas, contaminación de aguas superficiales por drenaje ácido de rocas, arrastre de sedimentos y contaminación del aire debido a las emisiones de partículas y gases tóxicos (Argomedo y Carbajal, 2019).

Según el D.S N<sup>o</sup> 010-2010-MINAM, explica que los efluentes de actividades minero-metalúrgicas, es cualquier flujo estacional o regular de sustancia líquida descargadas de los receptores, además proviene de: cualquier excavación o movimiento de tierras, cualquier depósito de residuos mineros, cualquier sistema de tratamiento de aguas residuales asociado con las

actividades mineras, cualquier infraestructura auxiliar relacionada con la minería y cualquier planta de procesamiento de minerales. eficaz.

**Tabla 1**

**Límites Máximos Permisibles para la descarga de efluentes minero - metalúrgicos**

PARÁMETROS	UNIDAD	LMP PARA DESCARGA DE EFLUENTES LÍQUIDOS DE ACTIVIDADES MINERO - METALÚRGICAS	
		LÍMITE EN CUALQUIER MOMENTO	LÍMITE PARA EL PROMEDIO ANUAL
1. pH		6 - 9	6 - 9
2. Sólidos totales en suspensión	mg/L	50	25
3. Aceites y Grasas	mg/L	20	16
4. Cianuro total	mg/L	1	0.8
5. Arsénico total	mg/L	0.1	0.08
6. Cadmio total	mg/L	0.05	0.04
7. Cromo Hexavalente	mg/L	0.1	0.08
8. Cobre total	mg/L	0.5	0.4
9. Hierro (disuelto)	mg/L	2	1.6
10. Plomo total	mg/L	0.2	0.16
11. Mercurio total	mg/L	0.002	0.0016
12. Zinc total	mg/L	1.5	1.2

MINAM (2010). Aprueban Límites Máximos Permisibles para la descarga de efluentes líquidos de Actividades Minero-Metalúrgicas D.S. N° 010-2010-MINAM.

**b. Parámetros fisicoquímicos**

Los parámetros fisicoquímicos dan una información extensa de la naturaleza de las especies químicas del agua y sus propiedades físicas, sin aportar información de su influencia en la vida acuática; los métodos biológicos aportan esta información, pero no señalan nada acerca del contaminante o los contaminantes responsables, por lo que muchos investigadores recomiendan la utilización de ambos en la evaluación del recurso hídrico (Orozco, et al., 2005).

**c. Turbiedad**

Es el grado de opacidad que se produce en el agua generada por la presencia de material particulado en suspensión, asimismo las concentraciones de las sustancias determinan la transparencia del agua, limitando el paso de la luz a través de esta. De la misma manera la turbiedad es una medida visual de la contaminación (Roldan Pérez, 2003).

#### **d. Oxígeno disuelto**

En el caso de lagos, el oxígeno del aire se difunde con rapidez en el agua debido a la acción del viento. El oxígeno desprendido en forma gaseosa luego de efectuarse la reacción química de la fotosíntesis por parte de plantas, fitoplancton o plantas acuáticas se difunde al aire (Roldan Pérez, 2003).

#### **e. Temperatura**

La radiación solar determina la cantidad y calidad de luz, y afecta la temperatura del agua, en zonas templadas la temperatura varía con el cambio de estaciones y en zonas tropicales más o menos constantes; con ello los organismos presentes toleran cambios de temperatura acoplado sus ciclos de vida (Roldan Pérez, 2003).

### **2.2.2. Calidad del Agua por Macrobentos y Comunidad Planctónica.**

#### **a. Calidad de Agua**

La calidad del agua es el conjunto de características físicas, químicas y biológicas del agua en su estado natural o después de ser alteradas por la acción del hombre (Cubillos, 1988). Asimismo, son las condiciones en que se encuentra el agua en su estado natural en cuanto a sus propiedades físicas, químicas y biológicas o después de haber sido alterada por la acción humana (Peralta, 2019).

La calidad del agua hace referencia a las distintas características que tiene el agua, tanto físicas (conductividad, transparencia, etc.) como químicas (oxígeno disuelto, pH, etc.), asimismo de estas características se encuentran las biológicas. Todas estas características pueden verse afectadas por contaminación, inundaciones y diferentes actividades antrópicas (Nieves, 2021).

Según la Organización Mundial de la Salud (2004) El agua potable no supone ningún riesgo significativo para la salud cuando se consume a lo largo de la vida. El agua tiene características variables que la hacen diferente según el sitio y el proceso del que proviene. Además, estas propiedades se pueden clasificar y medir según las características biológicas, físicas y químicas del agua (Atencio, 2018). La calidad del agua es un indicador muy importante para abordar aspectos de los ecosistemas y el bienestar humano. La calidad del agua también influye en la determinación de la pobreza humana, la riqueza y los niveles

educativos. La salud de una comunidad, los alimentos que se producen, las actividades económicas, la salud del ecosistema y la biodiversidad (Choque, 2020).

Además, la calidad del agua potable es muy importante, porque se distribuye a todas las comunidades. En las aguas superficiales se encuentra una amplia gama de organismos que no son visibles a simple vista. En condiciones normales, estos organismos permiten el desarrollo de ciclos biológicos y químicos en el cuerpo de agua. La calidad de agua de un ecosistema acuático es un conjunto de concentraciones, especificaciones y aspectos físicos de sustancias, composición y organismos que habitan en ella, asimismo, la calidad del mismo está influenciada por las variaciones espaciales y temporales a causa de factores externos e internos (Sierra, 2011). Además, la calidad del agua de un sistema léntico está directamente ligada con su origen, intensidad de mezcla, estratificación, tiempo de retención, movimiento del agua, aportes de contaminantes, entre otros (Romero, 2009). Para poder evaluar la calidad de agua se pueden considerar organismos acuáticos como indicadores, siempre y cuando se encuentren invariables en un ecosistema, y su población se mantenga superior o similar del resto de organismos en el mismo hábitat (Pérez, 1999). En tal sentido, el empleo de bioindicadores se convierte en un método que permite medir la calidad del agua de un sistema acuático sustentado en la presencia o ausencia de organismos específicos; los métodos usados pueden tomar en cuenta el uso del taxón, familia, género y especie, el cual encuentra dificultades por el nivel de especificidad y las capacitaciones que se requiere para estas labores (De la Lanza-Espino y Pulido, 2001).

Según el autor Cubillos, define como calidad de agua, al estado de las características fisicoquímicas y biológicas, tomando como referencia del contexto a los lineamientos establecidos en la Directiva Marco del Agua (Norma de Calidad de Agua de la Unión Europea), que valoran y miden propiamente a cada cuenca o ecosistema acuático, acorde con el autor Cubillos, se podría definir a la Calidad del Agua de un cuerpo natural; como aquellas condiciones o características fisicoquímicas, que a su vez permiten un nivel de subsistencia de los macrobentos, fitoplancton y zooplancton, asimismo, la calidad del agua también podría estar asociada a la resistencia de las especies de macrobentos,

fitoplancton y zooplancton a los cambios de las condiciones ecosistémicas, ocasionados por sustancias contaminantes (Bernal Báez, 2017).

**b. Bentos (Macroinvertebrados)**

Se refiere a todas las criaturas que viven en el fondo de ríos y lagos, estas criaturas están adheridas a piedras, rocas, troncos, restos de plantas y sustratos similares. Los principales órdenes representativos son: Astrooptera, Coleoptera, Tricholepidoptera, Megaptera y Diptera. También se pueden encontrar algunos enterrados en el fondo hasta unos centímetros de profundidad, como la familia Euthyplociidae (Ephemeroptera). Otros, como la familia insectívora (Blephariceridae) (Diptera), están firmemente adheridos a la roca a través de un sistema de ventosa en el abdomen. Algunas especies pertenecientes al estadio Odonata se encontraron adheridas a vegetación acuática emergente o submarina (Roldán, 2003, pág.12).

**Tabla 2**

**Ejemplos de invertebrados acuáticos indicadores de tipos de deterioros específicos**

IMPACTO SOBRE EL ECOSISTEMA	EFECTO SOBRE LA COMUNIDAD DE MACROINVERTEBRADOS
Enriquecimiento denutrientes	Incremento en la razón de gusanos acuáticos (Oligochaeta) sobre los insectos acuáticos, de dípteros sobre los insectos acuáticos y de efemerópteros herbívoros y dípteros.
Oxígeno disuelto bajo	Incremento en la razón de gusanos acuáticos (Oligochaeta) sobre los insectos acuáticos y de chironómidos sobre los insectos acuáticos
Contaminación por metales pesados	Incremento en la razón de gusanos acuáticos (Oligochaeta) sobre los insectos acuáticos, de chironómidos sobre los insectos acuáticos, de depredadores sobre herbívoros y detritívoros y de la abundancia de hemípteros y coleópteros acuáticos
Sedimentación	Decrecimiento de efemerópteros y chironómidos
pH bajo	Disminución de caracoles, bivalvos, almejas, dáfnidos, efemerópteros y chironómidos
Aumento de la temperatura	Reducción de la riqueza de la comunidad de especies

Adamus y Brant, 1990.

### **c. Comunidad Planctónica**

Una comunidad es una unidad ecológica que ocupa un área determinada, donde existe interacción de organismos que mantienen estrechas relaciones tróficas y de comportamiento (Mendoza, 2013). Las comunidades planctónicas de sistemas acuáticos están constituidas por organismos con periodos de vida cortos y muchos de ellos son fácilmente manipulables. Ello ha permitido la formulación, a partir de hipótesis experimentales basadas en interacciones biológicas y/o físicas, de modelos sobre la estructura de comunidades más fácilmente que en los sistemas terrestres (Conde-Porcuna, et al., 2004).

En la zona pelágica de un ecosistema léntico, podemos encontrar productores primarios como el fitoplancton y animales como el zooplancton; mientras que por debajo de esta zona habitan comunidades bentónicas conformada por herbívoros y bacterias descomponedoras asociadas (Cole, 1988). El plancton es una comunidad propia de sistemas lénticos, ya que las condiciones de turbulencia de los sistemas lóxicos impiden su desarrollo. Bajo esta figura el plancton está conformado por el fitoplancton (microalgas fotosintetizadoras) y zooplancton que se alimentan de algas (Ramírez y Viña, 1998).

### **d. Zooplancton**

El zooplancton está conformado por organismos microscópicos principalmente representados por protozoarios, rotíferos y microcrustáceos (cladóceros y copépodos). Según la bibliografía se considera que existe un menor número de zooplancton en comparación del fitoplancton, sin embargo, se identifican importantes adaptaciones como el tamaño en el caso de los protozoarios y rotíferos y mayor multiplicación en el caso de rotíferos y cladóceros (Pérez y Restrepo, 2008).

### **e. Fitoplancton**

El fitoplancton está conformado por organismos microscópicos que en su mayoría se encuentran flotando en el agua; comprenden los reinos procarióticos (división Cyanophyta) y eucarióticos (divisiones Chlorophyta, Chrysophyta, Euglenophyta, Phyrrophyta y Cryptophyta), (Pérez y Restrepo, 2008). En cuanto a la división Cyanophyta, corresponde el nombre de algas verdeazules o azul verdosas, pueden encontrarse en la columna del agua, sedimento, interfase aire-

agua, entre otros, adoptan un color aproximadamente complementario al de la luz que se encuentre disponible, ciertas cianofíceas pueden incorporar nitrógeno al ecosistema y normalmente son identificados en medios alcalinos y algunos géneros en medios ácidos. De acuerdo con la división Chlorophyta, tenemos a las algas verdes, conformados por órdenes volvocales y chlorococcales localizados preferentemente en lagunas, botryococcus, desmidiaceae (desarrollados en aguas ácidas, bajas en calcio y magnesio). Asimismo, la división Chrysophyta hacen referencia a las algas pardo amarillentas o pardas doradas conformadas por Chrysophyceae, bacillariophyceae (diatomeas) y xantophyceae (Pérez y Restrepo, 2008). (Pérez y Restrepo, 2008).

#### f. Número de especies

Menciona que la biodiversidad potencial del ecosistema. En el análisis demográfico, la capacidad de carga ecológica depende primero del número máximo de especies que pueden sobrevivir en un área determinada (Sarmiento, 2000).

#### g. Índice BMWP/Col

El referido índice por sus siglas en inglés “Biological Monitoring Working Party” es un método cualitativo rápido y simple que necesita niveles taxonómicos hasta familias. A cada familia de las especies se le asigna un puntaje de 1 a 10, basado en la tolerancia a la descomposición orgánica, finalmente la suma de los puntajes de las familias da resultado al puntaje total BMWP (Compañía Minera Buenaventura S.A.A; 2014).

**Tabla 3**

CLASE	RANGO	CALIDAD	CARACTERÍSTICAS	COLOR CARTOGRÁFICO
I	≥ 121	Muy buena	Aguas muy limpias	Azul oscuro
II	101 - 120	Buena	Aguas limpias	Azul claro
III	61 - 100	Aceptable	Aguas medianamente contaminadas	Verde
IV	36 - 60	Dudosa	Aguas contaminadas	Amarillo
V	16 - 35	Crítica	Aguas muy contaminadas	Naranja
VI	≤ 15	Muy crítica	Aguas fuertemente contaminadas	Rojo

El índice BMWP y la Evaluación Biológica de la calidad de agua en los ecosistemas acuáticos naturales de Colombia. Zamora H (2007).

## **2.3. Conceptual**

### **2.3.1. Indicadores**

Reflejan el estado del medio ambiente relacionado con los problemas ambientales, las presiones y respuestas sociales que soporta; estos indicadores suelen estar organizados dentro de un marco temático y se entienden como problemas ambientales (cambio climático, eutrofización, pérdida de biodiversidad), o ecosistema a gran escala (suelo, atmósfera, agua, etc.) (Manteiga, 2000).(Aylas, 2018).

### **2.3.2. Lagunas**

Según Fraume (2007), la laguna es un “Depósito natural de las aguas superficiales de menores dimensiones que un lago”, en el cual la masa de agua cubre un terreno que está más hondo que las otras zonas lo rodean; asimismo, Sarmiento (1986) considera al lago un cuerpo de agua continental que no pierde sus características limnología y biota, bajo un periodo de tiempo determinado. Las lagunas son cuerpos de agua de apariencia similar a los lagos, los cuales se encuentran estancados relativamente, con variaciones en el nivel de agua, su naturaleza permanente o temporal depende del régimen pluvial a los que están sujetos; y dependiendo de la profundidad tiende a generarse menor transparencia del agua que un lago (Bridgewater, 2007, p.37-38).

### **2.3.3. Densidad**

Este parámetro representa el número de elementos por unidad de superficie o volumen en un momento dado (sensu Pielou), y la concentración específica del proceso por el cual se generan estos elementos (Sarmiento, 2000).

### **2.3.4. Riqueza de Margalef**

Convierta el número de categorías de cada muestra a la velocidad a la que se le agregan categorías a través de la expansión de la muestra. Suponga que existe una relación funcional entre el número de especies y el número total de individuos, donde  $k$  es una constante. Si no es cierto, el índice variará con el tamaño de la muestra de forma desconocida. Cuando solo hay una especie, se usa  $S-1$  en lugar de  $S$  para hacer  $DMg = 0$  (Moreno, 2001, pág. 26).



### **2.3.5. Efecto de la temperatura**

Se sabe que la solubilidad del oxígeno en agua está relacionada por la temperatura, por ello a mayor temperatura menor solubilidad y a menor temperatura mayor solubilidad de este oxígeno (Roldan Pérez, 2003).

### **2.3.6. Macroinvertebrados**

Los macroinvertebrados acuáticos son invertebrados acuáticos de más de 500 µm de tamaño, incluidos animales como esponjas, planarias, sanguijuelas, oligoquetos, moluscos o crustáceos (como los cangrejos) que pasan todo su ciclo de vida en el agua.

### **2.3.7. Enfoque ecosistémico**

La investigación ejecutada identificó como problema científico que los impactos ambientales provocados por la actividad minero-metalúrgica no habían sido evaluados con un enfoque ecosistémico, para permitir minimizar sus efectos. De ahí que se formula como objetivo, desarrollar un modelo de gestión ambiental integral con un enfoque ecosistémico para la recuperación de los impactos negativos desviándose como objetivos específicos evaluar el comportamiento en el medio ambiente de los impactos negativos provocados por el drenaje ácido de mina, tomándose como caso el presente estudio determinar los principales procesos que intervienen en la contaminación de las aguas terrestres por metales pesados en la región de estudio y proponer el modelo de gestión ambiental integral para la recuperación de los impactos negativos de la actividad minero-metalúrgica.

El enfoque por ecosistemas se basa en la aplicación de metodologías científicas adecuadas, centradas en los niveles de organización biológica, que comprende la estructura esencial, procesos, funciones e interacciones entre organismos y su medio ambiente. En el enfoque por ecosistemas se reconoce que los seres humanos, con su diversidad cultural, son un componente integral de muchos ecosistemas. El enfoque por ecosistemas orienta de manera fundamental las actividades de los distintos programas de trabajo del Convenio, y facilita que se relacionen entre sí. Al fin y al cabo, todos los biomas y, por ende,

todos los programas de trabajo implican un cierto grado de interconexión, y poco cabrá esperar de las actividades de gestión si estas conexiones no se toman en cuenta (Directrices del CDB, 2004.).

### 2.3.8. Normativa legal

El presente trabajo de investigación se encuentra dentro del marco normativo ambiental y sectorial que se detalla a continuación:

- **Constitución Política del Perú**, en el artículo 2 establece que toda persona tiene derecho a gozar de un ambiente equilibrado y adecuado al desarrollo de su vida.
- **Ley N° 28611 - Ley General del Ambiente**, establece en el artículo 113, numeral 113.1, que toda persona natural o jurídica, pública o privada, tiene el deber de contribuir a prevenir, controlar y recuperar la calidad del ambiente. En el numeral 113.2, se mencionan algunos objetivos de la gestión ambiental en materia de calidad ambiental:
- **El Decreto Supremo N° 003-2010** Aprobó los LMP (Límites Máximos Permisibles) para los efluentes de Plantas de Tratamiento Residuales municipales o domésticas.
- **El Decreto Supremo N° 010-2010-MINAM** Aprobó los Límites Máximos Permisibles (LMP) para la descarga de efluentes líquidos de actividades Minero – Metalúrgicos.
- **Decreto Supremo N° 004-2017-MINAM**, aprueba los Estándares de Calidad Ambiental (ECA) para Agua y establecen Disposiciones Complementarias.
- **NORMA:** Métodos de análisis de comunidades biológicas, identificación y colectas: perifiton, plancton, necton (peces) y bentos (macroinvertebrados) en aguas continentales del Perú.
- Protocolo de muestreo y laboratorio de macroinvertebrados en lagos.
- **CÓDIGO:** ML-L-I-2013 (Norma española) Protocolo de muestreo y laboratorio de fauna bentónica de invertebrados en ríos Vadeables.
- **CÓDIGO:** ML-Rv-I-2013. Al no existir una legislación peruana que permita el análisis de la calidad de agua en función a los macroinvertebrados; se utilizó como referencia una norma española, la cual describe el proceso para la toma de muestra, y asigna una

valoración numérica a las especies identificadas em función a su nivel de sensibilidad, o resistencia a los contaminantes.

## **2.4. Definición de términos básicos**

### **Abundancia.**

Son Significa un cierto número de individuos que existen en el ecosistema, en un cierto número de unidades de superficie o en cualquier otro proceso específico. Es una variable utilizada para la investigación cuantitativa en asociaciones biológicas, y los números relativos de cada especie que lo componen. (Fraume, 2006).

### **Agua residual doméstica.**

Generalmente, son los residuos líquidos generados por las actividades domésticas en viviendas, edificios, instalaciones comerciales o asentamientos humanos se caracterizan por contener sustancias biodegradables, agentes de limpieza y microorganismos patógenos (Fraume, 2006)

### **Agua residual no doméstica.**

De procesos domésticos, comerciales, agrícolas e industriales, municipales, o una combinación de ellos (Fraume, 2006).

### **Biomonitoreo.**

Se utiliza organismos vivos para monitorear continuamente la corriente tributaria o su dilución para verificar la calidad del agua residual en el receptor. A diferencia de los bioensayos, que están hechas en el sitio (Fraume, 2006).

### **Calidad del agua**

Conjunto de características organolépticas, químicas, físicas y microbiológicas propias de las aguas (Fraume, 2007).

### **Color.**

Es una propiedad física de la luz reflejada que se puede capturar en el nivel del espectro electromagnético correspondiente a la luz "visible" (por ejemplo, ondas electromagnéticas vistas en un arco iris o luz refractada por un prisma de vidrio). (Sarmiento, 2000).

## **Comunidad**

Grupo de animales y plantas que habitan en un mismo espacio natural o entorno ecológico específico. De manera similar, se puede definir como una reunión o asociación de personas que viven juntas bajo ciertas constituciones y reglas. Las asociaciones de plantas y las poblaciones de animales son comunidades biológicas. Algunos ecologistas prefieren el término "biocenosis", que significa comunidad viva (Fraume, 2006).

### **Comunidad biótica.**

Poblaciones que existen e interaccionan dentro de un área determinada (Fraume, 2006).

### **Condiciones medioambientales.**

Factores que condicionan la estructura y forma de vida en un espacio físico o biológico definido (Fraume, 2006).

### **Distribución**

Organización espacial o temporal de los elementos que ocupan un sitio determinado según el estándar de estratificación o partición estratégica (Sarmiento, 2000).

### **Diversidad.**

En el sistema ambiental, la abundancia de especies (ponderadas o no ponderadas) en un área específica. En su forma más simple de expresión, la diversidad se expresa como la riqueza o diversidad alfa de una comunidad regional, que es el número de especies que existen bajo un estándar de clasificación predeterminado (Fraume, 2006).

### **Diversidad taxonómica.**

Diversidad relacionada con las variaciones de organismos a nivel de familias, órdenes, entre otros (Fraume, 2006).

### **Cuerpo receptor**

Componente del medio ambiente que recibe los aportes de carga contaminante generados por la actividad económica y social (Martinez y Garcia, 2011).

### **Ecosistema.**

El sistema ecológico o ecosistema es una unidad o sistema funcional en el que la comunidad biótica interacciona con su ambiente físico, dentro de un área determinada, donde ocurre un flujo de energía, flujo de nutrientes y reciclado de estos últimos (Odum y Warrett, 2006).

### **Factor abiótico.**

Condición sujeta a agentes climáticos, edáficos o químicos u otro ausente de vida (Fraume, 2006).

### **Factor biótico.**

Componente característico de vida de un ecosistema que influye en el desarrollo del mismo (Fraume, 2006).

### **Hábitat.**

Espacio donde habita una población, especie o individuo determinado (Sarmiento, 2000).

### **Índice.**

Se utiliza para definir la relación numérica entre dos grados de ley ecológica o métricas de tipo biológico en función del valor de comparación (Sarmiento, 2000).

### **Población**

Conjunto de individuos de una especie que viven en un área determinada (Fraume, 2007).

### III. HIPOTESIS Y VARIABLES

#### 3.1. Hipótesis

##### 3.1.1. Hipótesis general

Los efluentes de la mina buenaventura afectan significativamente la calidad del agua y la presencia de macrobentos y la comunidad planctónica en la laguna Añilcocha, Oyón 2022.

##### 3.1.2. Hipótesis específica

- Los efluentes de la mina Buenaventura afectan las características fisicoquímicas de la calidad de agua macrobentos y la comunidad planctónica en la laguna Añilcocha Oyón.
- Los efluentes de la mina Buenaventura que tienen elementos inorgánicos afectan la calidad del agua, macrobentos y comunidad planctónica en la laguna Añilcocha Oyón 2022.

#### 3.2. Definición conceptual de variables

Tabla 4

##### Definición conceptual de las variables

Variables	Definición Conceptual
<b>Variable Independiente:</b> Efluente minero.	Cualquier descarga líquida hecha a un cuerpo de agua. (Fraume, 2007). Residuos provenientes de la industria; pueden ser clasificados ampliamente de acuerdo con sus propiedades físicas y químicas, por su comportamiento en las aguas receptoras y en la forma como éstos afectan el medio ambiente acuático (Glosario Técnico Minero).
<b>Variable dependiente:</b> Calidad del agua por Macrobentos y comunidad planctónica	Según Cubillos (1988), calidad del agua es el conjunto de características físicas, químicas y biológicas del agua en su estado natural o después de ser alteradas por la acción del hombre".

3.2.1. Operacionalización de variables

Tabla 5

Definición operacional de las variables

VARIABLES	DIMENSIÓN	INDICADORES	UNIDAD	TÉCNICA	MÉTODO
<b>Independiente:</b> Efluente minero	Parámetros fisicoquímicos	Turbiedad	NTU	Análisis documental	Hipotético-deductivo
		Conductividad eléctrica	Ms/cm		
		pH	pH		
	Parámetros inorgánicos	Arsénico	As		
		Plomo	Pb		
		Cadmio	Cd		
VARIABLES	DIMENSIONES	INDICADORES	UNIDAD	TÉCNICA	MÉTODO
<b>Dependiente:</b> Calidad del agua por Macrobentos y comunidad planctónica	Características fisicoquímicas del agua	Turbiedad	NTU	Registro datos estadístico	Hipotético-deductivo
		Conductividad eléctrica	Ms/cm		
		pH	pH		
	Características de los Macrobentos	Arsénico	As		
		Plomo Cadmio	Pb Cd		
	Características de la Comunidad Planctónica	Índice BMWP/Col	Índice BMWP/Col		
		Números de especies	Números de especies		
		Números de especies	Números de especies		
		Índice de Margalef	Índice de Margalef		

## **IV. DISEÑO METODOLÓGICO**

### **4.1. Tipo y diseño de investigación**

#### **4.1.1. Tipo de investigación**

De acuerdo con Escudero y Cortez (2018): “En este nivel de investigación, ya no solo se limita a efectuar una descripción del problema observado, sino que se busca explicar el origen de las causas que provocaron el problema de estudio. Es decir, consiste en interpretar la realidad, en indicar el por qué ocurre determinada situación, ampliando de esta forma los conocimientos de la investigación exploratoria y descriptiva. Con la investigación exploratoria se enriquecen, demuestran o se aclara las teorías, corroborando o no la tesis inicial.” (p 22); por consiguiente, es fundamental evaluar como los efluentes vertidos han alterado el estado de la calidad del agua en la laguna Añilcocha mediante la evaluación de los parámetros fisicoquímicos y parámetros hidrobiológicos de tipo macrobentos y comunidad planctónica; los resultados obtenidos reflejará como se encuentra el estado de la calidad de agua en la laguna Añilcocha, la misma que inducirá a una administración elevada de la laguna, y por ello, la conservación de los macrobentos y comunidad planctónica..

#### **4.1.2. Diseño de investigación**

El diseño de la investigación es no experimental, acorde con Carrasco (2017): “Estos diseños se emplean para analizar y conocer las características, rasgos, propiedades y cualidades de un hecho o fenómeno de la realidad en un momento determinado del tiempo” (p. 72); además, el autor denomina al concepto antes referido como diseños transeccionales descriptivos; de modo que, el proyecto de investigación, sé evaluó los macrobentos y comunidad planctónica como bioindicadores para el análisis de calidad de agua de la laguna Añilcocha, la misma que se encuentra impactada por efluentes mineros.

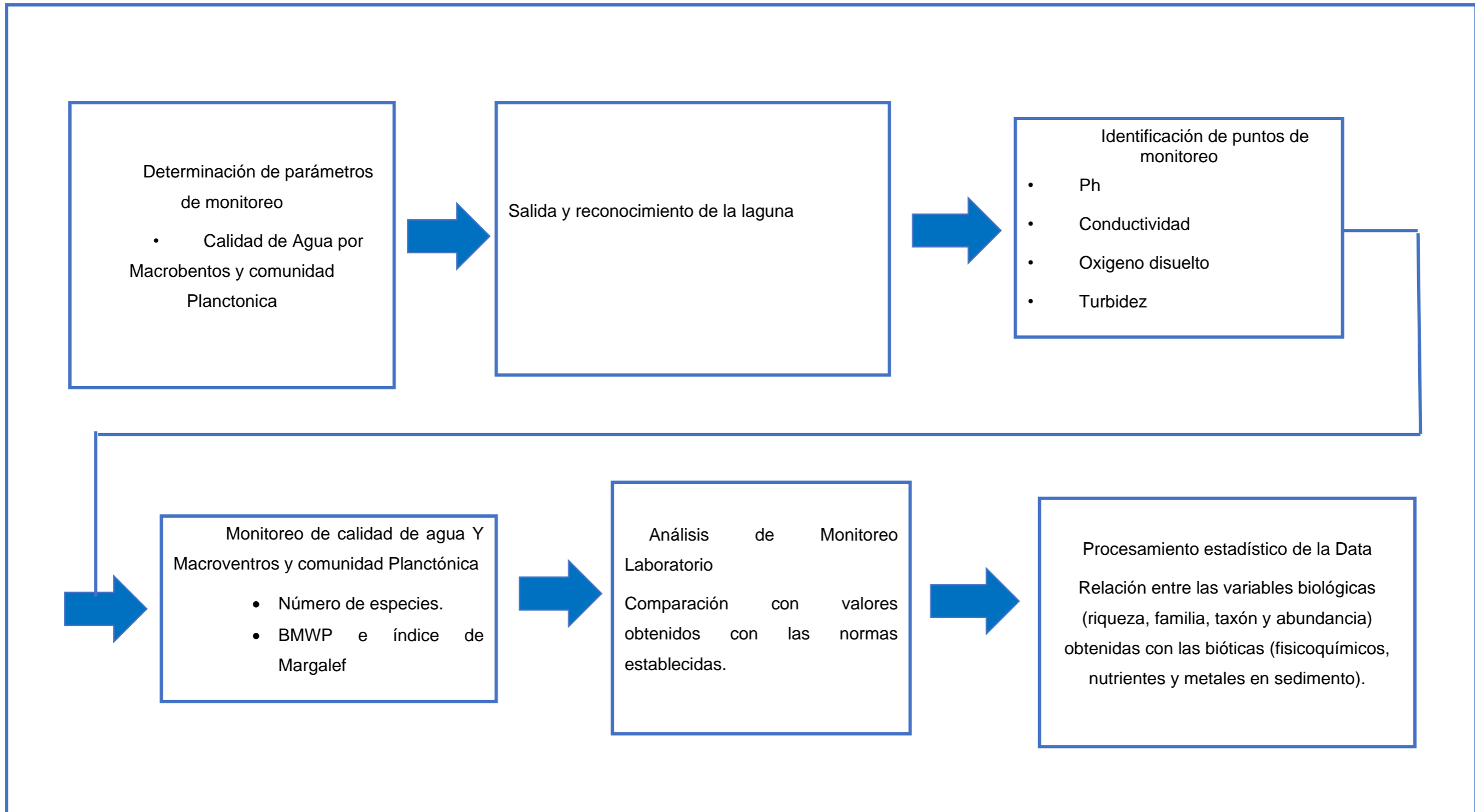
##### **a. Plan del diseño de investigación**

El plan del diseño de investigación consiste en el planteamiento de los procedimientos a desarrollar para el cumplimiento de los objetivos de esta investigación. En la Figura 1 se muestra los pasos que se han desarrollado para la realización de los monitoreos.



Figura 1

Diagrama de los procedimientos monitoreos



i. **Determinación de parámetros de monitoreo**

En principio se fue a la zona donde se encuentra la laguna Añilcocha, se analizó los puntos de monitoreo siendo Añil1, Añil 2 y Añil 3 de acuerdo con las ubicaciones de descarga que había en el año 2017.

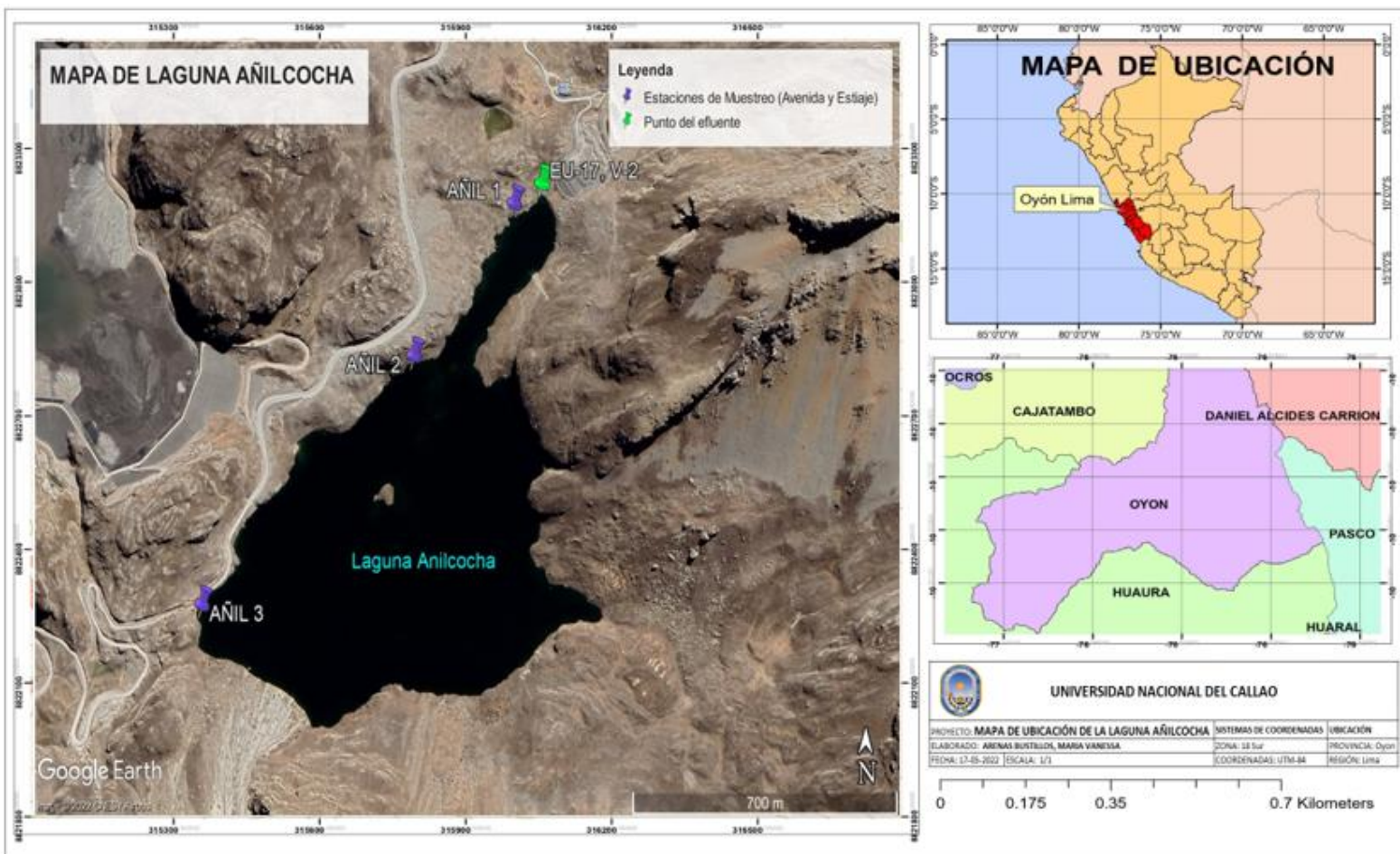
ii. **Salida y reconocimiento de las condiciones de la Laguna**

Se reconoció a la Laguna Añilcocha con la finalidad de ver las condiciones del lugar, y también se definió los puntos de monitoreo, asimismo se identificó el punto de descarga EU17.

iii. **Identificación de los puntos de muestreo**

La estrategia consistió en decidir cuantos puntos de monitoreo se realizaría y además la toma de muestra de los macrobentos y comunidad planctónica.

**Figura 2**  
**Ubicación de la Laguna Añilcocha.**



Nota. Laguna Añilcocha y los puntos de monitoreo.

#### iv. **Monitoreo de la Calidad de Agua y macrobentos, Comunidad Planctónica**

- **Para los parámetros fisicoquímicos.**

En la toma de muestra para determinar los parámetros fisicoquímicos se emplearon frascos de plásticos de boca ancha con cierre hermético, limpios y de 1 litro de capacidad, tal como se muestra en la siguiente figura 3.

**Figura 3**  
**toma de muestra en la Laguna Añilcocha.**



*Nota.* Laguna Añilcocha puntos de monitoreo los parámetros fisicoquímicos.

Se definió tres puntos de monitoreo, siendo Añil1, Añil2 y Añil 3, asimismo en el Añil 1, se encuentra el punto que fue la descarga efluentes.

- **Calidad de Agua por Macrobentos y Comunidad Planctónica**

La toma de muestra consiste en recolectar la mayor diversidad posible de macrobentos (2014). Para ello extraer cuidadosamente cada uno de los hábitats posibles en el muestreo, esto incluye el sustrato de fondo como piedra, arena, lodo, restos de vegetación,

Para el muestreo se utilizó D-Net de 500 micras para obtener el sedimento de la laguna, y el área de muestreo para estación fue de 1m x 1m. El material colectado en un envase blanco se fijó en alcohol de 70 ° y se transportó a laboratorio para su identificación (Museo de historia Natural de la UNMS).

La técnica fue basada en el libro “Métodos de colecta, identificación y análisis de comunidades biológicas”.

**Figura 4**  
**toma de muestra biológicas en la Laguna Añilcocha.**



*Nota.* Laguna Añilcocha puntos de monitoreo los parámetros biológicos.

#### **vi. Análisis de Monitoreo**

En el método consistió en la aplicación de técnicas estadísticas para recoger, procesar y analizar información a raíz de datos cuyas características principales son la variabilidad. Los datos se ordenaron en tablas estadísticas y representadas en gráficas, permitiendo sintetizar los resultados se utilizó programa Excel 2016 y past para la determinación del índice de Margalef e índice El agua superficial, el bioindicador Macrobentos, se analizaron en el laboratorio de Environmental Quality Analytical Services S.A. EQUAS. Y el análisis de Macrobentos y comunidad planctónica en el Museo Histórico Nacional de la Universidad Nacional de San Marcos.

#### **4.2. Método de investigación**

El enfoque que abordará esta investigación es del método deductivo, de acuerdo con Bernal et al., (2016) lo define como: “Este método de razonamiento que consiste en tomar conclusiones generales para explicaciones particulares. El método se inicia con el análisis de los postulados, teoremas, leyes, principios, etcétera, de aplicación universal y de comprobada validez, para aplicarlos a

soluciones o hechos particulares.” (p. 59). De allí que, la investigación se basará en aspectos macro, meso y micro.

### **4.3. Población y muestra**

#### **4.3.1. Población**

De acuerdo con Quezada (2010), “Población es la totalidad del fenómeno a estudiar en donde las unidades de población poseen una característica común, la cual se estudia y da origen a los datos de la investigación” (p. 31); en ese sentido, la población en el desarrollo del proyecto será conformada por el ecosistema acuático de la laguna Añilcocha Oyón, Lima.

#### **4.3.2. Muestra**

Según Deivi David (2020), “La muestra es una porción o un subconjunto de la población que selecciona el investigador como unidades o elementos para el estudio para obtener información confiable y representativa”, bajo este concepto, las muestras en el proyecto a desarrollar serán conformado por 3 puntos de muestreos estratégicos, en cada punto de control se analizará los macrobentos, comunidad planctónica y características fisicoquímicas.

### **4.4. Lugar de estudio y periodo desarrollado**

La zona se establecerá tres estaciones en cada temporada (húmeda y seca), con el fin de obtener información actualizada correspondiente a las características fisicoquímicas e hidrobiológicas como indicadores de la calidad de agua de la laguna.

El estudio plantea analizar puntos de control en la laguna Añilcocha, que permitan comparar la posible afectación del funcionamiento ecosistémico, como consecuencia de los sedimentos generados por los vertimientos provenientes de la Unidad Minera Uchucchacua., en un periodo de dos meses, marzo – abril del año 2022.

### **4.5. Técnicas e instrumentos para la recolección de la información**

En el presente estudio se empleará la técnica de observación, conforme con (Hernández, Fernández y Batista, (2014): “Este método de recolección de datos consiste en el registro sistemático, válido y confiable de comportamientos y situaciones observables, a través de un conjunto de categorías y

subcategorías” (p.141). Para el estudio de la evaluación hidrobiológica se empleará métodos convencionales de preservación de muestras biológicas, a fin de ser dirigidos a un laboratorio y ver su respectivo análisis.

Los indicadores para evaluar son los parámetros fisicoquímicos y plancton (fitoplancton y zooplancton) descritos en la tabla de Operacionalización de variables. (Alan, 2018)

Las técnicas analíticas de laboratorio e instrumentos que se emplearon en las mediciones se detallan en la Tabla 10.

**Tabla 6**  
**Técnicas analíticas e instrumentos**

Instrumentos	Técnica
Ficha 01: registró general.	
Ficha 02: de campo de la Comunidad Planctónica.	Observación se podrán identificar sin complicaciones los diversos resultados a través de una serie de análisis que se realizarán a los muestreos.
Ficha 03: campo de los Macrobentos	
Ficha 04: fotográficas	

Sirven de base para construir los instrumentos de investigación, para conducir experimentos, para la observación y control de variables dependientes, independientes y extrañas. Estas técnicas serán analizadas más adelante.

Los equipos, materiales y reactivos que fueron utilizados en monitoreo se detallan a continuación:

**Equipos y Herramientas**

- ✓ Bote
- ✓ Pinzas
- ✓ Mallas
- ✓ Multiparámetro
- ✓ Cámara fotográfica
- ✓ GPS

**Materiales**

- ✓ Envase para muestras
- ✓ Baldes
- ✓ Guantes
- ✓ Agua destila

#### **Reactivos**

- ✓ Soluciones preservantes
- ✓ Soluciones conservantes

#### **4.6. Análisis y procesamientos de datos**

Para el procesamiento y análisis de datos consiste en la recolección de datos en bruto para transformarlos en información entendible como gráficas, tablas, documentos, etc. Entonces, dicha información se utilizó el software estadístico Minitab 20, los parámetros individuales y las interacciones de los factores se evaluó mediante análisis de varianza T muestras relacionadas por sus siglas en inglés) en los intervalos de confianza del 95% ( $\alpha = 0.05$ ). Se usó como estadístico el p-valor y se analizó el  $R^2$  y  $R^2$  ajustado, Así también, se obtuvo gráficos de contorno bidimensionales (2D).

## V. RESULTADOS

### 5.1. Resultados Descriptivos

#### 5.1.1. Características fisicoquímicas de los efluentes de la mina Buenaventura del año 2017.

Valores comparativos de los resultados del monitoreo de efluentes con los Límites Máximos Permisibles aprobados mediante Decreto Supremo N° 010-2010-MINAM.

En la Tabla 7, se visualiza el resultado del procesamiento de las concentraciones de pH, obtenidos de los efluentes mineros durante el año 2017, durante época de estiaje y avenida. Del mismo se puede verificar que los valores de pH se mantuvieron entre 7.69 y 8.56, cumpliendo lo exigido en el Límite Máximo Permisible (LMP) para efluentes industriales de procedencia minera, aprobado mediante Decreto Supremo N° 010-2010-MINAM; considerando que el valor máximo permitido es de pH 9 y mínimo de pH 6.

**Tabla 7**  
**Resultados de monitoreo de pH**

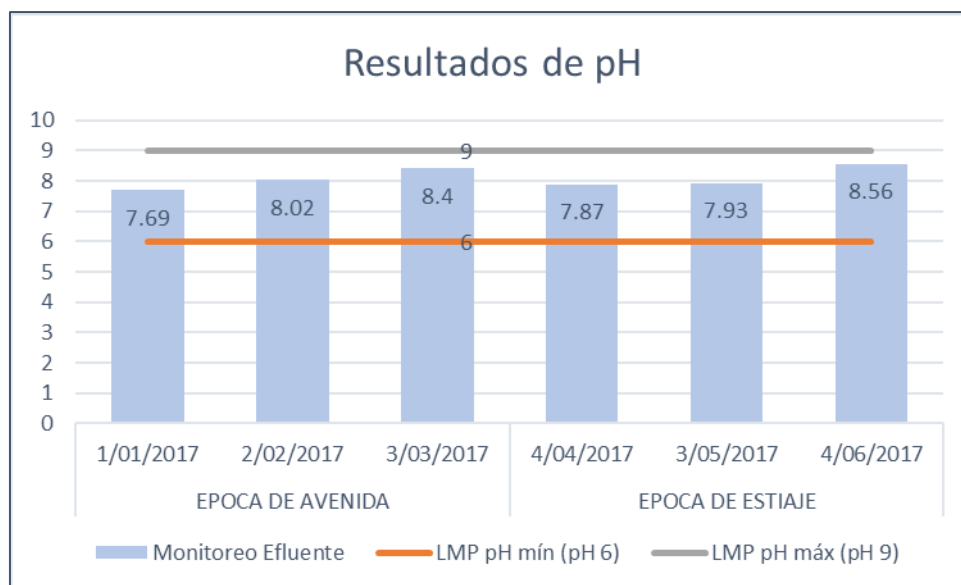
MONITOREO	LMP D.S.N° 010- 2010- MINAM	1/01/2017	2/02/2017	3/03/2017	4/04/2017	3/05/2017	4/06/2017
		Época Avenida			Época de Estiaje		
pH	6 a 9	7.69	8.02	8.4	7.87	7.93	8.56
	pH mínimo	6	6	6	6	6	6
	pH máximo	9	9	9	9	9	9

*Nota.* Los resultados pertenecen a las muestras del monitoreo del laboratorio Environmental Quality Analytical Services S.A. EQUAS.



**Figura 5**

**Resultado de monitoreo de pH**



Nota. Diagrama de barras de PH.

**5.1.2. Características de los Elementos inorgánicos de los efluentes de la mina Buenaventura del año 2017.**

**a. Arsénico**

En la Tabla 8, se verifica el resultado del procesamiento de las concentraciones de As, obtenidos de los efluentes mineros durante la época de estiaje y avenida del año 2017. En dicha Tabla se puede comprobar que el efluente industrial minero cumplió con las concentraciones de As exigidas en el LMP, registrando en todo momento valores menores a 0.008 mg/L; considerando que la concentración máxima permitida en el D.S. N° 010-2010-MINAM es de 0.1 mg/L.

**Tabla 8**

**Resultados de monitoreo de As**

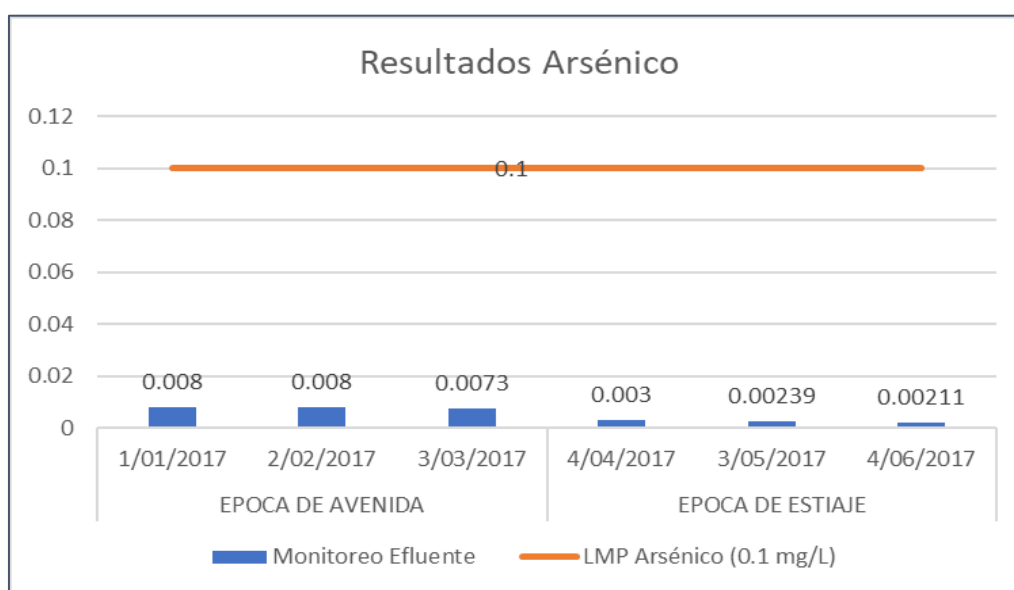
MONITOREO	LMP D.S.Nº 010- 2010- MINAM	1/01/2017	2/02/2017	3/03/2017	4/04/2017	3/05/2017	4/06/2017

		Época Avenida			Época de Estiaje		
Arsénico total	0.1 mg/L	<0.008	<0.008	0.0073	0.003	0.00239	0.00211
		0.1 mg/L	0.1 mg/L	0.1 mg/L	0.1 mg/L	0.1 mg/L	0.1 mg/L

*Nota.* Los resultados pertenecen a las muestras del monitoreo del laboratorio Environmental Quality Analytical Services S.A. EQUAS.

**Figura 6**

**Resultado de monitoreo de As.**



*Nota.* Diagrama de barras de As.

**b. Plomo**

En la Tabla 9, el plomo se ha mantenido dentro del rango que señala los LMP D.S. N° 010 - 2010 - MINAM de 0.1 mg/L, en la época de avenida los meses enero y febrero del 2017 registra 0.008 mg/L y en el mes de 03.03.2017 registra 0.0073, resultados poco más altos que en la época de estiaje siendo en el mes de abril que registra 0.003, y en el mes de mayo 0.00239 y por último en el mes de junio registra 0.00211. El procesamiento de la data ha permitido verificar que el efluente industrial minero cumplió con las concentraciones de Pb exigidas en el LMP; registrando en todo momento valores entre 0.0008 y 0.0255 mg/L

**Tabla 9**

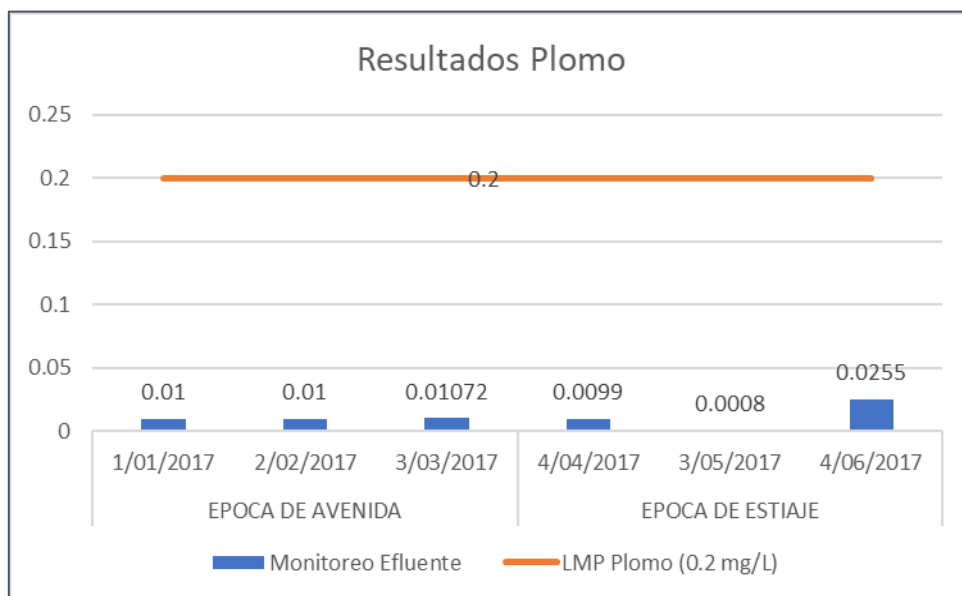
**Resultados de monitoreo de Pb**

MONITOREO	LMP D.S.Nº 010-2010- MINAM	1/01/201	2/02/201	3/03/201	4/04/201	3/05/201	4/06/201
		7	7	7	7	7	7
		Época Avenida			Época de Estiaje		
Plomo total	0.2 mg/L	0.01	0.01	0.01072	0.0099	0.0008	0.0255
		0.2 mg/L	0.2 mg/L	0.2 mg/L	0.2 mg/L	0.2 mg/L	0.2 mg/L

*Nota.* Los resultados pertenecen a las muestras del monitoreo del laboratorio Environmental Quality Analytical Services S.A. EQUAS.

**Figura 7**

**Resultado de monitoreo de Pb**



*Nota.* Diagrama de barras de Pb.

**c. Cadmio**

Mediante la Tabla 10, se verifica el procesamiento de las concentraciones de Cd, obtenidas de los monitoreos de calidad de agua del efluente industrial minero, realizadas durante el año 2017, para época de estiaje y avenida. Del resultado obtenido se puede verificar que las concentraciones de Cd se

mantuvieron por debajo de 0.001 mg/L, cumpliendo el LMP exigido en el D.S. N° 010-2010-MINAM; cuyo valor permitido es de 0.05 mg/L. A excepción de la concentración de Cd registrada en el mes de enero, en el cual se observó un valor de 114, mg/L superando los 0,05 mg/L permitidos en la legislación peruana. No obstante, es preciso indicar que del titular del proyecto no justificó el valor excedido; asimismo, no hubo un pronunciamiento administrativo por parte del Estado para fiscalizar dicha excedencia.

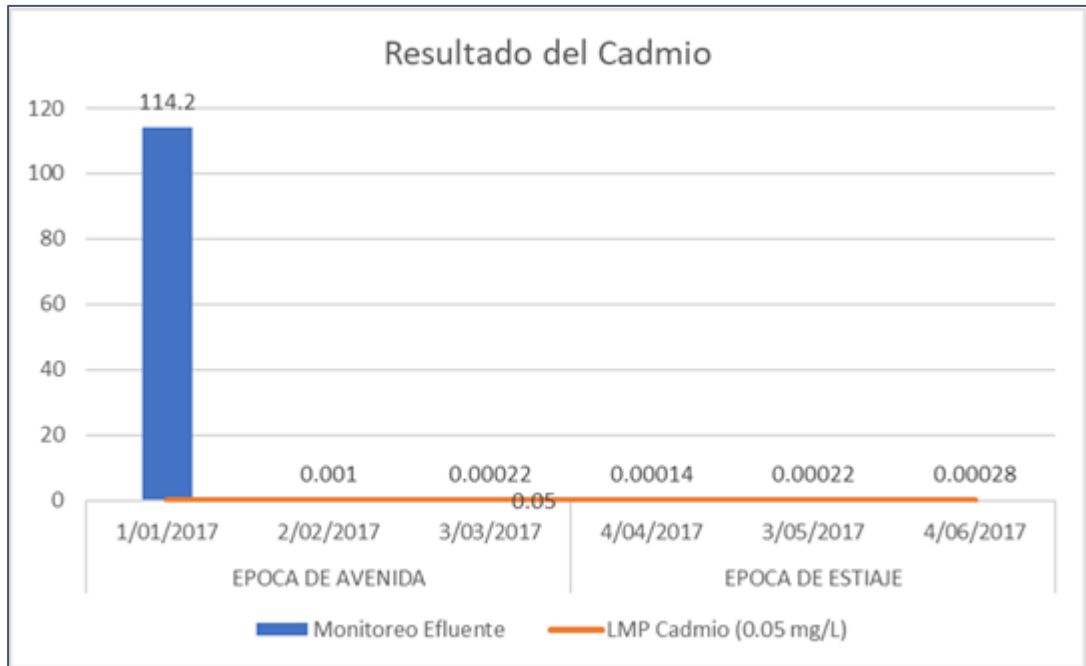
Cabe precisar que el D.S. N° 010-2010-MINAM no incluye los criterios técnicos utilizados para establecer los valores permitidos en los LMP, los cuales permitan entender claramente los niveles de contaminación por parte de los efluentes industriales mineros.

**Tabla 10**  
**Resultados de monitoreo de Cd**

MONITOREO	LMP D.S.N° 010-2010- MINAM	1/01/201	2/02/201	3/03/201	4/04/201	3/05/201	4/06/201
		7	7	7	7	7	7
		Época Avenida			Época de Estiaje		
Cadmio total	0.05 mg/L	114.2	<0.001	0.00022	0.00014	0.00022	0.00028
		0.05 mg/L	0.05 mg/L	0.05 mg/L	0.05 mg/L	0.05 mg/L	0.05 mg/L

*Nota.* Los resultados pertenecen a las muestras del monitoreo del laboratorio Environmental Quality Analytical Services S.A. EQUAS.

**Figura 8**  
**Resultado de monitoreo de Cd**



Nota. Diagrama de barras de Cd

### 5.1.3. Calidad del agua en la laguna Añilcocha, Oyón 2022 - Estándares de Calidad Ambiental – Categoría 3.

En la Tabla 8, La evaluación de los parámetros, la medición en campo se realizó con el propósito de conocer los efectos de los efluentes de la calidad agua en la laguna Añilcocha Oyón, en Lima, se presentan figuras en barras con los valores de los parámetros fisicoquímicos e inorgánicos. Asimismo, contiene las concentraciones de los Estándares de Calidad Ambiental (ECA) de Agua de la Categoría 4 - Conservación del ambiente acuático, Subcategoría E-1: Lagunas y Lagos, aprobadas mediante Decreto Supremo N° 004-2017-MINAM.

**Tabla 11**

#### **Resultados de monitoreo**

Nº Punto de monitoreo	Unidad de Medida	EPOCA DE ESTIAJE AVENIDA (MARZO)			EPOCA DE ESTIAJE (ABRIL)			ECA. Categoría 4: Conservación del ambiente acuático Subcategoría E-1: Lagunas y Lagos
		Añil 1	Añil 2	Añil 3	Añil 1	Añil 2	Añil 3	
<b>Análisis Físicoquímicos</b>								
pH	Unid. pH	7,96	8,03	8,17	7.74	7.82	7.64	6,5 a 9,0
Oxígeno Disuelto	mg/l	8,20	8,20	8,10	6.8	6.7	6.9	≥ 5
Turbiedad	UNT	2,12	1,47	1,24	0.52	0.9	2.81	
Conductividad eléctrica	(µS/cm)	554,2	569,8	609,1	585.65	5.87.60	620.00	1 000
<b>Inorgánicos</b>								
Arsénico	mg/L	0,01	0,01	0,009	0.001	0.001	0.001	0,15
Cadmio Disuelto	mg/L	< 0,003	< 0,003	< 0,003	0.011	0.003	0.003	0,00025
Plomo	mg/L	< 0,011	< 0,011	< 0,011	0.003	0.011	0.011	0,0025

*Nota.* Los resultados pertenecen a las muestras del monitoreo del laboratorio Environmental Quality Analytical Services S.A. EQUAS.

#### 5.1.4. **Características físicoquímicas de la calidad del agua en la laguna Añilcocha.**

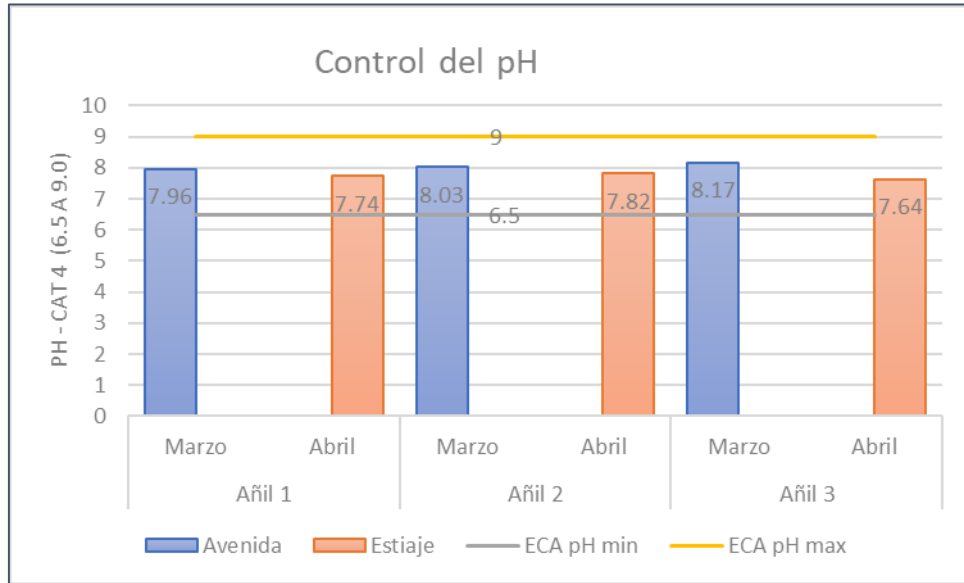
##### a. pH

En la figura 9, se muestran los valores de las concentraciones de pH obtenidas en campo, mediante el muestreo en los puntos Añil 1, Añil 2 y Añil 3; de lo cual se puede verificar que los valores de las concentraciones del pH se mantuvieron entre 7.69 y 8.56, cumpliendo lo exigido en el ECA para la Categoría 4, subcategoría E-1; cuyo valor máximo permitido es de pH 9 y mínimo de 6.5.

Cabe indicar que el pH es un factor muy importante, puesto que algunos procesos químicos sólo se pueden actuar cuando el agua presenta un determinado valor de pH. Por ejemplo, las reacciones del cloro sólo se producen cuando el pH tiene un valor entre 6.5 y 8.

**Figura 9**

**Resultado Valores correspondientes de pH**



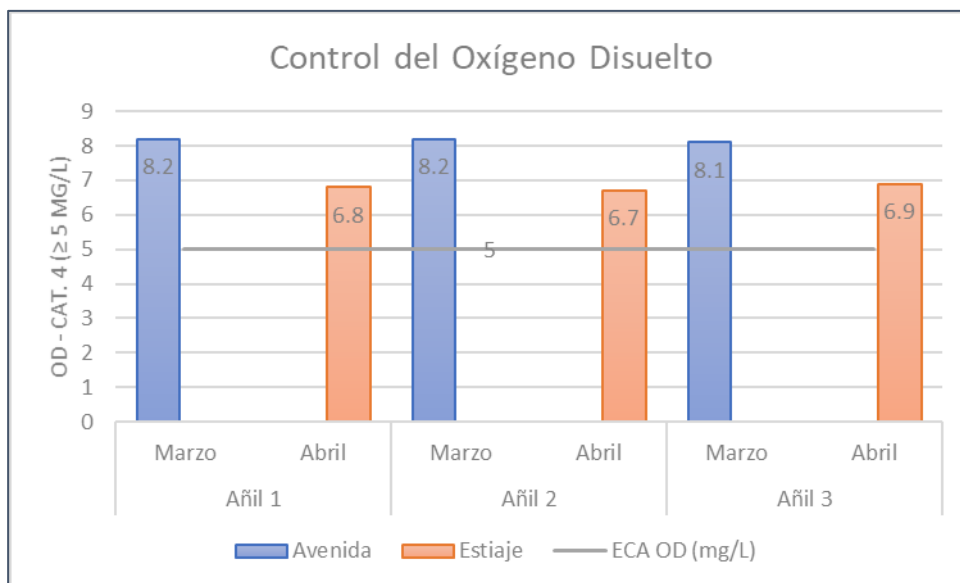
*Nota.* Diagrama de barras de pH

**b. Oxígeno disuelto**

En la figura 10, respecto al Oxígeno disuelto, verifica que las concentraciones de oxígeno disuelto se encuentran sobre los 5 mg/L establecidos en el ECA; es decir, de acuerdo con las evaluaciones de campo realizadas, para las concentraciones OD se obtuvieron valores entre 6.7 a 8.2 mg/L; lo cual es favorable para el ecosistema acuático, por existir mayor disponibilidad de oxígeno en el medio acuático, importante para el funcionamiento ecosistémico.

**Figura 10**

**Resultado Niveles de Oxígeno disuelto**



Nota. Diagrama de Oxígeno disuelto

### c. Turbiedad

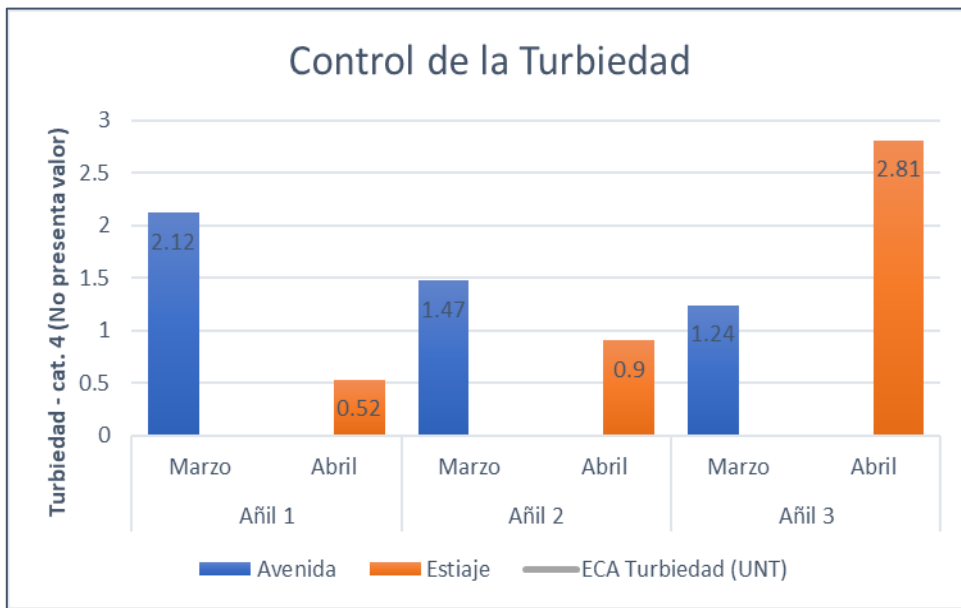
En la figura 11, se muestran los valores de la turbiedad entre 0.52 a 2.12 UNT, para los 3 puntos de monitoreo en la laguna Añilcocha; no obstante, los valores obtenidos no pueden ser comparados en el marco de la Categoría 4, subcategoría E-1, del D.S. N° 004 – 2017 del MINAM; puesto que dicha norma no presenta un valor para la turbiedad; ni justifica técnicamente la ausencia de este parámetro en la norma peruana. En ese sentido, es importante señalar que la turbiedad depende de las partículas suspendidas en el cuerpo de agua, las cuales absorben calor de la luz del sol, haciendo que las aguas turbias se vuelvan más calientes, y en consecuencia a ello se reduzca la concentración de oxígeno en el agua. Del resultado obtenido en campo, se puede considerar que durante época de avenida el punto de monitoreo Añil1 (punto más cercano a la zona donde se realizó la descarga del efluente) presentó mayor turbiedad; de lo cual se puede inferir que existen partículas sedimentadas cercanas a ese punto que son removidos durante época de avenida, lo cual repercute en la turbiedad en ese punto de la laguna durante época de avenida. Contrario a ello, se verificó que, en época seca, el punto de monitoreo Añil3 (punto más alejado a la zona donde se realizó la descarga del efluente) incremento la turbiedad a diferencia del resultado obtenido en época de avenida; lo cual permite inferir que, durante



la época de avenida, las partículas removidas desde el punto Añil1, se trasladaron al punto Añil3, resultando un incremento de la turbiedad en Añil3 que se evidenció durante época de estiaje.

**Figura 11**

**Resultado Valores Niveles de turbiedad**



Nota. Diagrama de barras de Niveles de turbiedad

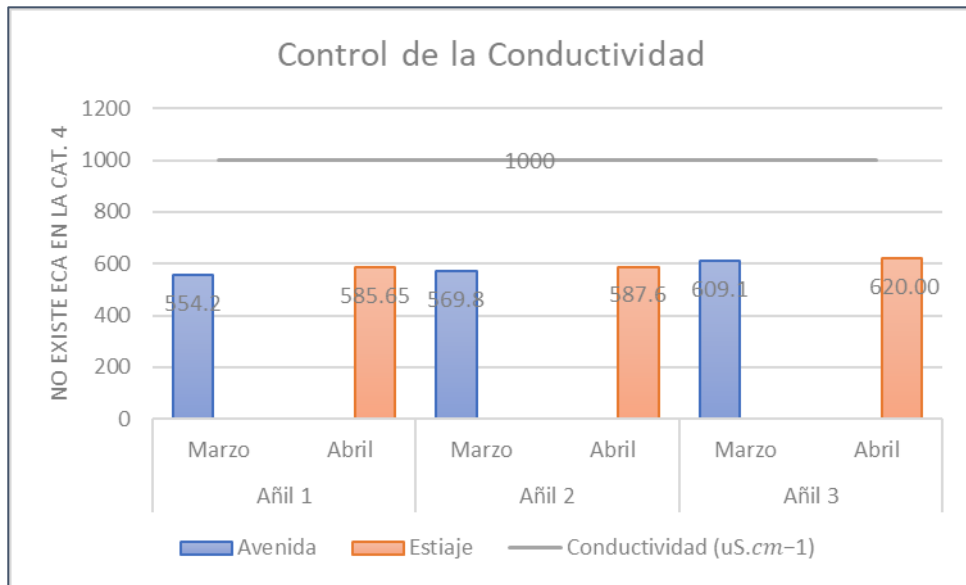
**d. Conductividad**

En la figura 12, respecto al Conductividad, se puede verificar que ningún valor de la conductividad para los puntos Añil1, Añil2 y Añil 3, durante la época de estiaje y avenida superó el ECA para la Categoría 4, subcategoría E-1; cuyo valor máximo permitido es de  $1000 \text{ uS.cm}^{-1}$ . Sin embargo, los resultados permiten evidenciar la disminución de la conductividad Eléctrica en el punto Añil1 (punto más cercano a la zona donde se realizó la descarga del efluente), en comparación con el punto Añil3; lo cual podría implicar en el punto Añil 1, la disminución de electrolitos disponibles para la subsistencia de especies, causada por la descarga de los efluentes industriales mineros. Por otro lado, se observa carencias en el D.S. N° 004 – 2017 del MINAM respecto a éste parámetro; puesto que no expone los criterios técnicos que consideró para establecer un ECA con un valor de  $1000 \text{ uS.cm}^{-1}$ ; asimismo, la norma no precisa

si dicho valor es un máximo o un mínimo a cumplir; toda vez que técnicamente ha quedado entendido que a mayor conductividad en un ecosistema acuático, mayor disponibilidad de electrolitos.

**Figura 12**

**Resultado Niveles de Conductividad.**



Nota. Diagrama de Niveles de Conductividad.

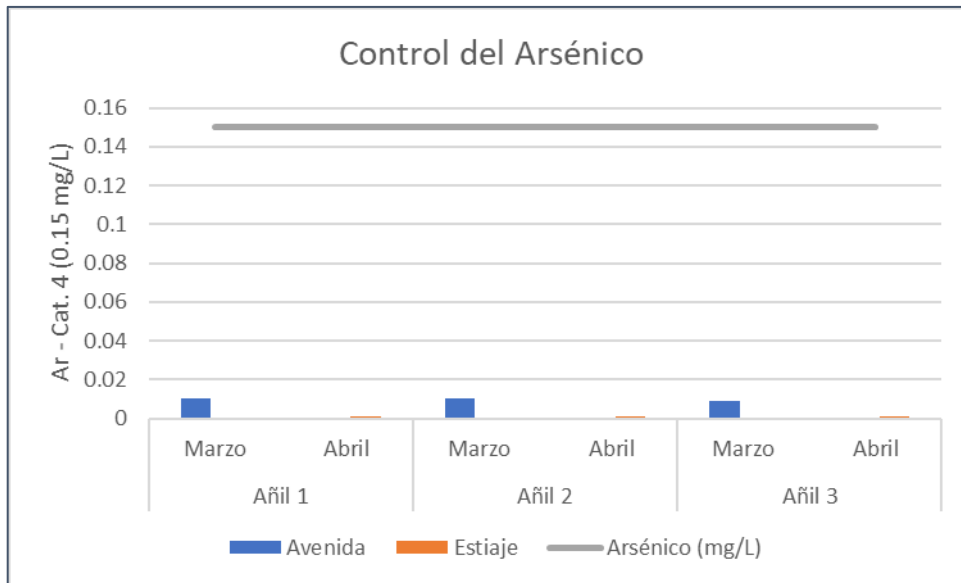
**5.1.5. Resultados de los Monitoreo de puntos de muestreo de elementos inorgánicos en la laguna Añilcocha.**

**a. Arsénico**

En la figura 11, permite verificar que las concentraciones de As de la laguna Añilcocha, cumplen con los 0.15 mg/L establecidos en el ECA para la Categoría 4, subcategoría E-1; es decir, de acuerdo con las evaluaciones de campo realizadas, para las concentraciones As se obtuvieron valores menores a 0.01 mg/L en los 3 puntos de monitoreo Añil1, Añil2 y Añil3, para la época de avenida y estiaje.

**Figura 13**

**Resultado Niveles de Arsénico.**



Nota. Diagrama de Niveles de Arsénico.

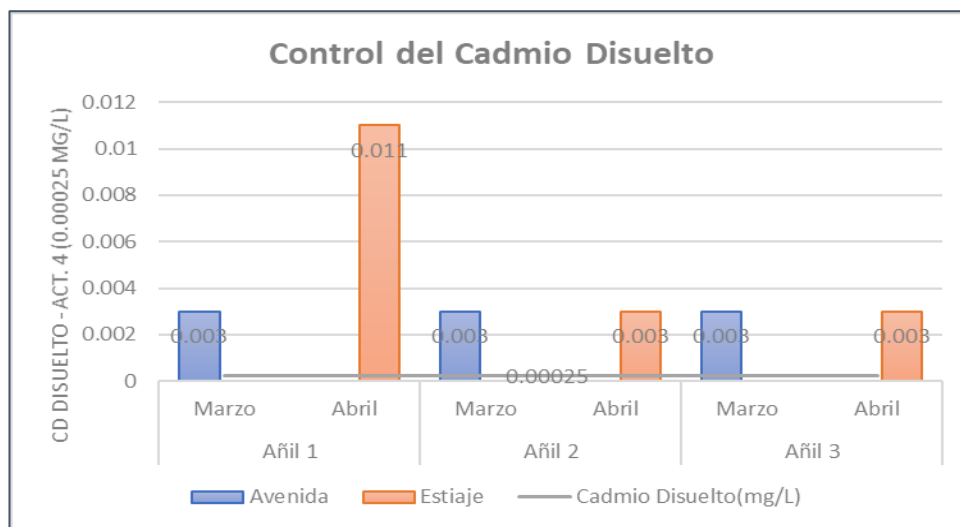
### b. Cadmio

En la figura 14, no se pudo analizar apropiadamente los resultados obtenidos para las concentraciones de Cd en los 3 puntos de monitoreo Añil1, Añil2 y Añil3, de la laguna Añilcocha; puesto que el límite de detección de la metodología utilizada por el laboratorio para el análisis del Cd es de 0.003 mg/L; mientras que el ECA permite un valor de 0.00025 mg/L. Es decir, como la metodología utilizada por el laboratorio, está limitada a detectar concentraciones de Cd mayores a 0.003 mg/l, se desconoce si en los muestreos realizados se obtuvieron valores entre 0.003 mg/L y 0.00025 mg/L; que representen incumplimiento al ECA para la Categoría 4, subcategoría E-1.

Al respecto, se verificó que el laboratorio contratado (Equas S.A.) cuenta con los permisos otorgados por el INACAL (Instituto Nacional de Calidad) para ofrecer el servicio de análisis de concentraciones de Cadmio en muestras de agua; conforme se puede visualizar en el portal web de dicha institución <https://aplicaciones.inacal.gob.pe/crtacre/>. Sin embargo, la metodología utilizada para el análisis del cadmio no permite evidenciar cumplimientos a la para la Categoría 4, subcategoría E-1 del D.S. N° 004-2017-MINAM.

**Figura 14**

**Resultado Niveles de Cadmio.**



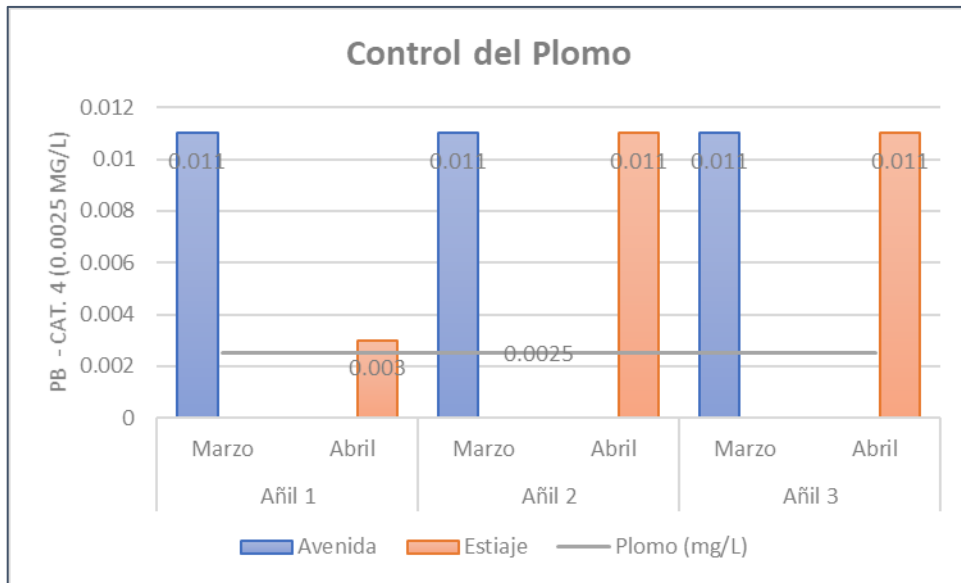
Nota. Diagrama de Niveles de Cadmio.

**c. Plomo**

En la figura 15, respecto al Plomo, se puede visualizar los resultados obtenidos para las concentraciones de Pb en los 3 puntos de monitoreo Añil1, Añil2 y Añil3, de la laguna Añilcocha. No obstante, ocurre un caso similar a lo evidenciado en el cadmio, respecto a la metodología utilizada por el laboratorio y su límite de detección; puesto que el límite de detección de la metodología utilizada por el laboratorio para el análisis del Pb es de 0.011 mg/L; mientras que el ECA permite un valor de 0.0025 mg/L. Es decir, como la metodología utilizada por el laboratorio, está limitada a detectar concentraciones de Pb mayores a 0.011 mg/l, se desconoce si en los muestreos realizados se obtuvieron valores entre 0.011 mg/L y 0.0025 mg/L; que representen incumplimiento al ECA para la Categoría 4, subcategoría E-1.

**Figura 15**

**Resultado Niveles de Plomo.**



Nota. Diagrama de Niveles de Plomo.

### 5.1.6. Macrobenetos y la comunidad planctónica en la laguna Añilcocha, Oyón 2022.

#### 5.1.6.1. Macrobenetos

En la Tabla 12, se colectó un total de 10 especies, distribuidos dentro de la clase Insecta, Clitellata Bivalva Gastropoda en los tres puntos de muestreo en el cual se registraron un total de 17,546 organismos en la siguiente tabla se muestra la composición taxonómica de las especies encontradas en la época de avenida.

Tabla 12

#### Resultados de los Macrobenetos

Phylum	Clase	Orden	Infraorden	Familia	Subfamilia	Especie	316136. 2 E / 882317 3.8 N 4346 msnm Añil-01	315834. 1 E / 882283 4.1 N 4357 msnm Añil-02	315320. 1 E / 882233 9.7 N 4336 msnm Añil-03	Total de Individuos	
Arthropoda	Insecta	Diptera	Culicomorpha	Chironomidae	Chironominae	Chironomus gr. decorus	20	-	-	20	
						Indeterminada	34	-	-	34	
		Hemiptera	Sin dato	Corixidae	Indeterminada	Indeterminada	Heterocorixa sp.	1	-	-	1
							Indeterminada	3	-	-	3
		Coleoptera	Elateriformia	Elmidae	Indeterminada	Indeterminada	Indeterminada	-	1	-	1
Indeterminada	26						-	-	26		
Annelida	Clitellata	Haplotaxida	-	Naidinae	Indeterminada	Indeterminada	26	-	-	26	
Mollusca	Bivalva	Sphaeriida	-	Sphaeriidae	Indeterminada	Indeterminada	1	-	-	1	

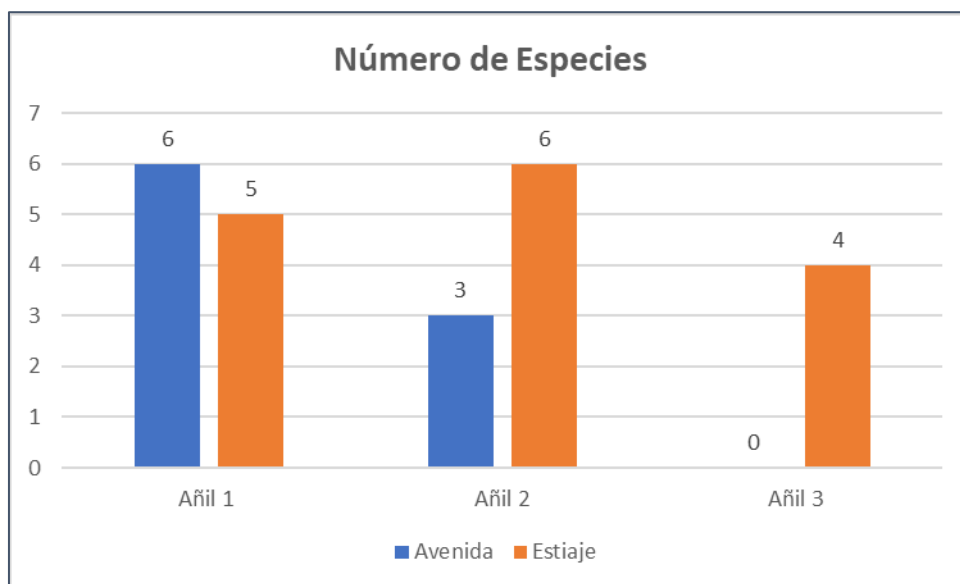
Gastropoda	Basommatophora	-	Physidae	Indeterminada	Physa sp.	-	1	-	1		
		-	Planorbidae	Indeterminada	Helisoma sp.	-	2	-	2		
							Cantidad de Individuos	85	4	0	89
							Cantidad de Especies	6	3	0	9
							Índice BMWP Col	13	14	0	-
							Calidad de agua según Índice BMWP Col	Mala	Mala	Mala	-

*Nota.* Los resultados pertenecen a las muestras del monitoreo del laboratorio Environmental Quality Analytical Services S.A. EQUAS.

### a. Número de especies

**Figura 16**

#### **Número de Especies**

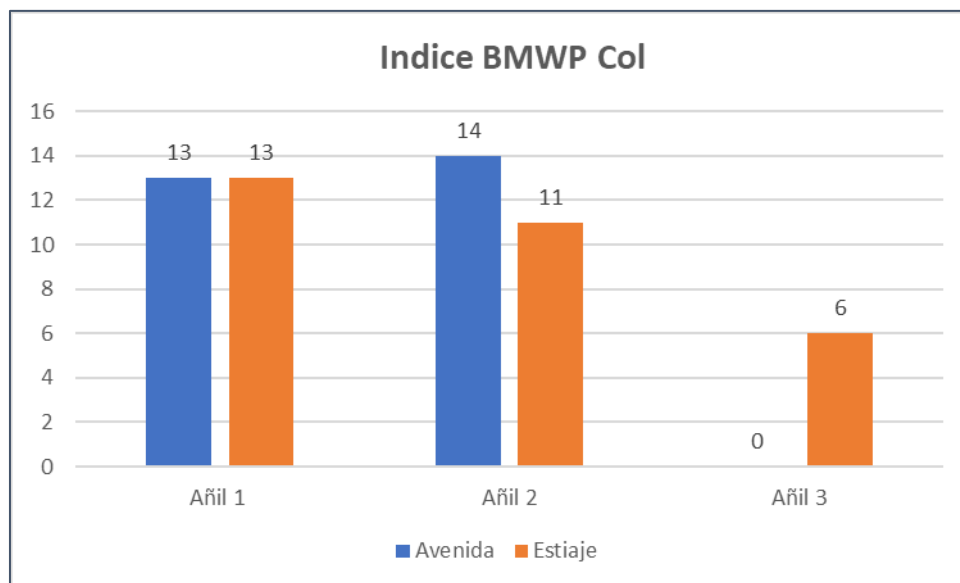


*Nota.* Diagrama de Número de Especies

### b. Índice BMWP/Col

**Figura 17**

#### **Índice Biological Monitoring Working Party (Bmwp/Col.)**



*Nota.* Índice Biological Monitoring Working Party (Bmwp/Col.)

**Tabla 13**

**Clasificación de calidad del agua mediante el Índice BMWP/COL**

Estación		BMWP/Col	Clase	Calidad de Agua	
<b>Añil 1</b>	Época de estiaje	6	V	Aguas fuertemente contaminadas	<b>ROJO</b>
	Época de avenida	5	V	Aguas fuertemente contaminadas	<b>ROJO</b>
<b>Añil 2</b>	Época de estiaje	3	V	Aguas fuertemente contaminadas	<b>ROJO</b>
	Época de avenida	6	V	Aguas fuertemente contaminadas	<b>ROJO</b>
<b>Añil 3</b>	Época de estiaje	0	V	Aguas fuertemente contaminadas	<b>ROJO</b>
	Época de avenida	4	V	Aguas fuertemente contaminadas	<b>ROJO</b>

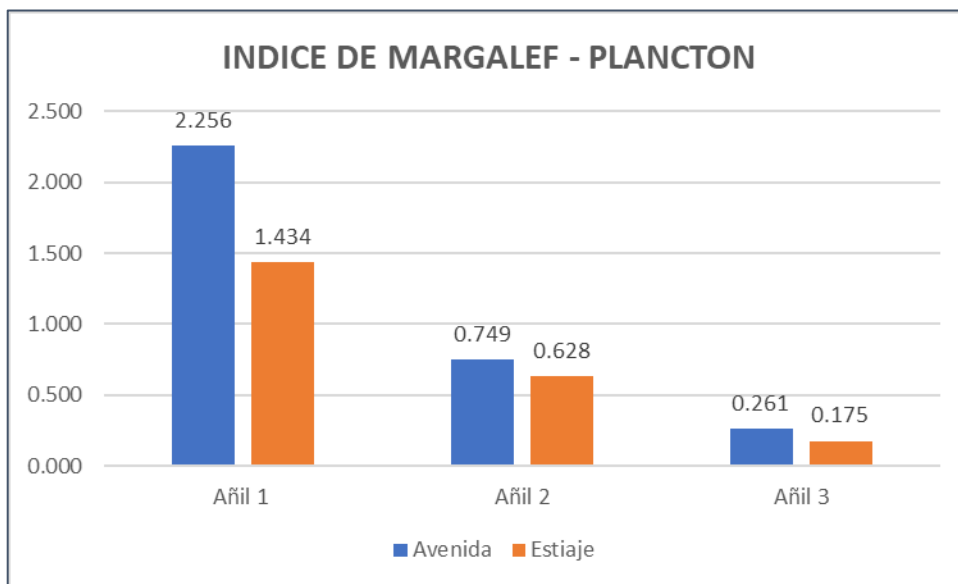
*Nota.* Los resultados pertenecen a las muestras del monitoreo del laboratorio Environmental Quality Analytical Services S.A. EQUAS.

**5.1.6.2. Características de la Comunidad Planctónica**

a. Índice de Margalef de la Comunidad Planctónica (Fitoplancton y Zooplancton)

Figura 18

*Índice de Margalef*



Nota. Diagrama de Índice de Margalef

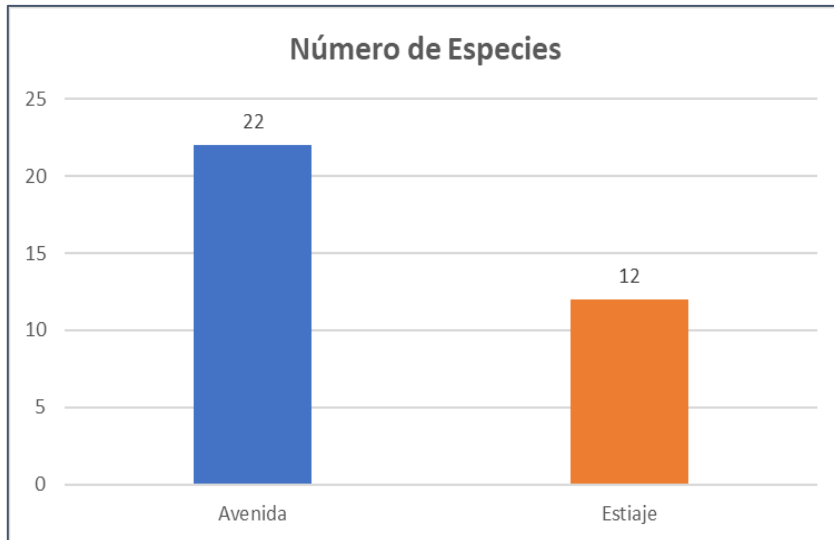
b. Número de Especies de Fitoplancton

En la figura 19, Se registró un máximo de 34 especies para la laguna Añilcocha en temporada húmeda y 17 especies en la temporada de estiaje. La riqueza de microalgas en las lagunas es directamente proporcional a la disponibilidad de hábitat, alimento, temperatura y a la cantidad de luz que cae durante el día. En el siguiente gráfico N°7 se muestra el número de especies evaluadas.

Figura 19

*Número de especies Fitoplancton*

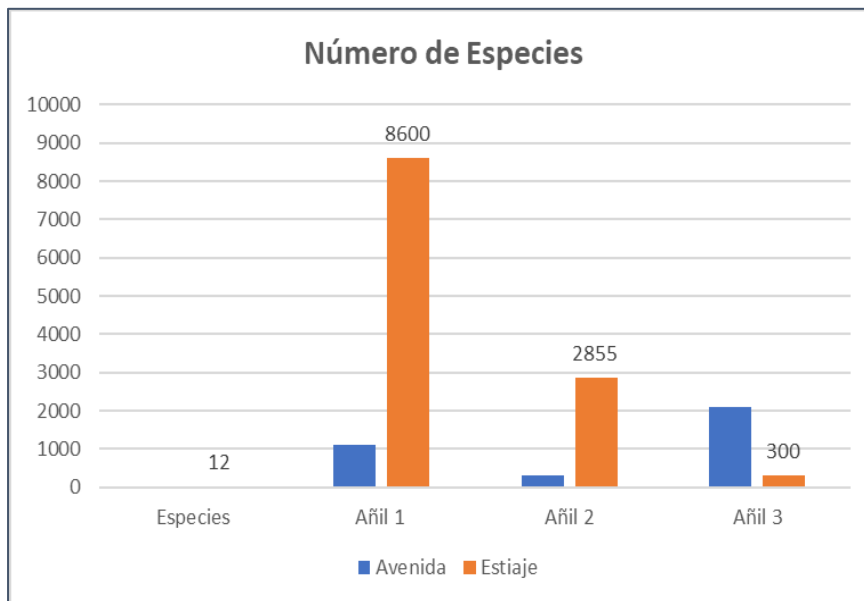




*Nota.* Diagrama de Número de especies Fitoplancton

**Figura 20**

***Número de especies Fitoplancton***



*Nota.* Número de especies Fitoplancton

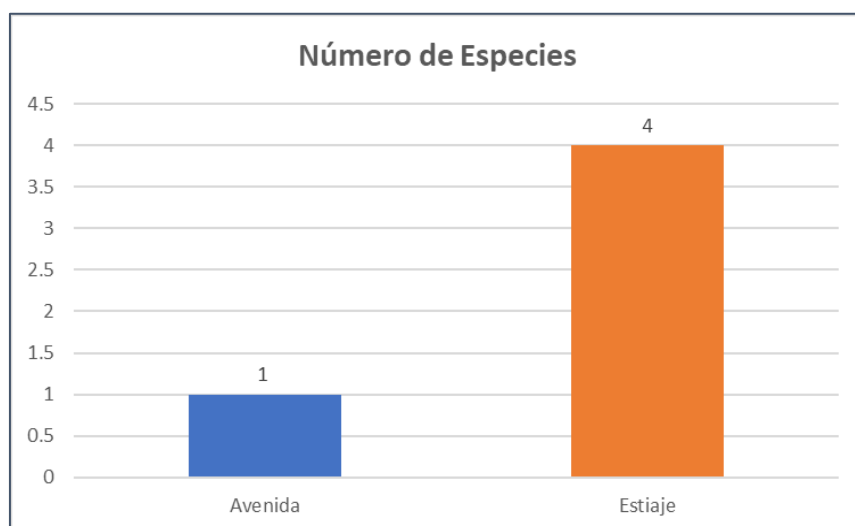
En la figura 21, Se identificó un total de 27 especies pertenecientes a seis phyla: Lobosa (tres taxa). Cercozoa (dos Taxa), Ciliphora (dos taxa), Rotifera (11 taxa), Arthropoda (ocho taxa) y Nemata (un taxón).

**c. Número de especies del Zooplancton**

Con respecto a la densidad, se evidenció que el zooplancton fue menor al del fitoplancton, esto se encuentra asociado a que los organismos animales tienen un mayor desplazamiento respecto a las microalgas, y están presentes tanto en la columna de agua o en el fondo, por eso es importante el instante de su colecta. Los valores de riqueza se consideraron como intermedios en la laguna Añilcocha, En el siguiente grafico se registraron valores de 0.95 en la temporada seca y 0.85 en la temporada húmeda respectivamente. Los valores de riqueza bajos, están relacionados a que todos los individuos colectados pertenecen a un solo grupo taxonómico

**Figura 21**

**Zooplancton**



Nota. Diagrama de *Zooplancton*

**5.1.7. Resultados descriptivos del monitoreo**

Los resultados descriptivos permiten tener un primer acercamiento al comportamiento de los datos obtenidos del diseño experimental. La tabla 4 muestra los resultados de turbidez, Conductividad eléctrica, (pH y arsénico, plomo, cadmio), como la mediana, desviación estándar, mínimo, Q1, mediana, máximo Q3, los cuales se obtuvieron de las tablas 2 y 3 respectivamente.

**Tabla 14**

**Resultados descriptivos experimentales de parámetros de efluente y calidad de agua**

Variable	N	Media	Desv.Est.	Mínimo	Q1	Mediana	Q3	Máximo
TurbiedadB (NTU) - Efl	6	8.90	12.53	1.00	1.75	3.55	15.63	33.70
Conductividad eléctrica (US/cm2)	6	569.3	112.8	408.0	483.0	566.5	668.3	714.0
Conductividad eléctrica (US/cm2)	6	569.3	112.8	408.0	483.0	566.5	668.3	714.0
pH - Efl	6	8.078	0.333	7.690	7.825	7.975	8.440	8.560
Arsénico - Efl	6	0.00513	0.00291	0.00211	0.00232	0.00515	0.00800	0.00800
Plomo- Efl	6	0.01115	0.00797	0.00080	0.00763	0.01000	0.01442	0.02550
Cadmio- Efl	6	19.0	46.6	0.0	0.0	0.0	28.6	114.2
TurbiedadB(NTU) - CA	6	1.510	0.835	0.520	0.805	1.355	2.292	2.810
Conductividad eléctrica (US/c_1)	6	587.73	24.28	554.20	565.90	586.63	611.83	620.00
pH - CA	6	7.8933	0.1963	7.6400	7.7150	7.8900	8.0650	8.1700
Arsénico - CA	6	0.00533	0.00476	0.00100	0.00100	0.00500	0.01000	0.01000
Plomo - CA	6	0.00967	0.00327	0.00300	0.00900	0.01100	0.01100	0.01100
Cadmio - CA	6	0.00433	0.00327	0.00300	0.00300	0.00300	0.00500	0.01100

## 5.2. Resultados Inferenciales

### 5.2.1. Prueba estadística de normalidad de residuales.

Para una prueba estadística paramétrica se deben de analizar los residuos ( $e_{ij}$ ) que son generados por la diferencia entre la respuesta observada ( $Y_{ij}$ ) y la respuesta predicha ( $\hat{Y}_{ij}$ ) por el modelo en cada tratamiento:

$$e_{ij} = Y_{ij} - \hat{Y}_{ij}$$

Los residuales deben cumplir si son normales, evaluando las hipótesis estadísticas de los residuales en base a la prueba de normalidad de Anderson Darling.

Siendo las hipótesis de prueba para el análisis de la normalidad:

H0: Los residuos siguen una distribución normal.

H1: Los residuos no siguen una distribución normal.

Nivel de significancia ( $\alpha$ ) = 0,05

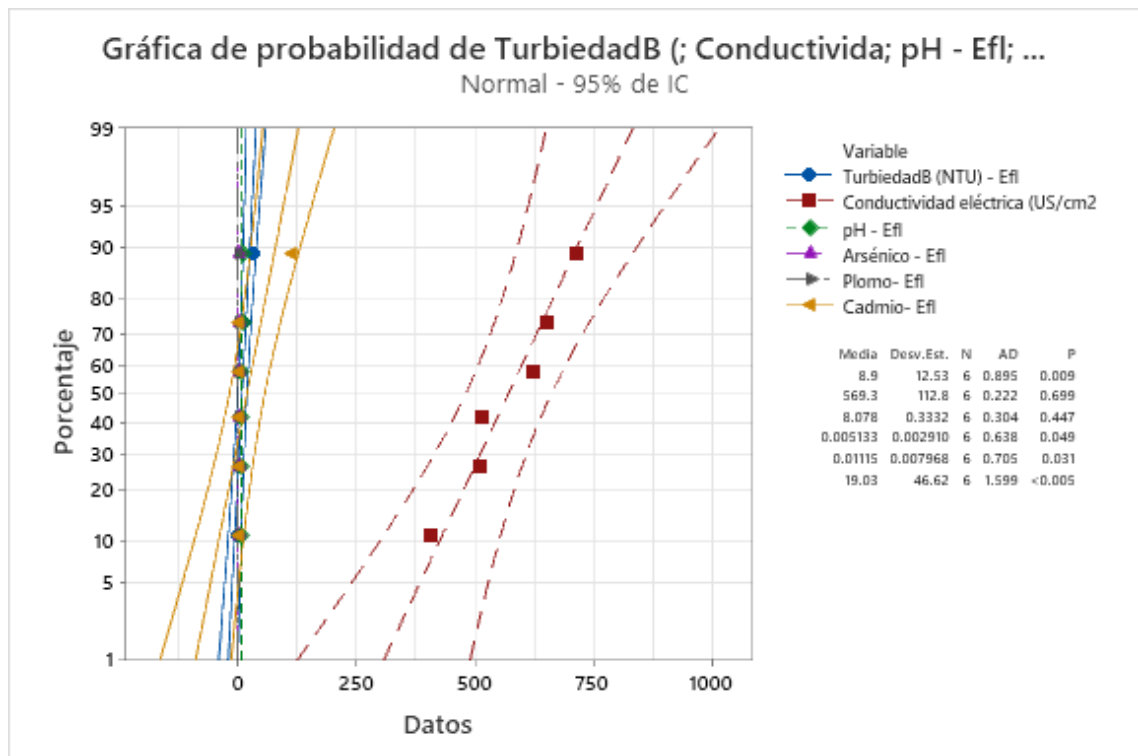
Si el valor  $p < \alpha$ , se rechaza  $H_0$

Si el valor  $p > \alpha$ , no se rechaza  $H_0$ .

La Figura 22 para la condición de normalidad de efluentes, se puede observar que a un intervalo de confianza del 95% los datos están relativamente cerca de la línea de distribución normal ajustada con un coeficiente de correlación (AD) mayores a = 0.05 y el valor  $p = 0,05$  es menor que el nivel de significancia de 0,05; por lo tanto, hay suficiente evidencia estadística para rechazar la hipótesis nula( $H_0$ ), por lo se concluye que los datos siguen una distribución no normal.

**Figura 22**

**Gráfica de probabilidad normal de residuos de efluente.**

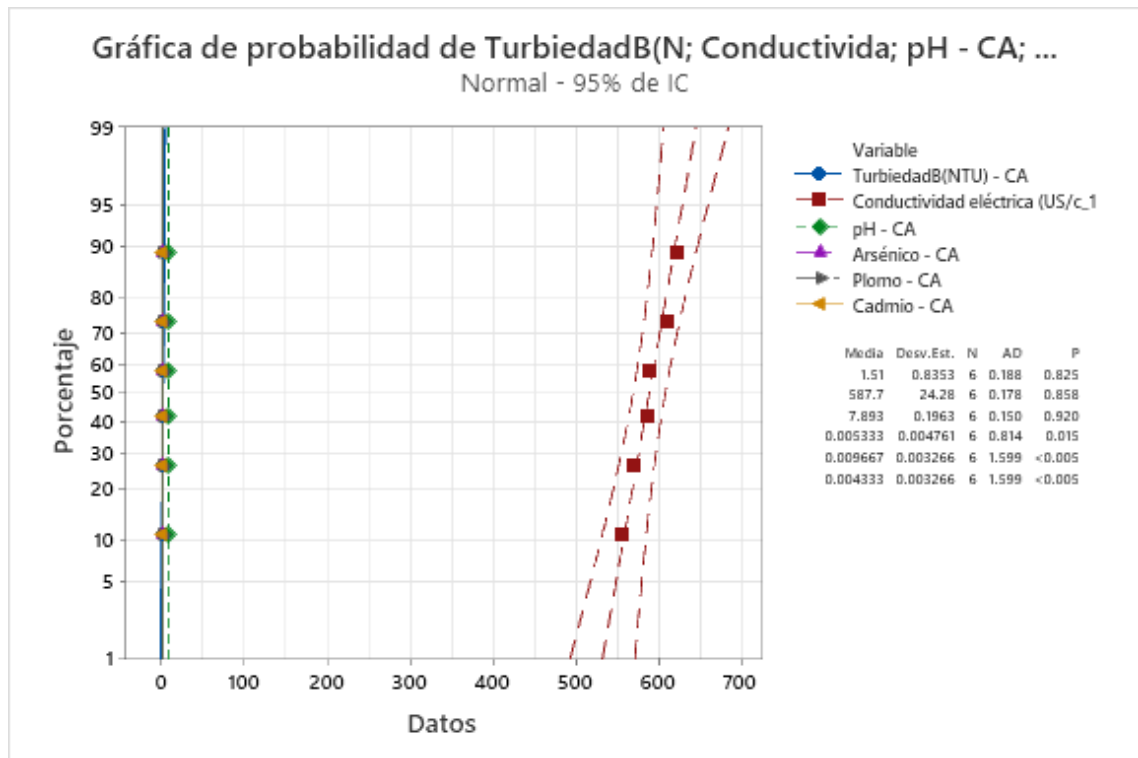


*Nota:* Resultados obtenidos en el software estadístico Minitab 20.

En la Figura 23, para la condición de normalidad de calidad de agua, se puede observar que a un intervalo de confianza del 95% los datos están relativamente cerca de la línea de distribución normal ajustada con un coeficiente de correlación (AD) mayores a = 0.05 y el valor p = 0,05 es menor que el nivel de significancia de 0,05; por lo tanto, hay suficiente evidencia estadística para rechazar la hipótesis nula(H0), por lo que se concluye que los datos siguen una distribución no normal.

**Figura 23**

**Gráfica de probabilidad normal de residuo calidad de agua.**



*Nota:* Resultados obtenidos en el software estadístico Minitab 20.

**5.2.2. Prueba Hipótesis estadística para efluentes de la mina buenaventura y calidad del agua en la laguna añilcocha oyón.**

Las hipótesis estadísticas son:

H0:  $\tau_1=\tau_2=\tau_3=\tau_4=\tau_5=\tau_6=\tau_7=\tau_8$ , todas las medias (promedios)

H1:  $\tau \neq 0$ , por lo menos una media es diferente.

Nivel de significancia ( $\alpha$ ) = 0,05

Si el valor  $p < \alpha$ , se rechaza H0; Si el valor  $p > \alpha$ , no se rechaza H0

En la Tabla 12, en el análisis de varianza, el valor p del efluente es menor que el nivel de significancia utilizado de 0,05 a un nivel de confianza del 95%, donde existe suficiente evidencia estadística para rechazar la hipótesis nula. Por lo tanto, se concluye que las medias de los tratamientos difieren; es decir el efluente influye de manera significativa en la presencia de macrobentos y la comunidad planctónica en la laguna Añilcocha, Oyón.

**Tabla 15**

*Análisis de varianza (ANOVA) de efluente.*

Fuente	Var	% del total	EE de la var.	Valor Z	Valor p
Efluente	5.16163E+04	94.20%	1.94367E+04	2.655605	0.004
Error	3179.330292	5.80%	1160.927279	2.738613	0.003
Total	5.47956E+04				

*Nota:* Resultados obtenidos del software estadístico Minitab 19.

**Tabla 16**

*Análisis Información del factor*

Factor	Tipo	Niveles	Valores
Efluente	Aleatorio	18	(NTU)Efl1; (NTU)Efl2; (NTU)Efl3; (US/cm2)Efl1; (US/cm2)Efl2; (US/cm2)Efl3; AsEfl1; AsEfl2; AsEfl3; CdEfl1; CdEfl2; CdEfl3; PbEfl1; PbEfl2; PbEfl3; pHEfl1; pHEfl2; pHEfl3
Época	Fijo	6	Humeda1; Humeda2; Humeda3; Seca1; Seca2; Seca3

Nota: Resultados obtenidos del software estadístico Minitab 19.

### 5.2.3. Estadísticos de bondad en el efluente.

Se observa en la Tabla 14, que el coeficiente de determinación ( $R^2$  ajustado) es de 97.04% el cual es un valor adecuado de ajuste del modelo, donde nos indica el efluente influye de manera significativa en la presencia de macrobentos y la comunidad planctónica en la laguna Añilcocha, Oyón.

**Tabla 17**

*Resumen del modelo.*

S	R-cuadrado	R-cuadrado(ajustado)
56.3856	97.04%	96.54%

Nota: Resultados obtenidos del software estadístico Minitab 19.

Donde:

- S: Representa la desviación estándar se utiliza para evaluar qué tan bien el modelo describe la respuesta.
- $R^2$ : Es el porcentaje de variación en la respuesta que es explicada por el modelo, Mientras mayor sea el valor de  $R^2$ , mejor se ajustará el modelo a los datos.  $R^2$  siempre está entre 0% y 100%.
- $R^2$  (ajustado): Se utiliza  $R^2$  ajustado cuando se desee comparar modelos que tengan diferentes números de predictores.

En la Tabla 15, en el análisis de varianza, el valor p de la calidad de agua es menor que el nivel de significancia utilizado de 0,05 a un nivel de confianza del 95%, donde existe suficiente evidencia estadística para rechazar la hipótesis nula. Por lo tanto, se concluye que las medias de los tratamientos difieren; es decir, la calidad de agua influye de manera significativa la presencia de macrobentos y la comunidad planctónica en la laguna Añilcocha, Oyón.

**Tabla 18**

*Análisis de varianza (ANOVA) de calidad de agua*

Fuente	Var	% del total	EE de la var.	Valor Z	Valor p
Calidad de agua	5.72523E+04	99.93%	2.09130E+04	2.737646	0.003
Error	40.409477	0.07%	14.755455	2.738613	0.003
Total	5.72927E+04				

*Nota:* Resultados obtenidos del software estadístico Minitab 19.

**Tabla 19**

*Análisis de Información del factor*

Factor	Tipo	Niveles	Valores
Calidad de agua	Aleatorio	18	(NTU)CA1; (NTU)CA2; (NTU)CA3; (US/cm2)CA1; (US/cm2)CA2; (US/cm2)CA3; AsCA1; AsCA2; AsCA3; CdCA1; CdCA2; CdCA3; PbCA1; PbCA2; PbCA3; pHCA1; pHCA2; pHCA3
Epoca	Fijo	6	Humeda1; Humeda2; Humeda3; Seca1; Seca2; Seca3

*Nota:* Resultados obtenidos del software estadístico Minitab 19.

#### **5.2.4. Estadísticos de bondad en la calidad de agua**

Se observa en la Tabla 17, que el coeficiente de determinación ( $R^2$  ajustado) es de 99,96% el cual es un valor adecuado de ajuste del modelo, donde nos indica que la calidad de agua influye en la presencia de macrobentos y la comunidad planctónica en la laguna Añilcocha, Oyón.

**Tabla 20**

*Resumen del modelo.*

S	R-cuadrado	R-cuadrado(ajustado)
6.35684	99.96%	99.96%



*Nota:* Resultados obtenidos del software estadístico Minitab 19.

Donde:

- S: Representa la desviación estándar se utiliza para evaluar qué tan bien el modelo describe la respuesta.
- $R^2$ : Es el porcentaje de variación en la respuesta que es explicada por el modelo, Mientras mayor sea el valor de  $R^2$ , mejor se ajustará el modelo a los datos.  $R^2$  siempre está entre 0% y 100%.
- $R^2$  (ajustado): Se utiliza  $R^2$  ajustado cuando se desee comparar modelos que tengan diferentes números de predictores.

## VI. DISCUSIÓN DE RESULTADOS

### 6.1. Contrastación y demostración de la hipótesis con los resultados

#### 6.1.1. *Contrastación con la hipótesis general*

**H<sub>0</sub>:** Los efluentes de la mina buenaventura no afectan significativamente la calidad del agua y la presencia de macrobentos y la comunidad planctónica en la laguna Añilcocha, Oyón 2022.

**H<sub>1</sub>:** Los efluentes de la mina buenaventura afectan significativamente la calidad del agua y la presencia de macrobentos y la comunidad planctónica en la laguna Añilcocha, Oyón 2022.

En la tabla 12, los efluentes de la mina buenaventura afectan significativamente con valor  $p = 0,05$  es menor que el nivel de significancia de  $0,05$ ; por lo tanto, hay suficiente evidencia estadística para rechazar la hipótesis nula( $H_0$ ) y acepta la alternativa ( $H_1$ ), los efluentes si influyen de manera significativa calidad biótica del agua macrobentos y la comunidad planctónica en la laguna Añilcocha, Oyón.

#### 6.1.2. *Contrastación con la hipótesis específica 1*

**H<sub>0</sub>:** Los efluentes de la mina Buenaventura no afectan las características fisicoquímicas de la calidad de agua macrobentos y la comunidad planctónica en la laguna Añilcocha Oyón.

**H<sub>1</sub>:** Los efluentes de la mina Buenaventura afectan las características fisicoquímicas de la calidad de agua macrobentos y la comunidad planctónica en la laguna Añilcocha Oyón.

En la tabla 12, las características fisicoquímicas de la calidad de agua afectan significativamente con valor  $p = 0,05$  es menor que el nivel de significancia de  $0,05$ ; por lo tanto, hay suficiente evidencia estadística para rechazar la hipótesis nula( $H_0$ ) y acepta la alternativa ( $H_1$ ), características fisicoquímicas de la calidad de agua diferentes que influyen de manera significativa calidad biótica del agua macrobentos y la comunidad planctónica en la laguna Añilcocha, Oyón.

### **6.1.3. Contrastación con la hipótesis específica 2**

**H<sub>0</sub>:** Los efluentes de la mina Buenaventura que tienen elementos inorgánicos no afectan la calidad del agua, macrobentos y comunidad planctónica en la laguna Añilcocha Oyón 2022.

**H<sub>1</sub>:** Los efluentes de la mina Buenaventura que tienen elementos inorgánicos afectan la calidad del agua, macrobentos y comunidad planctónica en la laguna Añilcocha Oyón 2022.

En la tabla 12, los efluentes de la mina buenaventura afectan significativamente con valor  $p = 0,05$  es menor que el nivel de significancia de 0,05; por lo tanto, hay suficiente evidencia estadística para rechazar la hipótesis nula(H<sub>0</sub>) y acepta la alternativa (H<sub>1</sub>), los efluentes son diferentes que influyen de manera significativa calidad del agua, macrobentos y comunidad planctónica en la laguna Añilcocha Oyón.

## **6.2. Contrastación de los resultados con otros estudios similares**

### **6.2.1. Macrobentos y la comunidad planctónica en la laguna Añilcocha, Oyón mediante los efluentes de la mina Buenaventura afectan la calidad del agua.**

En el estudio realizado por Flores et al. (2018) en su artículo titulado “Evaluación de parámetros fisicoquímicos y metales pesados en agua y sedimento superficial de la Laguna de las Ilusiones, Tabasco, México” los parámetros fisicoquímicos y metales (Pb, Cd, Mn, Zn, Cr, Al y Ni) en agua y sedimento superficial de la Laguna afectan la calidad del agua. Macrobentos y la comunidad planctónica; mientras que en el presente trabajo se observa que los parámetros fisicoquímicos si afectan Macrobentos y la comunidad planctónica en la laguna Añilcocha.

### **6.2.2. Macrobentos y la comunidad planctónica en la laguna Añilcocha, Oyón mediante las características fisicoquímicas de la calidad del agua.**

En el estudio realizado por (Pinedo, 2017). en su tesis titulada “Contaminación del agua del río marañón por vertido de metales traza de relaves del pasivo ambiental de la compañía minera poderosa”, la causa de la presencia

de los metales traza de la Minera Poderosa SA influye en la calidad del agua de la cuenca del Río, mientras que en el presente trabajo se observa que las características fisicoquímicas si afectan Macrobenos y la comunidad planctónica en la laguna Añilcocha.

### **6.2.3. Macrobenos y la comunidad planctónica en la laguna Añilcocha, Oyón mediante los elementos inorgánicos afectan la calidad del agua.**

En el estudio realizado Buenaño et al., 2018) en su artículo titulado “Macroinvertebrados Bentónicos como Indicadores de Calidad de Agua En La Cuenca Del Pachanlica, Provincia De Tungurahua, Ecuador”, la características de los hábitats acuáticos determinan la composición de especies de animales y plantas acuáticos, pudiendo estos ser usados como bioindicadores de calidad ambiental, los mismos que brindan información sobre la calidad del agua a ucosto inferior comparándolos con el monitoreo de parámetros fisicoquímicos, mientras que en el presente trabajo se observa que los elementos inorgánicos afectan la calidad del agua si afectan Macrobenos y la comunidad planctónica en la laguna Añilcocha..

### **6.3. Responsabilidad ética**

La presente tesis titulada, “Efluentes de la mina buenaventura y los efectos en la calidad del agua, macrobenos y comunidad planctonica de la laguna añilcocha oyón, 2022” los tesisas señalan que su responsabilidad, autenticidad y confiabilidad con respecto a la autoría de otros estudios, con el código de ética de investigación aprobado por RDU N° 210-2017-CU, así como con la directiva N° 004-2022-R, ambas establecidas por la Universidad Nacional del Callao.

## CONCLUSIONES

- Las características fisicoquímicas y características inorgánicas de los efluentes si influyen alterando considerablemente la abundancia y riqueza de los macrobentos como bioindicadores hidrobiológicos que por su presencia o tipo de especie se puede definir el estado de calidad agua de la Laguna Añilcocha.
- Respeto al objetivo general se verificó que las concentraciones del potencial de Hidrógeno (pH), arsénico total, plomo total y cadmio total, cumplieron con los LMP establecidos en el Decreto Supremo N° 010-2010-MINAM; a excepción de la concentración del Cd en el mes de enero, en el cual se observó un valor de 114, mg/L superando los 0,05 mg/L permitidos en la legislación peruana. No obstante, el titular del proyecto no justificó el valor excedido; asimismo, no hubo un pronunciamiento administrativo por parte del Estado para verificar dicha excedencia. Por otro lado, cabe precisar que la citada norma no referenció los criterios técnicos utilizados para establecer los valores permitidos en los LMP, los cuales permitan entender niveles de contaminación por parte de los efluentes industriales mineros
- El CADMIO y PLOMO No se pudo analizar apropiadamente los resultados obtenidos para las concentraciones de Cd y Pb, en los 3 puntos de monitoreo Añil1, Añil2 y Añil3, de la laguna Añilcocha, en ninguna de las épocas (estaje y avenida); puesto que el límite de detección de la metodología utilizada por el laboratorio para el análisis del Cd es de 0.003 mg/L; mientras que el ECA permite un valor de 0.00025 mg/L; asimismo, el límite de detección de la metodología utilizada por el laboratorio para el análisis del Pb es de 0.011 mg/L; mientras que el ECA permite un valor de 0.0025 mg/L. Es decir, como las metodologías utilizadas por el laboratorio, están limitada a detectar concentraciones de Cd y Pb superiores al ECA, se desconoce si en alguno de los muestreos realizados se obtuvieron valores entre el límite detectable y el valor permitido en el

ECA para la Categoría 4, subcategoría E-1; por lo que no se pudo determinar el cumplimiento de ambos parámetros.

- De la revisión del registro de las concentraciones de los parámetros evaluados del vertimiento industrial minera de la mina Buenaventura 2017, se verifica para la temporada de avenida y estiaje de que todos los parámetros evaluados cumplen con LMP establecidos en el D.S.010-2010 MINAM, por lo que, que de acuerdo a esta norma se podría concluir que al evidenciar el cumplimiento de los LMP, se asocia la idea de que estos efluentes mineros no habrían afectado la calidad del agua de la laguna Añilcocha.
- Los resultados de los monitoreos fisicoquímicos realizados en la laguna Añilcocha que las concentraciones de los parámetros evaluados cumplen con los Estándares de Calidad Ambiental ECA de la Cat.4 E1 del DS 004-2017- MINAM, en ese sentido, de acuerdo con la legislación y normatividad peruana se podría indicar conforme al cumplimiento de los ECA, no existiría contaminación o afectación de la calidad del agua.
- De acuerdo con la taxonomía y grupo de familias existentes de los macrobentos comparados con los índices BWM/Col se obtuvo la calidad del agua de regular a mala calidad lo cual representa presencia de contaminación en la Laguna Añilcocha.

## RECOMENDACIONES

- El cambio de los Estándares de Calidad Ambiental y los LMP incluyan criterios técnicos de los valores, que permitan entender claramente niveles de contaminación desde aplicación de acuerdo con cada proceso industrial.
- Los ECAS deben incluir parámetros asociados con los procesos industriales propiamente para cada proceso o con los vertimientos industriales.
- El INACAL asegure las metodologías para el análisis de calidad de agua y sus límites de detección sean coherentes con las concentraciones de los parámetros o indicadores de los LMP y los ECAS.
- Los ECA incluyan bioindicadores preferiblemente macrobentos y comunidad planctónica con especies de mayor sensibilidad a la carga contaminante.
- Adaptar un índice BMWP aplicable a las familias de macrobentos propias a nuestra región a nuestra lagunas altitudinales o ecosistemas acuáticos del territorio peruano.
- Se recomienda realizar estudios de calidad de agua de todos los ecosistemas acuáticos que puedan estar siendo amenazados por actividades mineras u otros, la misma es con la finalidad de evidenciar que los efluentes alteran, modifican y perjudican un estado natural y de esta manera existiría una mejor administración en conservar nuestro ecosistema.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Abanto, V. (2015). Evaluación ecosistémica de tres lagunas altoandinas en la Provincia de Pataz - Departamento La libertad, 2015 (tesis de pregrado). Universidad nacional de Trujillo, Trujillo, Perú.
- Adesalu, T., Olakunbi, A., y Kunrunmi, L. (2016). Water quality assessments: A case study of plankton and macrobenthic invertebrates of Porto-Novo and parts of Gulf of Guinea. *Journal of Aquatic Sciences*, 31(1), 39-66.
- Aguirre J.F. 2011. Validación de los indicadores biológicos (macroinvertebrados) para el monitoreo de la cuenca del río Yanuncay (Tesis pregrado). Universidad Politécnica salesiana sede cuenca. Ecuador.
- Argomedeo, E; Y Carbajal, I. Influencia del tamaño de partícula y tiempo de contacto de la borra de café en la remoción de plomo II de efluente minero, Quiruvilca (Tesis pregrado). Universidad Privada del Norte: Perú. 2019, 86pp.
- Atencio, S. Análisis de la calidad del agua para consumo humano y percepción local en la población de la localidad de San Antonio de Rancas, del distrito de Simón Bolívar, provincia y región Pasco-2018. (Tesis pregrado). Universidad Nacional Daniel Alcides Carrión: Perú. 2018, 142pp.
- ANA (Autoridad Nacional de Agua) (2015). Resolución jefatural.
- ANA (Autoridad Nacional de Agua) (2018). Resolución jefatural.
- APONTE, Wilfredo. Neutralización y Coagulación del efluente ácido de mina para la precipitación de metales totales en la Compañía Minera Aurífera Santa Rosa S.A. (Tesis maestría). Universidad Nacional del Centro del Perú: Perú. 2020, 115pp.
- Armenteras, D., Gast, F. y Villareal, H. 2003. Andean forest fragmentation and the representativeness of protected natural areas in the eastern Andes, Colombia. *Biological Conservation* 113: 245-256.
- Basset A., Sangiorgio, F. y Pinna, M. (2004). Monitoring with benthic macroinvertebrates: advantages and disadvantages of body size descriptors. *Aquatic Conservation: Marine and Freshwater Ecosystems* 14: 43-58.
- Baylón, M., Roa, K., Libio, T., Tapia, L., Jara, E., Macedo, D., Salvatierra, A., y Dextre, Al. (2018). Evaluación de la diversidad de algas fitoplanctónicas como indicadores de la calidad del agua en lagunas altoandinas del departamento de Pasco (Perú). *Ecología Aplicada*, 17(1), 119-132.



- Begazo, R. (2018). Identificación de la comunidad de macroinvertebrados en la sub-cuenca media del río chili para determinar su calidad mediante la aplicación de índices bióticos (Tesis de pregrado). Universidad nacional de San Agustín de Arequipa, Arequipa, Perú.
- Buenaño, M., Zurita-Vásquez, H., Parra, G, y Pérez, R. (2018). Macroinvertebrados bentónicos como indicadores de calidad de agua en la cuenca del Pachanlica, provincia de Tungurahua, Ecuador. *Intropica* 12(2): 41-49.
- Bustíos, C., Martina, M., y Arroyo, Ruth. (2013). Deterioro de la calidad ambiental y la salud en el Perú actual. *REV. peruana de epidemiología*. Vol:17, N° 1.
- Buytaert, W., Céleri, R., De Bièvre, B., Cisneros, F., Wyseure, G., Deckers J. y Hofstede, R. (2006). Human impact on the hydrology of the Andean paramos. *Earth-Science Reviews* 79: 53-72.
- Calla, H. (2010). Calidad del agua en la cuenca del Río Rímac - Sector de San Mateo, afectado por las actividades minera (tesis de postgrado). Universidad nacional mayor de San Marcos, Lima, Perú.
- Carrera, C., y Fierro, K. (2001). Los macroinvertebrados acuáticos como indicadores de la calidad del agua. Quito, Ecuador: EcoCiencia.
- Castro, M., Almeida, J., Ferrer, J., y Diaz, D. (2014). Indicadores de la calidad del agua: evolución y tendencias a nivel global. *Ingeniería solidaria*, 10(17), 111-124.
- Cepeda, C., Lannacone, J., y Alvaríño, L. (2019). Trophic connection between the planctonic communities and the wild avifauna in pantanos de villa, lima, Perú conexión trófica entre las comunidades planctónicas y la avifauna silvestre en pantanos de villa, lima, Perú. *Biotempo*. 15, 173-194.
- Choque, S. Calidad ecológica en humedales con presencia de caracoles portadores de *Fasciola hepática* en época seca, municipio de Huarina-La paz. (Tesis de grado). Universidad Mayor de San Andrés: Bolivia. 2020, 74pp.
- Cirelli, A. (2012). El agua: un recurso esencial. *Química Viva*, 11(3), 147-170.
- Cole; G. (1988). Manual de limnológico. Editorial hemisferio sur S.A. Argentina.
- Compañía Minera Buenaventura S.A.A. (2014). Memoria Anual.
- Conde-Porcuna, J., Ramos-Rodriguez, E., y Baquero, R. (2004). El zooplancton como integrante de la estructura trófica de los ecosistemas lénticos. *Ecosistemas*. 13.
- Cubillos, A. (1988). Calidad de agua y control de la polución. Mérida, Venezuela, Centro Interamericano de Desarrollo Integral de Aguas y Tierras (CIDIAT).
- DAR (2017). Resolución n°075 - 2017-Osce/Dar. Recuperado de: [https://cdn.www.gob.pe/uploads/document/file/960302/Resolucion\\_075-201720200707-22528-lo0oo9.pdf](https://cdn.www.gob.pe/uploads/document/file/960302/Resolucion_075-201720200707-22528-lo0oo9.pdf)

- De la Lanza Espino, G., Pulido, S., y Pérez, J. (2001). Organismos indicadores de la calidad del agua y de la contaminación (bioindicadores). México: Plaza y Valdés. S.A.
- Ding, Yi-fan., Sun, Shi-jun., Feng, Jiang., Cui, Peng., Zhang, Dan., y Largo, Zhen-yu. (2021). An Assessment of Lake Ecology on the Basis of the Macrobenthos Multi-Metric Index (MMI) in 11 Lakes in the Western Region of Jilin, China. *Water* 13(2), 235.
- Fargašová, A. (1997). Comparative study of ecotoxicological effect of triorgatonin compounds on various biological subjects. *Ecotoxicol & Environm. Saft.* (36): 38-42.
- Forero, L. C., Longo, M., Ramírez, J. J., & Chalar, G. (2014). Índice de calidad ecológica con base en macroinvertebrados acuáticos para la cuenca del río Negro (ICERN-MAE), Colombia. *Revista de Biología Tropical*, 233-247.
- Flor, Johnny. Predominancia de la vegetación acumuladora de metales pesados asociada al efluente de la mina Huáscar, Huaraz – 2017. (Tesis pregrado). Universidad Nacional Santiago Antúnez de Mayolo: Perú, 2019, 107pp.
- Fraume, N. (2006). Diccionario ambiental. Bogotá: Ecoe Ediciones. 490 p.
- Fraume, N. (2007). Diccionario ambiental. Bogotá, Colombia: Ecoe Ediciones.
- Gallo, J. (1997). Análisis de la calidad del agua de los manantiales del cerro Uyuca (Tesis de pregrado). Universidad Zamorano, Francisco Morazán, Honduras.
- Galvis, A., Cardona, D., y Bernal, D. (2005). Modelo conceptual de selección de tecnología para el control de contaminación por aguas residuales domésticas en localidad colombianas menores de 30.000 habitantes, seltar. Recuperado de: <http://bvssper.paho.org/texcom/cd050704/galvismo.pdf>
- Gerard, K. (1999). Ingeniería ambiental: Fundamentos, entornos, tecnologías, y sistemas de gestión. España, Madrid: McGraw-Hill.
- Gil, J. (2014). Determinación de la cantidad del agua mediante variables físico químicas, y la comunidad de macroinvertebrados como bioindicadores de calidad del agua en la cuenca del río Garagoa. [Tesis maestría, Universidad de Manizales]. Repositorio de la universidad de Manizales. <https://ridum.umanizales.edu.co/xmlui/bitstream/handle/20.500.12746/1803/tesisJAGG.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Gómez, L., Larduet, Y., y Abrahantes, N. (2001). Contaminación y biodiversidad en ecosistemas acuáticos. el fitoplancton de la bahía de santiago de cuba. *Rev. Invest. Mar.* 22(3):191-197.

- Guillen, J. Vertimiento de efluentes mineros de mina Marta en la contaminación de las aguas del río Tinyaccla. (Tesis maestría). Universidad nacional del centro del Perú: Perú, 2020, 101pp.
- Gutiérrez-Fonseca, Pablo E., & Ramírez, Alonso. (2016). Evaluación de la calidad ecológica de los ríos en Puerto Rico: principales amenazas y herramientas de evaluación. *Hidrobiológica*, 26(3), 433-441. Recuperado en 28 de abril de 2022, de [http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0188-88972016000300433&lng=es&tlng=es](http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0188-88972016000300433&lng=es&tlng=es).
- Jáureguil, D. (2019). Determinación de la calidad del agua empleando macroinvertebrados bentónicos y parámetros fisicoquímicos en el río sendamal, celendín (tesis de pregrado). Universidad nacional de Cajamarca Celendín, Perú.
- Jiménez, V. (2018). Evaluación de la calidad de agua mediante el uso de macroinvertebrados acuáticos como bioindicadores en la microcuenca del río patulú (Tesis de postgrado), Universidad nacional de Chimborazo, Riobamba, Ecuador.
- Lira, A., y Aristondo, F. (2007). Panorama de la minería en el Perú. Recuperado de: [https://www.osinergmin.gob.pe/seccion/centro\\_documental/Institucional/Estudios\\_Economicos/Libros/Libro\\_Panorama\\_de\\_la\\_Mineria\\_en\\_el\\_Peru.pdf](https://www.osinergmin.gob.pe/seccion/centro_documental/Institucional/Estudios_Economicos/Libros/Libro_Panorama_de_la_Mineria_en_el_Peru.pdf)
- Loayza, M. (2013). Life at the edge: benthic invertebrates in high altitude Andean streams. Asesor: W. Admiraal (tesis Doctoral). Universidad de Amsterdam, Holanda.
- Machacca, R. (2022). Evaluación de la concentración de metales pesados en los efluentes líquidos residuales en la bahía interior del lago Titicaca de la ciudad de Puno. [Tesis profesional, Universidad Nacional del Altiplano]. Repositorio Académico de la Universidad Nacional del Altiplano. [http://repositorio.unap.edu.pe/bitstream/handle/UNAP/17947/Machacca\\_Condori\\_Ruth\\_Pilar.pdf?sequence=1&isAllowed=y](http://repositorio.unap.edu.pe/bitstream/handle/UNAP/17947/Machacca_Condori_Ruth_Pilar.pdf?sequence=1&isAllowed=y)
- Manteiga, L. (2000). Los indicadores ambientales como instrumento para el desarrollo de la política ambiental y su integración en otras políticas. Disponible en: [https://miajadas.org/wpcontent/uploads/2018/11/Los\\_indicadores\\_ambientales\\_como\\_instrumento\\_de\\_desarrollo.pdf](https://miajadas.org/wpcontent/uploads/2018/11/Los_indicadores_ambientales_como_instrumento_de_desarrollo.pdf)
- Marcus, N.H., Lutz, R., Burnett, W., y Cable, P. (1994). Age, viability, and vertical distribution of zooplankton resting eggs from an anoxic basin: Evidence of an egg bank. *Limnology and oceanography*, 39, 154-158.
- Mercado, N. (2021). Caracterización físico química de materiales tóxicos en el canal Gabilán de Oro y en el efluente de la laguna Sillacunca en Ananea- Puno, [Tesis

maestría, Universidad Nacional del Altiplano]. Repositorio Académico de la Universidad Nacional del Altiplano. [http://repositorio.unap.edu.pe/bitstream/handle/UNAP/17679/Nestor\\_Omar\\_Mercado\\_Ayamamani.pdf?sequence=1&isAllowed=y](http://repositorio.unap.edu.pe/bitstream/handle/UNAP/17679/Nestor_Omar_Mercado_Ayamamani.pdf?sequence=1&isAllowed=y)

Mendoza, F. (2013). Estructura de la comunidad del holoplancton y meroplancton durante invierno y verano en el golfo de California (tesis de maestría). Instituto Politécnico Nacional, La Paz, Bolivia.

Monge A.S., y More M.B. (2007). Contaminación del agua. Revista Biocenosis, 20(1-2), 137-139.

Moreno, C. (2001). Métodos para medir la biodiversidad. M&T–Manuales y Tesis SEA, vol. 1. Zaragoza, 84 pp.

Mosquera, L. (2016). Evaluación exploratoria de la calidad del agua del Río San Juan en el municipio de Tadó, Chocó, por el impacto que causan los vertimientos mineros. [Tesis maestría, Universidad de Manizales]. Repositorio de la Universidad de Manizales. [https://ridum.umanizales.edu.co/jspui/bitstream/20.500.12746/2953/1/Lina\\_Mosquera\\_2016.pdf.pdf](https://ridum.umanizales.edu.co/jspui/bitstream/20.500.12746/2953/1/Lina_Mosquera_2016.pdf.pdf)

Nieves, D. La comunidad plantónica como indicador de la calidad del agua de los estuarios de Atacames, Esmeraldas y Júpiter-Portete. (Tesis pregrado). Pontificia Universidad Católica del Ecuador: Ecuador. 2021, 86pp.

Odum, E., y Warrett, G. (2006). Fundamentos de ecología. México D.F, México: Thompson Editores.

Orrego N., Londoño F. & Rojas E. (1999). Manejo eficiente del recurso hídrico en las microcuencas (Tesis de pregrado). Universidad de Caldas. Manizales, Colombia.

Ortiz Villota, M. T. (1995). Estudio Limnológico de la Cuenca del Río Pasto . Pasto.

Palma, A. (2013). Guía para la identificación de invertebrados acuáticos. 11 (88), 11-24. [http://www2.udec.cl/~lpalma/Palma2013\\_Guia\\_identificacion\\_Macroinvertebrados\\_preview.pdf](http://www2.udec.cl/~lpalma/Palma2013_Guia_identificacion_Macroinvertebrados_preview.pdf)

Paukert, C., & Willis, D. (2003). Aquatic invertebrate assemblages in shallow prairie lakes: fish and environmental influences. Journal of Freshwater Ecology, 18(4), 523-533

Peralta, E. Situación de la calidad de agua de la laguna Huacachina en base a indicadores biológicos. (Tesis maestría). Universidad Ricardo Palma: Perú. 2019, 72pp.

- Peréz, G. (2012). Los macroinvertebrados como bioindicadores de la calidad del agua. Recuperado de: <http://www.ianas.com/docs/books/wbp12.pdf>
- Peréz, G. R. (2003). Bioindicación de la calidad del agua en Colombia: Propuesta para el uso del método BMWP Col. Medellín, Colombia: Universidad de Antioquia.
- Peréz, G., y Restrepo, J. (1992). Fundamentos de limnología neotropical. Recuperado de: <http://www.ianas.com/docs/books/wbp14.pdf>
- Pérez, G., y Restrepo, J. (2008). Fundamentos de limnología neotropical. Recuperado de: <http://www.ianas.com/docs/books/wbp14.pdf>
- Pinedo, E. (2017). Contaminación del agua del Río Marañón por vertido de metales traza de relaves del pasivo ambiental de la Compañía Minera Poderosa. [Tesis profesional, Universidad Alas Peruanas]. Repositorio Universidad Alas Peruanas.  
[https://repositorio.uap.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12990/1723/Tesis\\_Con%20taminaci%3%b3n\\_Vertido\\_Metales.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://repositorio.uap.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12990/1723/Tesis_Con%20taminaci%3%b3n_Vertido_Metales.pdf?sequence=1&isAllowed=y)
- Ramírez, A., y Viña, G. (1998). Limnología colombiana, aportes a su conocimiento y estadísticas de análisis. Recuperado de: [https://www.researchgate.net/profile/Gerardo-Vina-Vizcaino/publication/308020822\\_Limnologia\\_colombiana\\_Aportes\\_a\\_su\\_conocimiento\\_y\\_estadisticas\\_de\\_Analisis/links/57d6c73008ae601b39ac1fbe/Limnologia-colombiana-Aportes-a-su-conocimiento-y-estadisticas-de-Analisis.pdf](https://www.researchgate.net/profile/Gerardo-Vina-Vizcaino/publication/308020822_Limnologia_colombiana_Aportes_a_su_conocimiento_y_estadisticas_de_Analisis/links/57d6c73008ae601b39ac1fbe/Limnologia-colombiana-Aportes-a-su-conocimiento-y-estadisticas-de-Analisis.pdf)
- Ramos Regino, A. (2018). Evaluación de la calidad del agua del Río Ovejas por descarga de quebradas provenientes de zona minera de la vereda Yolombó, en el corregimiento La Toma, Suárez, Cauca. Universidad del Valle.
- Rey-Benayas, J. (2016). "Ramón Margalef, ecólogo de la biosfera. Una biografía científica", de Narcís Prat, Joandomènec Ros y Francesc Peters, 2015. *Ecosistemas*, 25(1), 115.
- Roldán-Pérez, G. (1999). Los Macroinvertebrados y su Valor Como Indicadores de La Calidad Del Agua. *Revista de la Academia Colombiana de Ciencias Exactas Físicas y Naturales*, 23 (88), 375-387.
- Romero, J. (2009). Calidad del agua. Bogotá, Colombia: Editorial escuela colombiana de ingeniería.
- Salgot, M., Sanchez, X. y Torrens, A. (Eds). (1999), Recursos d'agua, Fundación Agbar, España.
- Santillán-Aredo, Santos R., & Guerrero-Padilla, Ana M.. (2018). Macroinvertebrados y fitoplancton como bioindicadores de contaminación en la cuenca del río Chicama, Perú. *Revista Tecnología en Marcha*, 31(4), 97-110. <https://dx.doi.org/10.18845/tm.v31i4.3968>
- Sarmiento, F. (2000). Diccionario de ecología: paisajes, conservación y desarrollo sustentable para Latinoamérica. Editorial Abya Yala.

Yusuf, Z. H. (2020). Phytoplankton as bioindicators of water quality in nasarawa reservoir, Katsina State Nigeria. *Acta Limnologica Brasiliensia*, 32. <https://doi.org/10.1590/s2179-975x3319>

ANEXOS

ANEXO 1. MATRIZ DE CONSISTENCIA

Los efluentes de la mina Buenaventura y los efectos en la calidad del agua, macrobentos y comunidad planctónica de la laguna Añilcocha Oyón, 2022.

Problema general	Objetivo general	Hipótesis general	Variable independiente	Definición conceptual	Definición operacional	Dimensiones	Indicadores	Técnica	Instrumentos
¿En qué medida los efluentes de la mina Buenaventura afectan la calidad del agua y la presencia de macrobentos y la comunidad planctónica en la laguna Añilcocha, Oyón 2022?	Evaluar como los efluentes de la mina Buenaventura afectan la calidad del agua y la presencia de los macrobentos y la comunidad planctónica en la laguna Añilcocha, Oyón 2022.	Los efluentes de la mina buenaventura afectan significativamente la calidad del agua y la presencia de macrobentos y la comunidad planctónica en la laguna Añilcocha, Oyón 2022.	<b>Efluente minero</b>	Residuos provenientes de la industria; pueden ser clasificados ampliamente de acuerdo con sus propiedades físicas y químicas, por su comportamiento en las aguas receptoras y en la forma como éstos afectan el medio ambiente acuático, generalmente contienen sustancias orgánicas disueltas que incluyen tóxicos, materiales biodegradables y persistentes, sustancias inorgánicas disueltas que incluyen nutrientes, sustancias orgánicas insolubles y solubles. <a href="https://www.anm.gov.co/sites/default/files/DocumentosAnm/glosariominero.pdf">https://www.anm.gov.co/sites/default/files/DocumentosAnm/glosariominero.pdf</a>	Existe información documental de los efluentes vertidos a la laguna Añilcocha en la cual se analizará si la misma cumple con las exigencias de la normativa ECASs que proporciona la Autoridad Nacional del Agua.	Parámetros fisicoquímicos	Turbiedad Conductividad eléctrica Caudal  pH Arsénico Plomo  Parámetros inorgánicos Cadmio	Análisis documental.	Ficha de análisis de contenido
Problemas específicos	Objetivos específicos	Hipótesis específicas	Variable dependiente	Definición conceptual	Definición operacional				
¿En qué medida los efluentes de la mina Buenaventura afectan las características fisicoquímicas de la calidad del agua y la presencia de macrobentos y la comunidad planctónica en la laguna Añilcocha Oyón 2022??	Examinar cómo los efluentes de la mina Buenaventura afectan las características fisicoquímicas de la calidad de agua macrobentos y la comunidad planctónica en la laguna Añilcocha Oyón 2022.	H1: Los efluentes de la mina Buenaventura afectan las características fisicoquímicas de la calidad de agua macrobentos y la comunidad planctónica en la laguna Añilcocha Oyón 2022.	<b>Calidad del agua por Macrobentos y comunidad planctónica</b>	La calidad de agua de un ecosistema acuático es un conjunto de concentraciones, especificaciones y aspectos físicos de sustancias, composición y organismos que habitan en ella, asimismo, la calidad del mismo está influenciada por las variaciones espaciales y temporales a causa de factores externos e internos (Sierra, 2011).	El objetivo para obtener los niveles de calidad de agua en la laguna será monitorear in situ midiendo los parámetros como el pH, oxígeno disuelto y la conductividad, así como los metales pesados como el cadmio, plomo y arsénico.	Características fisicoquímicas del agua	Turbiedad Conductividad eléctrica Oxígeno disuelto pH Arsénico Plomo  Cadmio	Registro estadístico	FICHAS DE DATOS (Cadena de custodia)
¿En qué medida los efluentes de la mina buenaventura que tienen elementos inorgánicos afectan la	Examinar como los efluentes de la mina Buenaventura que tienen elementos inorgánicos afectan la calidad del	H2: Los efluentes de la mina Buenaventura que tienen elementos inorgánicos afectan la calidad del agua, macrobentos y comunidad		Los Macrobentos son aquellos organismos que viven en el fondo de los ríos y lagos, adheridos a piedras, rocas, troncos, restos de vegetación y sustratos similares (Alonso y Camarago, 2005)  El plancton es una comunidad propia de sistemas lénticos, y está formado por fitoplancton y zooplancton que se alimentan de algas. (Ramírez y Viña, 1998)	La aplicación se dará a través del bioindicador macrobentos, las muestras recolectadas serán analizadas en un laboratorio.	Características de Macrobentos  Características de la Comunidad Pláctonica	Índice BMWP/Col Números de especies  Números de especies	Registro estadístico	FICHAS DE DATOS

calidad del  
agua, los  
macrofitos y  
la comunidad  
planctónica en  
la laguna  
Añilcocha Oyón  
2022??

agua,  
macrofitos y  
comunidad  
planctónica en  
la laguna  
Añilcocha  
Oyón 2022.

planctónica en la  
laguna Añilcocha  
Oyón 2022.

La aplicación se  
dará a través  
del bioindicador  
comunidad  
planctónica, las  
muestras  
recolectadas  
serán  
analizadas en  
un laboratorio.

Índice de  
Margalef







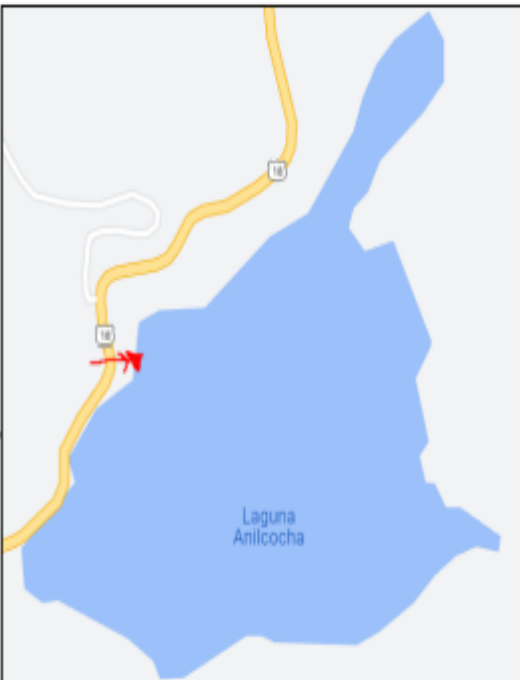




### ANEXO 3. Datos de Campo Plancton

<b>LOCALIDAD:</b> Laguna Anilcocha <b>CUENCA:</b> C. Hidrográfica del Pacífico <b>PROVINCIA:</b> Oyón <b>DEPARTAMENTO:</b> Lima <b>RESPONSABLE:</b> Anais Huaman Huerta	<b>CODIGO ESTACIÓN:</b> HB-01 <b>FECHA:</b> ABR-15 <b>HORA:</b> 10:30 – 10:50
<b>COORDENADAS Y ALTITUD:</b> 316136.2 E 8823173.8 N / 4.346m	
<b>CONDICIONES METEOROLÓGICAS:</b> Sol .... Parcial .... Nublado <input checked="" type="checkbox"/> Total nublado .... Lluvia .... Viento <input checked="" type="checkbox"/> Dirección Este-Oeste	<b>COLOR DEL AGUA Y ASPECTO:</b> Celeste claro y con aspecto limpio
	<b>ESTADO TRÓFICO:</b> Oligotrófico <input checked="" type="checkbox"/> Mesoeutrófico .... Eutrófico ....
<b>PROFUNDIDAD:</b> 1m <b>DISCO SECCHI (transparencia):</b> No requerido	<b>ESQUEMA DEL LAGO O LAGUNA</b> incluir la ubicación de las estaciones y la direccionalidad del viento.
<b>METODO DE COLECTA:</b> <b>Botella:</b> Tipo cilíndrica Capacidad (vol.) 1 L <b>Red</b> D-net <b>Apertura de malla:</b> 500µm	

<b>LOCALIDAD:</b> Laguna Anilcocha <b>CUENCA:</b> C. Hidrográfica del Pacífico <b>PROVINCIA:</b> Oyón <b>DEPARTAMENTO:</b> Lima <b>RESPONSABLE:</b> Anais Huaman Huerta	<b>CODIGO ESTACIÓN:</b> HB-02 <b>FECHA:</b> ABR-15 <b>HORA:</b> 11:05 – 11:25
<b>COORDENADAS Y ALTITUD:</b> 316046 E 8822988.9 N / 4.349m	
<b>CONDICIONES METEOROLÓGICAS:</b> Sol .... Parcial .... Nublado <input checked="" type="checkbox"/> Total nublado .... Lluvia .... Viento <input checked="" type="checkbox"/> Dirección Este-Oeste	<b>COLOR DEL AGUA Y ASPECTO:</b> Celeste claro y con aspecto limpio
	<b>ESTADO TRÓFICO:</b> Oligotrófico <input checked="" type="checkbox"/> Mesoeutrófico .... Eutrófico ....
<b>PROFUNDIDAD:</b> 30cm <b>DISCO SECCHI (transparencia):</b> No requerido	<b>ESQUEMA DEL LAGO O LAGUNA</b> incluir la ubicación de las estaciones y la direccionalidad del viento.
<b>METODO DE COLECTA:</b> Botella: Tipo cilíndrica Capacidad (vol.) 1 L Red D-net Apertura de malla: 500µm	

<b>LOCALIDAD:</b> Laguna Anilcocha <b>CUENCA:</b> C. Hidrográfica del Pacífico <b>PROVINCIA:</b> Oyón <b>DEPARTAMENTO:</b> Lima <b>RESPONSABLE:</b> Anais Huaman Huerta	<b>CODIGO ESTACIÓN:</b> HB-03 <b>FECHA:</b> ABR-15 <b>HORA:</b> 12:08-12:23
<b>COORDENADAS Y ALTITUD:</b> 315591.0 C 8022679.2 N / 4.342m	
<b>CONDICIONES METEOROLÓGICAS:</b> Sol .... Parcial .... Nublado <input checked="" type="checkbox"/> Total nublado .... Lluvia <input checked="" type="checkbox"/> Viento <input checked="" type="checkbox"/> Dirección Este-Oeste	<b>COLOR DEL AGUA Y ASPECTO:</b> Celeste claro y con aspecto limpio
	<b>ESTADO TRÓFICO:</b> Oligotrófico <input checked="" type="checkbox"/> Mesoeutrófico .... Eutrófico ....
<b>PROFUNDIDAD:</b> 20cm <b>DISCO SECCHI (transparencia):</b> No requerido	<b>ESQUEMA DEL LAGO O LAGUNA</b> incluir la ubicación de las estaciones y la direccionalidad del viento.
<b>METODO DE COLECTA:</b> Botella: Tipo cilíndrica Capacidad (vol.) 1 L Red D-net Apertura de malla: 500µm	 <p>The map shows the irregular shape of Laguna Anilcocha in blue. A yellow road, labeled with '10' and '15' at different points, runs along the northern and western edges of the lagoon. A red arrow points to a specific location on the road, indicating the sampling station. The text 'Laguna Anilcocha' is written in blue within the lagoon area.</p>

## Datos de campo: BENTOS (macroinvertebrados)

<b>LOCALIDAD:</b> Laguna Anilcocha <b>CUENCA:</b> C. Hidrográfica del Pacífico <b>PROVINCIA:</b> Oyón <b>DEPARTAMENTO:</b> Lima <b>RESPONSABLE:</b> Anais Huaman Huerta	<b>CODIGO ESTACIÓN:</b> HB-01 <b>FECHA:</b> ABR-15 <b>HORA:</b> 10:30 – 10:50
<b>COORDENADAS Y ALTITUD:</b> 316136.2 E 8823173.8 N / 4.346m	
<b>VELOCIDAD DE CORRIENTE:</b> No requerido	<b>VEGETACIÓN ACUÁTICA:</b> SI NO <input checked="" type="checkbox"/>
<b>TIPO DE SUSTRATO:</b>  <b>SUSTRATO DURO</b>  <b>SUSTRATO DURO NO REMOVIBLE</b>  <b>SUSTRATO BLANDO</b> <input checked="" type="checkbox"/>  <b>SUSTRATO SUPERFICIAL</b>	<b>CODIGO DE REGISTRO FOTOGRÁFICO:</b> No requerido  <b>COMENTARIOS:</b> Fondo parcialmente rocoso

## Datos de campo: BENTOS (macroinvertebrados)

<b>LOCALIDAD:</b> Laguna Anilcocha <b>CUENCA:</b> C. Hidrográfica del Pacífico <b>PROVINCIA:</b> Oyón <b>DEPARTAMENTO:</b> Lima <b>RESPONSABLE:</b> Anais Huaman Huerta	<b>CODIGO ESTACIÓN:</b> HB-02 <b>FECHA:</b> ABR-15 <b>HORA:</b> 11:05 – 11:25
<b>COORDENADAS Y ALTITUD:</b> 316046 E 8822988.9 N / 4.349m	
<b>VELOCIDAD DE CORRIENTE:</b> No requerido	<b>VEGETACIÓN ACUÁTICA:</b> SI NO <input checked="" type="checkbox"/>
<b>TIPO DE SUSTRATO:</b>  <b>SUSTRATO DURO</b> <input checked="" type="checkbox"/>  <b>SUSTRATO DURO NO REMOVIBLE</b>  <b>SUSTRATO BLANDO</b>  <b>SUSTRATO SUPERFICIAL</b>	<b>CODIGO DE REGISTRO FOTOGRÁFICO:</b> No requerido  <b>COMENTARIOS:</b> Fondo muy compactado

## Datos de campo: BENTOS (macroinvertebrados)

<b>LOCALIDAD:</b> Laguna Anilcocha <b>CUENCA:</b> C. Hidrográfica del Pacífico <b>PROVINCIA:</b> Oyón <b>DEPARTAMENTO:</b> Lima <b>RESPONSABLE:</b> Anais Huaman Huerta	<b>CODIGO ESTACIÓN:</b> HB-03 <b>FECHA:</b> ABR-15 <b>HORA:</b> 12:08-12:23
<b>COORDENADAS Y ALTITUD:</b> 315591.8 E 8822679.2 N / 4.342m	
<b>VELOCIDAD DE CORRIENTE:</b> No requerido	<b>VEGETACIÓN ACUÁTICA:</b> SI NO <input checked="" type="checkbox"/>
<b>TIPO DE SUSTRATO:</b>  SUSTRATO DURO  SUSTRATO DURO NO REMOVIBLE  SUSTRATO BLANDO <input checked="" type="checkbox"/>  SUSTRATO SUPERFICIAL	<b>CODIGO DE REGISTRO FOTOGRÁFICO:</b> No requerido  <b>COMENTARIOS:</b>



**ANEXO 4. Certificado de acreditación**



# CERTIFICATE OF ACCREDITATION

*This is to attest that*

## **ENVIRONMENTAL QUALITY ANALYTICAL SERVICES S.A. (EQUAS S.A.)**

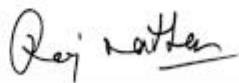
MZ. I LOTE 74 URBANIZACION NARANJITO  
PUENTE PIEDRA, 15121, REPUBLIC OF PERU

**Testing Laboratory TL-1011**

has met the requirements of AC89, *IAS Accreditation Criteria for Testing Laboratories*, and has demonstrated compliance with ISO/IEC Standard 17025:2017, *General requirements for the competence of testing and calibration laboratories*. This organization is accredited to provide the services specified in the scope of accreditation.

Effective Date October 29, 2021



  
\_\_\_\_\_  
**President**

IAS is an ILAC MRAS Signatory [www.ias.accreditation.org](http://www.ias.accreditation.org) for current accreditation information.

# SCOPE OF ACCREDITATION

International Accreditation Service, Inc.

3060 Saturn Street, Suite 100, Brea, California 92821, U.S.A. | [www.iasonline.org](http://www.iasonline.org)

## ENVIRONMENTAL QUALITY ANALYTICAL SERVICES S.A. (EQUAS S.A.)

**Contact Name** Luis Manuel Condor  
Evaristo

**Contact Phone** +51-995711975

*Accredited to ISO/IEC 17025:2017*

*Effective Date October 29, 2021*

FIELDS OF TESTING	MATERIAL/ MATRIX	DETERMINANT(S)/ ANALYTE(S)	METHOD REFERENCE
ENVIRONMENTAL CHEMISTRY - ORGANIC	Water for Human Use and Consumption, Natural Water, Wastewater, (Analysis and Sampling)	Oils and fats	Method 1664, Revision B: n-Hexane Extractable Material (HEM; Oil and Grease) and Silica Gel Treated n-Hexane Extractable Material (SGT-HEM; Non-polar Material) by Extraction and Gravimetry
		Non Polar Material	Method 1664, Revision B: n-Hexane Extractable Material (HEM; Oil and Grease) and Silica Gel Treated n-Hexane Extractable Material (SGT-HEM; Non-polar Material) by Extraction and Gravimetry
	Water for Human Use and Consumption, Natural Water, (Analysis and Sampling)	Phenols	US ENVIRONMENTAL PROTECTION AGENCY, EPA 9065
	Soils, Sediments and Sludge (Analysis and Sampling)	Oils and fats	EPA 9071B
		Organic material	Recommended Analysis Methods for Soils of Chile. INIA. 2006. Method 7.1
		Organic carbon	Recommended Analysis Methods for Soils of Chile. INIA. 2006. Method 7.1
ENVIRONMENTAL CHEMISTRY – INORGANIC	Water for Human Use and Consumption, Natural Water, Wastewater, Saline	Surfactant	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 5540 C, 23rd Ed.
		Chlorides	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 4500-Cl - C, 23rd Ed.
		Total alkalinity	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 2320 B, 23rd Ed.

TL-1011  
ENVIRONMENTAL QUALITY  
ANALYTICAL SERVICES S.A.  
(EQUAS S.A)



IAS is an ILAC-MRA Signatory

Effective Date October 29, 2021

Page 2 of 4

IAS/TL-Food/101-1

# SCOPE OF ACCREDITATION

International Accreditation Service, Inc.

3060 Saturn Street, Suite 100, Brea, California 92821, U.S.A. | www.iasonline.org

FIELDS OF TESTING	MATERIAL/ MATRIX	DETERMINANT(S)/ ANALYTE(S)	METHOD REFERENCE
ENVIRONMENTAL CHEMISTRY – INORGANIC (confid.)	water (Analysis and Sampling)	Bicarbonates	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 2320 B, 23rd Ed.
		Carbonates	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 2320 B, 23rd Ed.
		Acidity	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 2310 B, 23rd Ed.
		Calcium (Ca) (Total and Dissolved)	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 3111 B, 23rd Ed.
		Antimony (Sb) (Total and Dissolved)	USEPA SW-846 Method 7062
		Molybdenum (Mo) (Total and Dissolved)	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 3111-D, 23rd Ed.
		Ammonia Nitrogen	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 4500-NH3 D, 23rd Ed.
		Ammonia	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 4500-NH3 D, 23rd Ed.
		Ammonium	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 4500-NH3 D, 23rd Ed.
	Water for Human Use and Consumption, Natural Water, (Analysis and Sampling)	Total hardness	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 2340 C (Not including Section 3a), 23rd Ed.
		Calcic hardness	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 3500-Ca B (Not including Section 3a), 23rd Ed.
	Water for Human Use and Consumption (Analysis and Sampling)	Copper (Cu) (Total and Dissolved)	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 3111 B, 22nd Ed.
		Iron (Fe) (Total and Dissolved)	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 3111B, 22nd Ed.
		Zinc (Zn) (Total and Dissolved)	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 3111B, 22nd Ed.
		Lead (Pb) (Total and Dissolved)	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 3111B, 22nd Ed.
	Soils, Sediments and Sludge (Analysis and Sampling)	Free Cyanide	EPA Method 9013 A/SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 4500-CN- F, 23rd Ed.
		Hexavalent chromium	EPA 3060 A / EPA 7196A
		Arsenic (As)	Validated. EPA SW-846 Method 3050B / USEPA SW-846 Method 7062
		Mercury (Hg)	EPA SW-846 Method 7471 B
		Chromium (Cr)	EPA SW-846 Method 3050B / EPA SW-846 Method 7000 B
Emissions	Nitrogen dioxide (NOx)	EPA CTM 030 1997	

TL-1011  
ENVIRONMENTAL QUALITY  
ANALYTICAL SERVICES S.A.  
(EQUAS S.A)



IAS is an ILAC-MRA Signatory

Effective Date October 29, 2021

Page 3 of 4

IAS/TL-Food/101-1

# SCOPE OF ACCREDITATION

International Accreditation Service, Inc.

3060 Saturn Street, Suite 100, Brea, California 92821, U.S.A. | [www.iasonline.org](http://www.iasonline.org)

FIELDS OF TESTING	MATERIAL/ MATRIX	DETERMINANT(S)/ ANALYTE(S)	METHOD REFERENCE
<b>ENVIRONMENTAL CHEMISTRY – INORGANIC</b> (cont'd.)	Emissions (cont'd.)	Carbon monoxide (CO)	EPA CTM 030 1997
		Oxygen (O2)	EPA CTM 030 1997
		Nitrogen dioxide (NOx)	EPA CTM 022 1995
		Carbon monoxide (CO)	EPA CTM 022 1995
		Oxygen (O2)	EPA CTM 022 1995
		Nitrogen dioxide (NOx)	EPA CTM 034
		Carbon monoxide (CO)	EPA CTM 034
		Oxygen (O2)	EPA CTM 034
		Sulfur dioxide (SO2)	EPA METHOD 6C
<b>ENVIRONMENTAL HYDROBIOLOGY</b>	Epicontinental Sediments (Analysis and Sampling)	Macro zoobenthos / Macroinvertebrates	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 10500 C. 23 rd Ed. 2017
<b>ENVIRONMENTAL MICROBIOLOGY</b>	Water for Human Use and Consumption, Natural Water (Analysis and Sampling)	Helminth eggs	VALIDATED - (Referenced in the modified Balenger method. Analysis of residual water for use in agriculture. WHO 1997)
<b>ENVIRONMENTAL – ACOUSTIC</b>	Environmental noise	Environmental noise	NTP ISO 1996-2:208 NTP ISO 1996-1:2007 (rev 2017)
			NTP 854,001-1 2012 (rev 2017)
			NTP 854,001-2 2012 (rev 2017)
<b>ENVIRONMENTAL - AIR</b>	Occupational Monitoring (sampling and analysis)	Inhalable Powder	NIOSH Method 0500, issue 2 2019
		Breathable Dust	NIOSH Method 0600, issue 3 2020
		Lead	EPA Compendium Method IO-3.2

## ANEXO 5. Certificado

**Certificado**

 **INACAL**  
Instituto Nacional  
de Calidad  
Acreditación

La Dirección de Acreditación del Instituto Nacional de Calidad – INACAL, en el marco de la Ley N° 30224, OTORGA el presente certificado de Renovación a:

**Environmental Quality Analytical Services S.A. –  
EQUAS S.A.**

**Laboratorio de Ensayo**  
En su sede ubicada en: Panamericana Norte Rm. 28.5, Mz. 1, Lte 74, Urb. Naranjito, distrito de Puente Piedra, provincia de Lima, departamento de Lima.

Con base en la norma  
**NTP-ISO/IEC 17025:2006 Requisitos Generales para la Competencia de los Laboratorios de Ensayo y Calibración**

Facultándolo a emitir Informes de Ensayo con Símbolo de Acreditación. En el alcance de la acreditación otorgada que se detalla en el DA-acr-06P-21F que forma parte integral del presente certificado llevando el mismo número del registro indicado líneas abajo.

Fecha de Acreditación: 28 de octubre de 2018  
Fecha de Vencimiento: 27 de octubre de 2022

  
**MARÍA DEL ROSARIO URÍA TORO**  
Directora (a). Dirección de Acreditación - INACAL.


Cédula N° : 0995-2018-INACAL/DA  
Contrato N° : Adenda al Contrato de Acreditación  
N° 043-2014/INDECOP/SNA  
Registro N° : LE-030

Fecha de emisión: 24 de enero de 2019

El presente certificado tiene validez con su correspondiente Alcance de Acreditación y obtiene de notificación dado que el alcance puede estar sujeto a ampliaciones, reducciones, actualizaciones y suspensiones temporales. El alcance y vigencia debe confirmarse en la página web [www.inacal.gob.pe/acreditacion](http://www.inacal.gob.pe/acreditacion) o en la dirección de correo electrónico [da@inacal.gob.pe](mailto:da@inacal.gob.pe).  
La Dirección de Acreditación del INACAL es firmante del Acuerdo de Reconocimiento Multilateral (MLA) del Inter American Accreditation Co-operation (IAAC) e International Accreditation Forum (IAF) y del Acuerdo de Reconocimiento Mutuo con la International Laboratory Accreditation Cooperation (ILAC).

DA-acr-06P-023619v-02

## ANEXO 6. Solicitud de Acceso a la Información Pública

	<b>SOLICITUD DE ACCESO A LA INFORMACIÓN PÚBLICA</b>
<b>FORMULARIO</b>	(Texto Único Ordenado de la Ley N° 27806, Ley de Transparencia y Acceso a la Información Pública, aprobado por Decreto Supremo N° 021-2019-JUS)

<b>I. FUNCIONARIO RESPONSABLE DE ENTREGAR LA INFORMACIÓN:</b> Abg. Edgar Gamaliel Cárdenas Cabezas Abg. Luis Alberto Díaz Ramirez
---


<b>II. DATOS DEL SOLICITANTE:</b>			
APELLIDOS Y NOMBRES / RAZÓN SOCIAL María Vanessa Arenas Bustillos		DOCUMENTO DE IDENTIDAD D.N.I./L.M./C.E./OTRO 42346568	
DOMICILIO			
AV/CALLE/JR/PSJ. Jr. Chavin #107	N°/DPTO./INT. Sin dato	DISTRITO Independencia	URBANIZACIÓN Tahuantinsuyo
PROVINCIA Lima	DEPARTAMENTO Lima	CORREO ELECTRÓNICO <a href="mailto:vanessarenas73@gmail.com">vanessarenas73@gmail.com</a>	TELÉFONO /CELULAR 985437501

<b>III. INFORMACIÓN SOLICITADA:</b> Por motivo de encontrarme desarrollando un trabajo de investigación relacionado a la calidad del agua de la laguna Añilcocha; solicito información sobre los resultados de las evaluaciones realizadas en la referida laguna ( <b>Resoluciones Directorales de autorización y/o renovación de vertimiento, Informes que dieron origen a las Resoluciones Directorales, informes de ensayo, base de datos o registro de datos de los resultados de calidad de agua Excel u otros vinculados a ello</b> ); obtenidos mediante los monitoreos de calidad de agua de vertimiento y cuerpo receptor, en cumplimiento a lo dispuesto en las autorizaciones de vertimiento de efluentes industriales mineros, otorgados por la Autoridad Nacional del Agua a favor de la Compañía de Minas Buenaventura S.A.A Por si es necesario, se indica lo siguiente.
<ul style="list-style-type: none"> <li>La laguna Añilcocha se ubica en las coordenadas centrales UTM WGS-84, zona 18 (315936 mE y 8822506 mS), en el departamento Lima.</li> <li>El nombre de la empresa autorizada por la ANA a realizar los vertimientos se denomina Compañía de Minas Buenaventura S.A.A</li> <li>La Resoluciones que otorgó la ANA a la referida empresa para la autorización de ese vertimiento industrial y sus renovaciones o modificaciones son: <i>R.D. N° 0082-2010-ANA-DCPRH, R.D. N° 0055-2013-ANA-DGCRH, R.D N° 0024-2015-ANA-DGCRH, R.D. N° 102-2015-ANA-DGCRH, R.D. N° 0051-2016-ANA-DGCRH y R.D. N° 129-2019-ANA-DCERH.</i></li> <li>El punto de monitoreo en el vertimiento fue identificado como EU-17</li> <li>Los puntos de monitoreo en el cuerpo receptor fueron identificados como EU-13, EU-13A, EU-13B, EU-13C</li> </ul>

<b>IV. DEPENDENCIA DE LA CUAL SE REQUIERE LA INFORMACIÓN:</b> Dirección de Calidad y Evaluación de Recursos Hídricos
---

<b>V. FORMA DE ENTREGA DE LA INFORMACION (marcar con una "X")</b>							
CORREO ELECTRÓNICO	<input checked="" type="checkbox"/>	COPIA SIMPLE	<input type="checkbox"/>	CD	<input type="checkbox"/>	USB	<input type="checkbox"/>

<b>VI. AUTORIZACIÓN PARA RECIBIR RESPUESTA DE LA SOLICITUD POR CORREO ELECTRÓNICO:</b> AUTORIZO ( <input checked="" type="checkbox"/> ) NO AUTORIZO ( <input type="checkbox"/> )
---

APELLIDOS Y NOMBRES Arenas Bustillos Maria Vanessa	FECHA Y HORA DE RECEPCIÓN
 FIRMA / DNI 42346568	

OBSERVACIONES:.....

## ANEXO 7. Solicitud de Acceso a la Información Pública



Vanessa Arenas Bustillos <vanessarenas73@gmail.com>

---

### ENTREGA DE INFORMACIÓN SOLICITADA (CUT 92572-2022) MARIA VANESSA ARENAS BUSTILLOS

---

Acceso la Información Pública <transparencia@ana.gob.pe>  
Para: "vanessarenas73@gmail.com" <vanessarenas73@gmail.com>

16 de junio de 2022, 09:02

CUT N° 92572-2022

San Isidro, 16 de junio de 2022

Señora  
**MARIA VANESSA ARENAS BUSTILLOS**  
[vanessarenas73@gmail.com](mailto:vanessarenas73@gmail.com)

Asunto : **Respuesta a información solicitada**

Referencia : **Solicitud de fecha 06/06/2022**

Tengo el agrado de dirigirme a usted en atención al documento de la referencia, mediante el cual solicitó información de acceso público. Al respecto, remito por este medio la respuesta que se proporcionada por las Dirección de Calidad y Evaluación de los Recursos Hídricos, donde señalan:

En respuesta a dicha solicitud, se adjunta lo siguiente:

**Resoluciones Directorales:**

- Resolución Directoral N° 082-2010-ANA-DCPRH;
- Resolución Directoral N° 055-2013-ANA-DGCRH;
- Resolución Directoral N° 024-2015-ANA-DGCRH;