

# UNIVERSIDAD NACIONAL DE HUANCAMELICA

(Creada por Ley N° 25265)

FACULTAD DE CIENCIAS DE INGENIERIA  
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA AMBIENTAL Y  
SANITARIA



TESIS

**“EVALUACIÓN FÍSICO QUÍMICA Y BACTERIOLÓGICA  
DEL RECURSO HÍDRICO DE LA LAGUNA DE  
CHOCLOCOCHA - HUANCAMELICA”**

**LINEA DE INVESTIGACIÓN:**  
GESTIÓN AMBIENTAL Y/O SANITARIA

**PRESENTADO POR:**  
Bach. LOZANO CASTRO, RICHARD RONY

**PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:**  
INGENIERO AMBIENTAL Y SANITARIO

HUANCAMELICA, PERÚ

2021



UNIVERSIDAD NACIONAL DE HUANCVELICA



FACULTAD DE CIENCIAS DE INGENIERÍA


ACTA DE SUSTENTACIÓN VIRTUAL DE TESIS

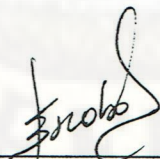
En la ciudad de Huancavelica, a los veinte días (20) del mes de octubre del año 2021, siendo las quince horas (15:00), se reunieron los miembros del Jurado Calificador conformado por los docentes: Mg. Wilfredo Sáez Huamán (Presidente), M.Sc. Mabel Yésica Escobar Soldevilla (Secretaria), Dr. Víctor Guillermo Sánchez Araujo (Asesor), designados con Resolución de Decano N° 114-2021-FCI-UNH, de fecha 09 de junio del 2021, a fin de proceder con la sustentación y calificación virtual mediante el aplicativo MEET del informe final de tesis titulado: **“EVALUACIÓN FÍSICO QUÍMICA Y BACTERIOLÓGICA DEL RECURSO HÍDRICO DE LA LAGUNA DE CHOCLOCOCHA-HUANCVELICA”**, presentado por el Bachiller **Richard Rony LOZANO CASTRO**, para optar el **Título Profesional de Ingeniero Ambiental y Sanitaria**. Finalizada la sustentación virtual a horas..... 15:35...; se comunicó al sustentante y al público en general que los Miembros del Jurado abandonará el aula virtual para deliberar el resultado:

APROBADO  POR UNANIMIDAD

DESAPROBADO

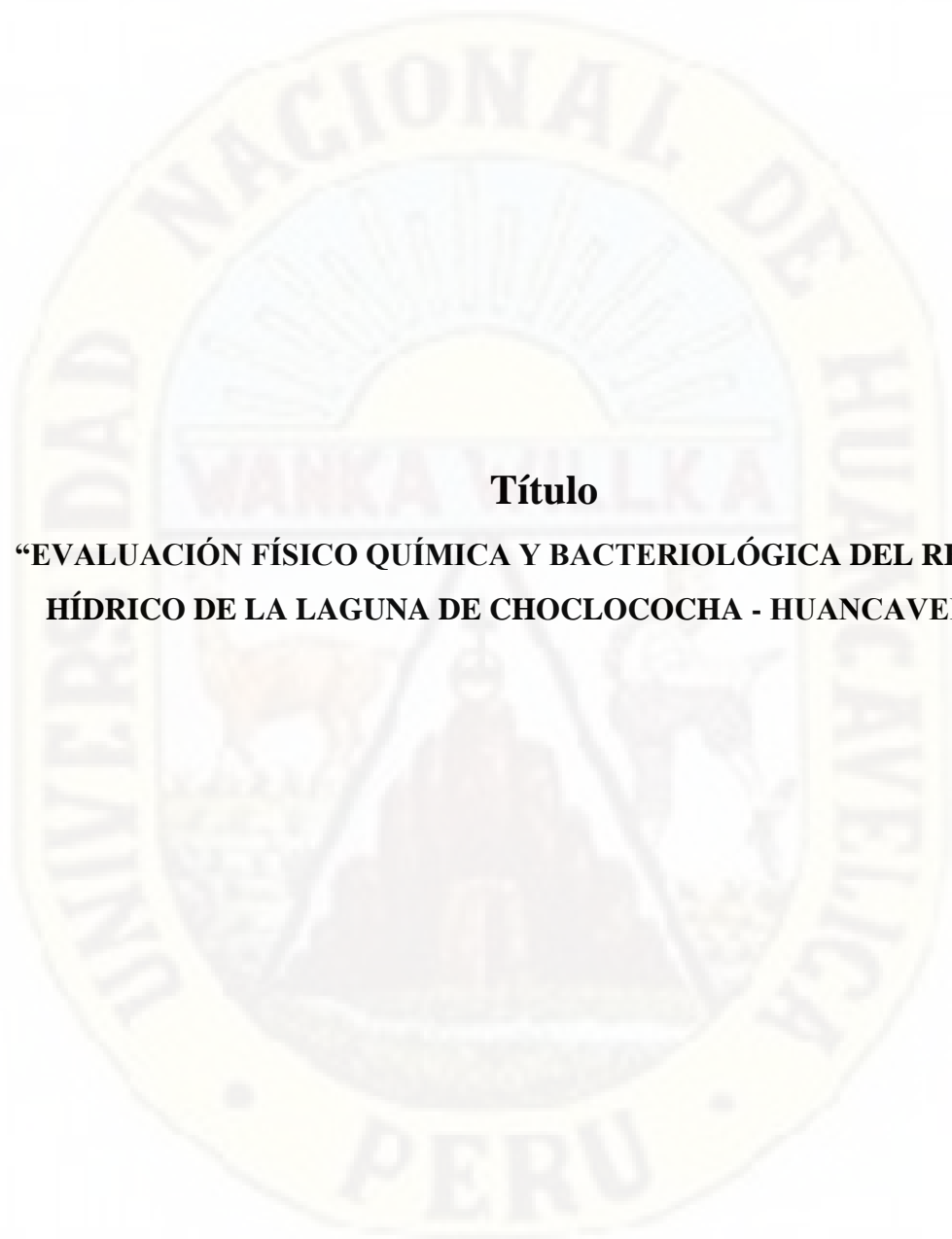
En señal de conformidad, firmamos a continuación:

  
\_\_\_\_\_  
Presidente

  
\_\_\_\_\_  
Secretario

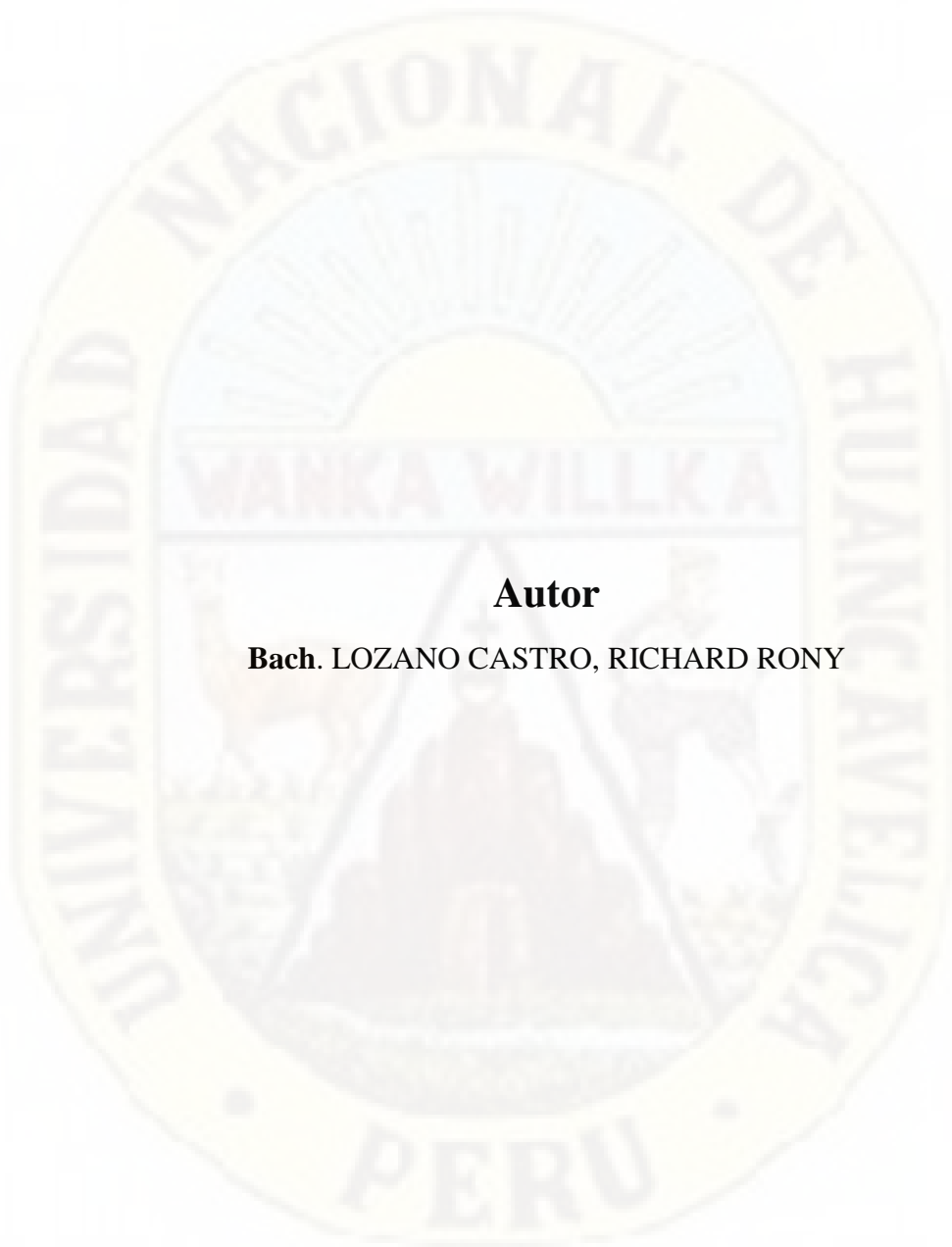
  
\_\_\_\_\_  
Asesor

  
\_\_\_\_\_  
Vº Bº Decano



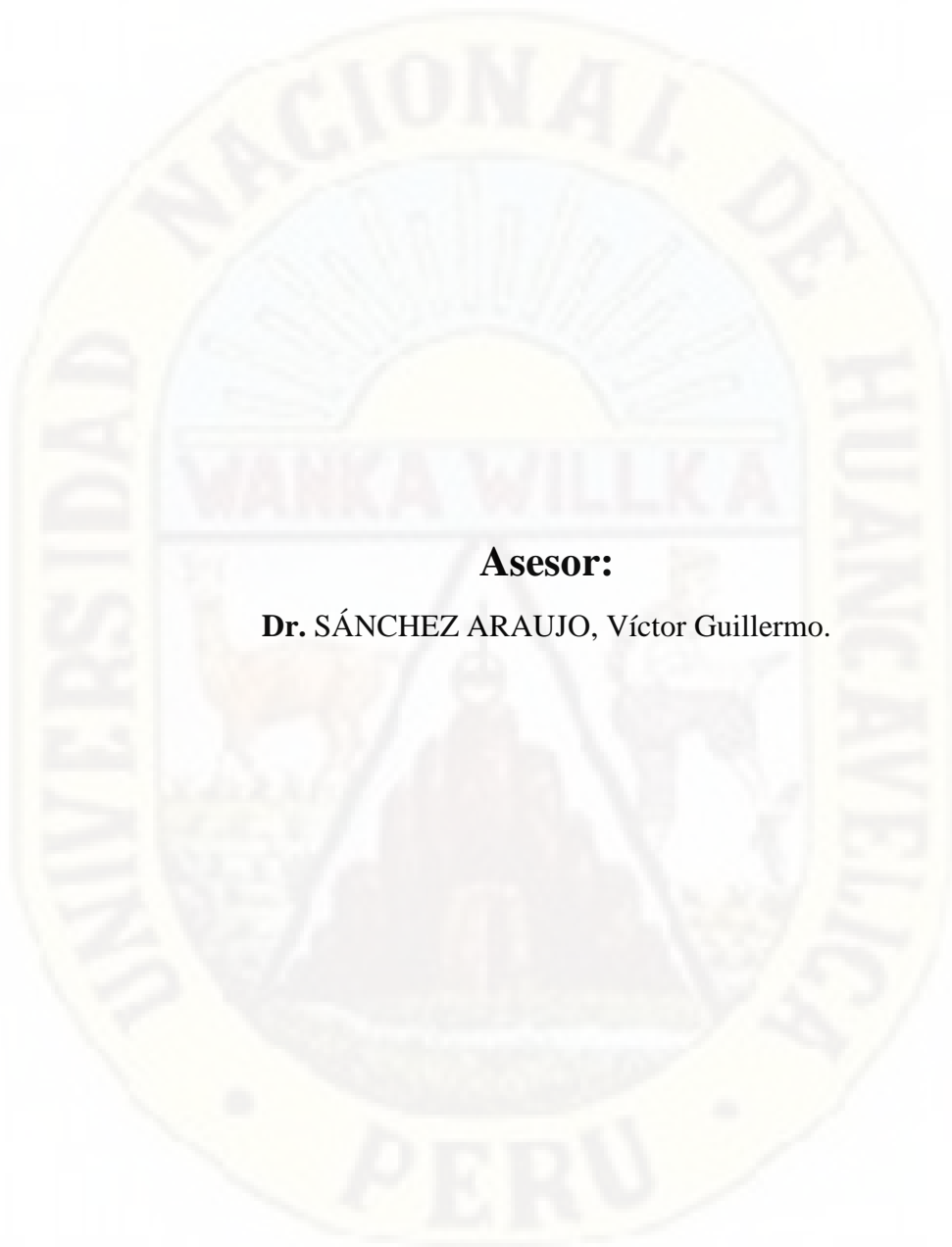
## **Título**

**“EVALUACIÓN FÍSICO QUÍMICA Y BACTERIOLÓGICA DEL RECURSO  
HÍDRICO DE LA LAGUNA DE CHOCLOCOCHA - HUANCVELICA”**



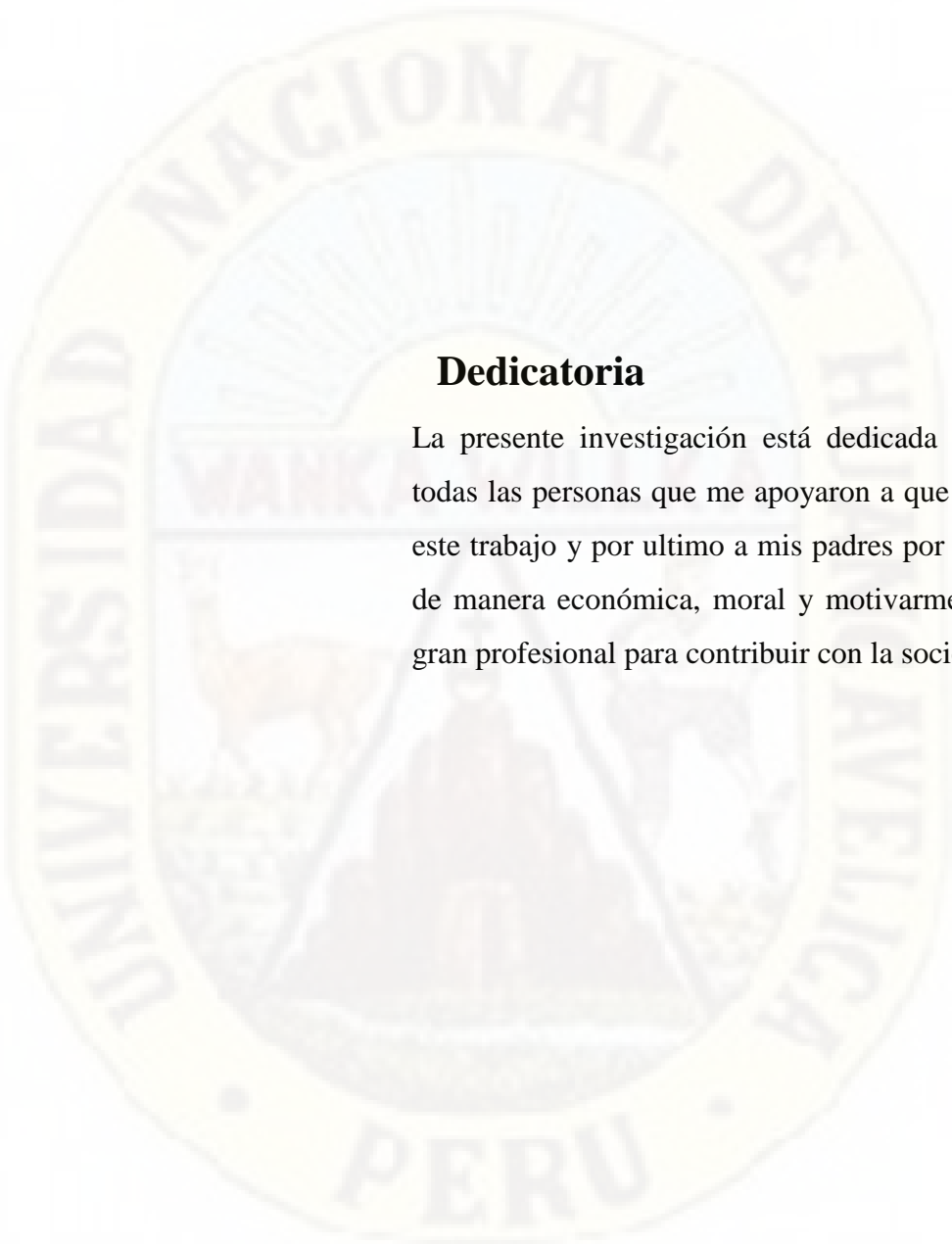
**Autor**

**Bach. LOZANO CASTRO, RICHARD RONY**



**Asesor:**

**Dr. SÁNCHEZ ARAUJO, Víctor Guillermo.**



### **Dedicatoria**

La presente investigación está dedicada a Dios, a todas las personas que me apoyaron a que se realice este trabajo y por ultimo a mis padres por apoyarme de manera económica, moral y motivarme a ser un gran profesional para contribuir con la sociedad.

## Tabla de contenido

Acta de sustentación.....	ii
Título .....	iii
Autor.....	iv
Asesor: .....	v
Dedicatoria.....	vi
Tabla de contenido .....	vii
Índice de tablas .....	ix
Índice de figuras.....	x
Resumen.....	xi
Abstract .....	xii
Introducción.....	xiii
CAPÍTULO I.....	1
PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	1
1.1. Descripción del problema .....	1
1.2. Formulación del problema.....	3
1.2.1. Problema general .....	3
1.3. Objetivos .....	3
1.3.1. Objetivo general .....	3
1.3.2. Objetivos específicos .....	3
1.4. Justificación .....	4
1.4.1. Justificación teórica.....	4
1.4.2. Justificación metodológica.....	4
1.4.3. Justificación práctica.....	4
1.4.4. Justificación social .....	5
1.5. Importancia .....	5
CAPÍTULO II .....	6
MARCO TEÓRICO.....	6
2.1. Antecedentes.....	6
2.1.1. A nivel Internacional.....	6
2.1.2. A nivel Nacional .....	8

2.2	Bases teóricas .....	12
2.3	Bases conceptuales .....	24
2.4	Formulación de Hipótesis .....	27
2.5	Definición de términos.....	27
2.6	Definición operativa de variables .....	29
2.7	Operacionalización de Variables .....	29
CAPÍTULO III.....		46
METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN .....		46
3.1.	Tipo y nivel de investigación .....	46
3.2.	Método de Investigación.....	47
3.3.	Diseño de investigación .....	48
3.4.	Población y muestra .....	49
3.5.	Técnicas e instrumentos de recolección de datos .....	52
3.6.	Técnicas de procesamiento y análisis de datos .....	54
CAPÍTULO IV.....		55
RESULTADOS Y DISCUSIÓN .....		55
4.1	Presentación e interpretación de datos .....	55
4.2	Discusión.....	70
Conclusiones .....		72
Recomendaciones .....		74
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....		75
Anexos .....		79

## Índice de tablas

<b>Tabla 1</b> Estándares de Calidad Ambiental (ECA)-Agua, categoría 4-E1 (Conservación del medio acuático).....	21
<b>Tabla 2</b> Monitoreo de la Calidad de los Recursos Hídricos Superficiales – ANA ...	22
<b>Tabla 3</b> Operacionalización de Variables.....	45
<b>Tabla 4</b> Determinación de los Puntos de Monitoreo para la Recolección de Muestras. .....	52
<b>Tabla 5</b> Resultados del Análisis de la Calidad de Agua de la Laguna Choclococha	55
<b>Tabla 6</b> Comparación de los Parámetros Fisicoquímicos con los ECAs-Agua- Categoría 4-E1 .....	60
<b>Tabla 7</b> Comparación de los Parámetros Fisicoquímicos con la ECA-Agua-Categoría 4-E1 .....	65
<b>Tabla 8</b> Resultados del Análisis Microbiológico de la Calidad de Agua de la Laguna Choclococha.....	66
<b>Tabla 9</b> Frecuencia del Número de Muestras Según Norma Técnica para Coliformes Totales del Agua de la Laguna de Choclococha. ....	66
<b>Tabla 10</b> Resultados del Análisis Microbiológico de la Calidad de Agua de la Laguna Choclococha.....	68
<b>Tabla 11</b> Frecuencia del Número de Muestras Según Norma Técnica para Coliformes Fecales del Agua de la Laguna de Choclococha.....	68

## Índice de figuras

<b>Figura 1</b>	Población del proyecto de investigación .....	50
<b>Figura 2</b>	Puntos de monitoreo de agua en la laguna Choclococha, para la recolección de datos.....	51
<b>Figura 3</b>	Concentración de la Demanda Bioquímica de Oxígeno.....	55
<b>Figura 4</b>	Concentración de Oxígeno Disuelto.....	56
<b>Figura 5</b>	Nivel de Concentración de pH.....	57
<b>Figura 6</b>	Concentración de Nitratos .....	58
<b>Figura 7</b>	Nivel de Concentración de Conductividad.....	59
<b>Figura 8</b>	Concentración de Solidos Suspendidos Totales .....	60
<b>Figura 9</b>	Comparación de la DBO con la ECA- Agua.....	61
<b>Figura 10</b>	Comparación del Oxígeno Disuelto con la ECA- Agua.....	61
<b>Figura 11</b>	Comparación del pH con la ECA- Agua .....	62
<b>Figura 12</b>	Comparación de Nitratos con la ECA- Agua .....	63
<b>Figura 13</b>	Comparación de Conductividad con la ECA- Agua.....	63
<b>Figura 14</b>	Comparación de Solidos Suspendidos Totales con la ECA- Agua .....	64
<b>Figura 15</b>	Comparación de los Parámetros Fisicoquímicos con las ECAs .....	65
<b>Figura 16</b>	Frecuencia del Número y Porcentaje de Muestras Según Norma Técnica para Coliformes Totales del Agua de la Laguna de Choclococha.....	67
<b>Figura 17</b>	Comparación del Recuento Promedio de Coliformes Totales en las Aguas de la Laguna de Choclococha y los LMP-ECA, Agua.....	67
<b>Figura 18</b>	Frecuencia del Número y Porcentaje de Muestras Según Norma Técnica para Coliformes Fecales del Agua de la Laguna de Choclococha. ....	69
<b>Figura 19</b>	Comparación del Recuento Promedio de Coliformes Fecales en las Aguas de la Laguna de Choclococha y los LMP-ECA, Agua .....	69

## Resumen

Esta investigación evaluó la calidad física, química y bacteriológica del recurso hídrico de la laguna Choclococha, la metodología aplicada para la toma de muestras fue de acuerdo al Protocolo de monitoreo de calidad de agua-ANA (2016), en el área de estudio se ubicaron 3 puntos de monitoreo a conveniencia por el tamaño y topografía del lugar, en los cuales se evaluaron los parámetros DBO<sub>5</sub>, OD, pH, Nitratos, conductividad, SST, coliformes totales y coliformes fecales, obteniéndose como resultados promedio de DBO<sub>5</sub> = 3.0 mg/L, OD = 8.3 mg/L, pH = 7.0, nitratos = 2.2 mg/L, conductividad = 209.1  $\mu$ S/cm, SST = 104.3 mg/L, coliformes totales = 3 NMP/100 ml y coliformes fecales = 3 NMP/100 ml, los datos obtenidos fueron comparados con los valores del D.S. N° 004-2017-MINAM ECA para agua categoría 4 – E1, concluyendo que los valores de la concentración de los parámetros fisicoquímicos (DBO<sub>5</sub>, pH, nitratos, conductividad eléctrica) del recurso hídrico de la laguna de Choclococha, se encuentran por debajo de los ECAs, los mismos que afirman la calidad del recurso hídrico, así mismo mencionar que los parámetros (oxígeno disuelto y sólidos suspendidos totales), su valores se encuentran por encima de las ECAs, en consecuencia amerita realizar un estudio minucioso para poder entender los niveles altos de estos parámetros en la laguna de Choclococha el cual puede tener su incidencia en la vida acuática, los parámetros bacteriológicos como los coliformes totales están por debajo del ECA lo cual garantiza la vida acuática, en cambio los coliformes fecales están por encima del ECA lo cual puede ser consecuencia de la actividad acuícola (crianza de truchas en jaulas flotantes) que se viene desarrollando en las aguas de la Laguna de Choclococha.

Palabras clave: ECA, físico, químico, bacteriológico, monitoreo de agua, recurso hídrico

## Abstract

This research evaluated the physical, chemical and bacteriological quality of the water resources of Choclococha Lagoon. The methodology used for sampling was in accordance with the Water Quality Monitoring Protocol-ANA (2016), in the study area three monitoring points were located at convenience due to the size and topography of the site, in which the parameters were evaluated. DBO<sub>5</sub>, OD, pH, nitrates, conductivity, SST, total coliforms and faecal coliforms, with mean results of DBO<sub>5</sub> = 3.0 mg/L, OD = 8.3 mg/L, pH = 7.0, nitrates = 2.2 mg/L, conductivity = 209.1 µS/cm, SST = 104.3 mg/L, total coliforms = 3 N 100 ml and faecal coliforms = 3 NMP/100 ml, the data obtained were compared with the values of D. S. N° 004-2017-MINAM ECA for water category 4 – E1, concluding that the values of the concentration of the physicochemical parameters (DBO<sub>5</sub>, pH, nitrates, electrical conductivity) of the water resource of the lagoon of Chiapas It is also worth mentioning that the parameters (dissolved oxygen and total suspended solids), their values are above the ECAs, therefore it is worth making a careful study to understand the high levels of these parameters in the Choclococha lagoon. which may have its impact on aquatic life, bacteriological parameters such as total coliforms are below the ECA which guarantees aquatic life, whereas faecal coliforms are above the ECA which may be a consequence of the aquaculture activity (farming of trout in floating cages) that has been developed in the waters of Laguna de Choclococha.

**Keywords:** RCT, physical, chemical, bacteriological, water monitoring, water resource

## **Introducción**

La situación actual de los Recursos Hídricos por la contaminación son las causas más importantes de la pérdida de la calidad de agua en todo el mundo, esto se debe a que los ríos, lagos, lagunas y el mar sirven como punto de deposición final para la evacuación de las aguas residuales de las empresas, industrias, minerías y domésticas, generando un creciente interés por conocer y proteger los ecosistemas hídricos y estudiar sus cambios en el tiempo, estimar el efecto y magnitud de las intervenciones humanas. Esta situación se ve complicada aún más, por la falta de políticas para una gestión integral de los recursos hídricos, tanto superficiales como subterráneos.

En el ámbito de la región de Huancavelica, se vienen desarrollando diversas actividades dentro de los campos de la extracción, cultivos y procesamiento de recursos hidrobiológicos (crianza de truchas), actividades que generan una parte importante del total del producto bruto interno de la región y sustentan la economía de un buen sector de la población.

Hasta la fecha no se han realizado mayormente estudios referentes a los probables impactos que estas actividades acuícolas y pesqueras estarían causando sobre los recursos, su entorno y sobre la socio-economía de las poblaciones urbana y rural de Huancavelica, solo se tiene información estadística referente a montos de extracción y procesamiento de recursos hidrobiológicos, la cual es consolidada por la Dirección Regional de la Producción de Huancavelica.

Es innegable que la extracción, cultivo y procesamiento de recursos hidrobiológicos, si es que no se realizan de una manera racional, controlada y sustentable, causan efectos perjudiciales, primero sobre los mismos recursos y luego sobre otras actividades que se desarrollan en su entorno, produciendo muchas de las veces un deterioro del ambiente y por lo tanto un desmedro de la economía de gran parte de la población que depende de estas actividades productivas.

La noción de la calidad y la disponibilidad del agua para sus diferentes usos, son factores importantes para el bienestar y el progreso de un país, no solo dependen del tipo de suelo, clima, condiciones de drenaje, técnicas de riego y caudales

disponibles, sino también en forma fundamental de la calidad físico-química y biológica. Este conocimiento tiene una conexión directa con las prácticas de conservación de la laguna de Choclococha. Generalmente, estos lugares poseen una gran riqueza de las especies de flora y fauna, lo cual incluye el conocimiento sobre sus propiedades alimenticias y medicinales, así como sobre el papel que juegan en la dinámica de los ecosistemas. La mayoría de las lagunas naturales no han recibido a la fecha el reconocimiento y el apoyo que requieren, por lo que se ven sometidos a muchas amenazas y presiones derivadas de las acciones de desarrollo, la pobreza, las dinámicas de población, la degradación de ecosistemas circundantes, la protección eficaz y efectiva de estos sitios repercutirá de manera positiva en la conservación de la biodiversidad que albergan estas áreas, y en el fortalecimiento y la vitalidad de las culturas indígenas y locales.

El trabajo de investigación está constituido por cuatro capítulos; El capítulo I, delimita el problema de estudio, formulando el problema y especificando los objetivos alcanzados que bosqueja la importancia del estudio. Así mismo el capítulo II, detalla temas relacionados con el marco teórico conceptual, antecedentes del estudio y las variables de estudio. En el capítulo III, donde se considera aspecto metodológico de la investigación se precisó el tipo y diseño de investigación, población, técnicas e instrumentos, procedimientos y procesamientos de datos. Y el capítulo IV, comprende la presentación e interpretación de datos, proceso de prueba de hipótesis y discusiones de resultados y finalmente se presenta las conclusiones y recomendaciones más importantes.

A lo mencionado anteriormente, conducen a que, obteniéndose el conocimiento mediante un análisis fisicoquímico, estableciendo umbrales de concentración para algunas sustancias consideradas tóxicas o indicadoras de calidad de aguas se podrá adoptar medidas de control y tratamiento.

# **CAPÍTULO I**

## **PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA**

### **1.1. Descripción del problema**

El conocimiento de la calidad y la disponibilidad del agua para sus diferentes usos, son factores importantes para el bienestar y el progreso de un país, no solo dependen del tipo de suelo, clima, condiciones de drenaje, técnicas de riego y caudales disponibles, sino también en forma fundamental de la calidad físico-química (Rivera, 2007).

La mayoría de las lagunas naturales no han recibido a la fecha el reconocimiento y el apoyo que requieren, por lo que se ven sometidos a muchas amenazas y presiones derivadas de las acciones de desarrollo, la pobreza, las dinámicas de población, la degradación de ecosistemas circundantes, la protección eficaz y efectiva de estos sitios repercutirá de manera positiva en la conservación de la biodiversidad que albergan estas áreas, y en el fortalecimiento y la vitalidad de las culturas indígenas y locales (FAO, 1992).

De otro lado, se tiene que la acuicultura está inscrita en el sector pecuario en los diferentes países Latinoamericanos, constituyendo una actividad productiva marginal que está globalmente incluida, cuando ello se presenta, en el planeamiento pecuario. Lo anterior refleja en cierta medida las dificultades que se presentan para su desarrollo armónico y sostenido, lo que hace que el proceso de desarrollo de la acuicultura no corresponda a las potencialidades que se presentan en el ámbito del departamento de Ancash. La Acuicultura de especies hidrobiológicas (peces, crustáceos, batracios, moluscos y algas) es una actividad económica, al constituirse como un medio de producción no solo de alimentos para consumo humano sino además como una práctica tendiente a generar un cambio en las estructuras social, productiva y cultural que conlleve a la plena satisfacción de las necesidades básicas de la población.

El agua es necesaria para la vida del hombre, los animales y las plantas, es parte importante de la riqueza de un país; por eso debemos aprender a no desperdiciarla y conservarla. Como sabemos, el agua es un líquido incoloro, insípido e inodoro; es decir, no tiene color, sabor ni olor cuando se encuentra en su mayor grado de pureza. Es un elemento vital ya que sin ella no sería posible la vida de los seres vivos (hombres, animales y plantas).

La ciudad de Huancavelica, se encuentra rodeada por lagunas y ríos, y una de ellas es la laguna Choclococha. Este cuerpo de agua son receptores de los desechos producidos por actividad de piscícola producida por empresas dedicadas a la producción de truchas y por la población cercana. Y a la misma vez poder dar énfasis a una posible solución de captación de agua para consumo humano, viendo la deficiencia de agua que viene sufriendo los pobladores aledaños a la laguna de Choclococha.

Hasta la fecha no se han realizado inventarios de estas lagunas en cuanto a su biodiversidad, incluso a nivel local, no hay una información sistemática sobre estos sitios, y las publicaciones que están comenzando a documentar su existencia, sea desde una perspectiva de conservación de la naturaleza o de conservación cultural, son de reciente aparición. Por lo antes mencionado, el presente proyecto se enmarcará en brindar información a través de la evaluación de parámetros fisicoquímicos que contribuyan a un manejo y protección de este recurso hídrico.

## **1.2. Formulación del problema**

### **1.2.1. Problema general**

¿Cuál es la concentración de los parámetros fisicoquímicos y bacteriológicos del recurso hídrico de la laguna de Choclococha - Huancavelica?

## **1.3. Objetivos**

### **1.3.1. Objetivo general**

Evaluar la concentración de los parámetros fisicoquímicos y bacteriológicos del recurso hídrico de la laguna de Choclococha - Huancavelica.

### **1.3.2. Objetivos específicos**

- ✓ Determinar la concentración de los parámetros físicos del recurso hídrico de la laguna de Choclococha – Huancavelica.
- ✓ Determinar la concentración de los parámetros químicos del recurso hídrico de la laguna de Choclococha – Huancavelica.
- ✓ Determinar el recuento de coliformes totales y fecales del recurso hídrico de la laguna de Choclococha – Huancavelica.
- ✓ Comparar la concentración de los parámetros fisicoquímicos y bacteriológicos del recurso hídrico de la laguna de Choclococha – Huancavelica, con los (LMP) y ECA- Agua, categoría 4-E1.

## **1.4. Justificación**

### **1.4.1. Justificación teórica**

El presente trabajo de investigación se realiza con el propósito de aportar al conocimiento existente sobre la evaluación de la calidad del recurso hídrico de la laguna Choclococha ubicado en el distrito de Santa Ana, provincia de Castrovirreyna, región Huancavelica, a través del análisis fisicoquímico y bacteriológico de los parámetros como: demanda bioquímica de oxígeno, oxígeno disuelto, pH, nitratos, conductividad, sólidos suspendidos totales, coliformes totales y fecales, cuyos resultados podrán sistematizarse en una propuesta, para ser incorporados como conocimiento dentro de las ciencias ambientales.

### **1.4.2. Justificación metodológica**

El proyecto de investigación es de enfoque cuantitativo, tipo aplicativo, de nivel descriptivo en donde la población está conformada por las aguas de la laguna Choclococha y la muestra está conformada por tres puntos de monitoreo, para lo cual el muestreo es no probabilístico de manera intencional ya que para la identificación de dichos puntos se llevará a cabo mediante el protocolo de monitoreo de agua.

### **1.4.3. Justificación práctica**

Los resultados del presente trabajo de investigación los cuales vienen a ser la concentración de los parámetros fisicoquímicos, ayudaran a determinar el nivel de concentración que existe de dichos parámetros de la laguna Choclococha y está a la vez será un indicador para que las instituciones como OEFA, ANA u otros puedan tomar las medidas correspondientes en base a los resultados que se obtenga. De la misma forma este indicador permitirá a que a los causantes de este

cuerpo receptor puedan tomar medidas de protección y recuperación de dicho recurso.

#### **1.4.4. Justificación social**

Las altas concentraciones de los parámetros en estudio ponen en riesgo la calidad hídrica de la laguna de Choclococha, afectando la biodiversidad existente en dicho recurso. Es por ello que el propósito de la presente investigación es generar conciencia y valores sobre el recurso hídrico, así mismo promover el aprovechamiento y uso sustentable mediante actividades manejadas por las autoridades competentes.

#### **1.5. Importancia**

En tal sentido, obteniéndose el conocimiento mediante un análisis fisicoquímico, estableciendo umbrales de concentración para algunas sustancias consideradas tóxicas o indicadoras de calidad de aguas se podrá adoptar medidas de control y tratamiento, así mismo realizar una eficiente gestión de nuestro recurso hídrico.

## **CAPÍTULO II**

### **MARCO TEÓRICO**

#### **2.1. Antecedentes**

##### **2.1.1. A nivel Internacional**

Nivelo, (2015), desarrolló una investigación titulada *“Monitoreo de la calidad de agua en San Cristóbal, Galápagos”* en el país de Ecuador, el cual tuvo como objetivo continuar con el Proyecto Piloto de Monitoreo de la Calidad del Agua durante dos meses adicionales. La metodología usada es que la calidad de las muestras de agua fue analizada durante dos meses en base a parámetros físico-químicos y microbiológicos empleando protocolos internacionales estandarizados. Se muestran los siguientes resultados: la concentración de sulfatos es variable en el tiempo y la concentración entre las dos fuentes en promedio, no varían significativamente. La concentración promedio de cloruros en Cerro Gato y La Toma fueron 6,15 y 4,97 mg L-1, respectivamente. Se representa la concentración de fluoruros, esta es muy variables en el tiempo. Donde se concluye que el establecimiento de un sistema de monitoreo a largo plazo es de suma importancia para establecer la calidad del agua de consumo humano y de uso recreacional que permita asegurar la calidad del recurso hídrico y mejorar su manejo en la isla San Cristóbal.

Alvario & Gordillo (2015), desarrollaron una investigación titulada *“Evaluación fisicoquímica y microbiológica de la calidad del agua de los pozos, ubicados en el sector de la ciudadela 5 de junio de San Juan de Pueblo viejo - los ríos - Ecuador, año 2015”*. El presente trabajo de investigación se basa con el principal objetivo de determinar la calidad fisicoquímica y microbiológica de agua de pozos en el sector norte de San Juan de Puebloviejo de la Ciudadela 5 de junio, utilizando 2 procedimientos fisicoquímicos, microbiológicos estableciendo los

niveles de contaminación de las aguas de pozos aplicando estándares de calidad ambiental. Identificando el tramo de mayor contaminación de los pozos de agua del sector, mediante la aplicación de tecnologías de análisis fisicoquímicos la que se comparará los resultados obtenidos de las aguas de pozo del lugar con la Normativa Ecuatoriana del Ambiente. Los resultados obtenidos indicaron valores ligeramente por encima del límite máximo permitido por las TULSMA, en la mayoría de los parámetros analizados, como la dureza, sólidos disueltos totales, conductividad, turbidez, cloro, oxígeno disuelto, DBO5, nitrato, fosfato, sulfato, amoníaco, hierro, manganeso, aluminio, coliformes totales, coliformes fecales, mientras que para el pH, temperatura, color y sabor los valores estuvieron dentro de los estándares establecidos por la norma mencionada (TULSMA). Se concluyó que mediante los análisis fisicoquímicos y microbiológicos se identificó que el tramo de mayor contaminación del agua de los pozos de la Ciudadela 5 de junio corresponde al pozo No. 3, porque es donde se registró la mayoría de los valores más altos de los parámetros que sobrepasaron los valores recomendados.

Vaca (2014), desarrolló una investigación titulada “*Evaluación ambiental de la calidad del agua del Río Santa Rosa y lineamientos para un plan ambiental*” en el país de Ecuador, tuvo como objetivo evaluar la calidad del agua del Río Santa Rosa, para diagnosticar los niveles de contaminantes, estableciendo los lineamientos para un plan ambiental. La metodología utilizada fue de manera óptima, su meta fundamental desarrollar acciones que contribuyan a mejorar la calidad de vida de la población de Santa Rosa y su área de influencia, se obtuvieron los siguientes resultados: las tres estaciones de muestreo fueron seleccionadas de tal manera que permitió ver la calidad del cuerpo de agua conforme avanza a lo largo de la cuenca del río, la cual indican la presencia de cualquiera de los 3 parámetros (bacterias totales, Escherichia Coli y Coliformes totales). Se concluyó que valores encontrados de los parámetros afectan a la vida acuática como también

a los habitantes de Santa Rosa. Se ha generado una propuesta de prevención de la contaminación.

### **2.1.2. A nivel Nacional**

La tesis realizada por Arteaga (2019), que lleva por título *“Evaluación de la calidad del agua de lagunas y propuestas para su uso en acuicultura – distrito de Congas- provincia de Ocos – departamento de Áncash 2017”*. El presente proyecto de Investigación tuvo como objetivo general: Evaluar la calidad del agua de lagunas para plantear su utilización en Acuicultura- Distrito de Congas – Provincia de Ocos - Departamento de Ancash - 2017; asimismo los objetivos específicos fueron : a) Analizar parámetros físicos, de lagunas para su propuesta en acuicultura extensiva, semiintensiva e Intensiva; b) Analizar parámetros químicos de lagunas para su propuesta en acuicultura extensiva, semiintensiva e Intensiva; c) Analizar parámetros biológicos de lagunas para su propuesta en acuicultura extensiva, semiintensiva e intensiva. El Método de investigación empleado por su tipo, reunió las características metodológicas y temáticas de una investigación aplicada, experimental en su nivel preexperimental. Los resultados obtenidos reportan informaciones de evaluaciones de cinco (5) lagunas (Huicsococha, Maqui Contaycocha, Huacacocha y Challhuacocha) perteneciente a la Comunidad de Congas. Se mencionan informaciones de localización, accesibilidad, parámetros físicos (Temperatura, Color Aparente del Agua, Transparencia, Turbidez); químicos (Oxígeno disuelto, pH, CO<sub>2</sub>, Alcalinidad, Dureza, Nitratos, Nitritos, Amonio) y biológicos (Especies Hidrobiológicas, Zooplancton y Fitoplancton) de las lagunas. Las principales conclusiones son: se evaluó cinco (5) lagunas, realizándose análisis en Veinte (20) estaciones de muestreos; asimismo se plantean alternativas de uso acuícola, de las cinco (5) lagunas con especies de climas fríos.

Cava & Ramos (2016), en la investigación titulada *“Caracterización físico – química y microbiológica de agua para consumo humano de la localidad las Juntas del distrito Pacora – Lambayeque, y propuesta de tratamiento”*. El estudio se realizó en la localidad de Las Juntas, ubicada en el distrito de Pacora del departamento de Lambayeque, con el objetivo de caracterizar físico – químico y microbiológicamente el agua para el consumo humano de dicha localidad y así elaborar una propuesta de tratamiento para el fortalecimiento de este servicio. Para esto se tomó como referencia el Reglamento de la Calidad del Agua para Consumo Humano: DS N° 031 – 2010 – SA del Ministerio de Salud. Para el análisis de agua se tomaron diez puntos de muestreo en diferentes ubicaciones de la localidad los cuales incluye el pozo subterráneo, tanque de almacenamiento y 8 viviendas, para cada sitio de muestreo se recolectó dos muestras para análisis físico – químico y microbiológico respectivamente, se recolectó por 4 semanas haciendo un total de 40 muestras, evaluando 19 parámetros. Obteniéndose como resultado que los parámetros que están dentro de los límites para consumo humano son: pH, dureza total, turbidez, color, nitratos, arsénico, plomo y recuento de heterótrofos y los siguientes parámetros que sobrepasan los límites son: cloruros, magnesio, conductividad eléctrica, sólidos totales disueltos, sulfatos, cloro residual, coliformes totales y coliformes termotolerantes. Según los datos proporcionados de la calidad del agua, se concluye que el agua proveniente de la localidad de Las Juntas no es apta para consumo humano.

Fabián & Mendoza (2016), en su trabajo de investigación titulado *“Análisis de la calidad del agua potable y estrategias de intervención para su mejor uso en el distrito de Huaura. Perú: Universidad Nacional José Faustino Sánchez Carrión ,2016”*. Tuvo como objetivo analizar la calidad del agua y formular las estrategias de intervención para su mejor uso. Los resultados obtenidos para los

Parámetro Microbiológico: Coliformes Totales y Coliformes Termotolerantes de las muestras M-3 y M-4 y su comparación con los límites máximos permisibles establecidos en el Reglamento de calidad de agua para consumo humano (D.S W 031-2010-SA) y los Valores Guía de la OMS 2004, se concluyen que las muestras No Cumplen con los valores establecidos. De los resultados obtenidos de Calidad Organoléptica de las muestras: M-3 y M-4 y su comparación con los límites máximos permisibles establecidos en el Reglamento de calidad de agua para consumo humano (D. S N° 031-2010-SA) y los Valores Guía de la OMS 2004, se concluye que las muestras cumplen con los valores establecidos.

Zegarra (2016), en su trabajo de investigación titulado *“Evaluación de la calidad fisicoquímica y bacteriológica del manantial Huañambra en José Gálvez - Celendín. Perú: Universidad Nacional de Cajamarca ,2016”*; tuvo como objetivo determinar la calidad fisicoquímica y microbiológica del manantial Huañambra del distrito de José Gálvez en la provincia de Celendín - Cajamarca. Los análisis fisicoquímicos (pH, conductividad eléctrica, turbidez, sólidos totales disueltos, alcalinidad, dureza total, cloruros, sulfatos, nitratos, nitritos, hierro, cobre, cromo, aluminio, cadmio, plomo y zinc), que se realizaron en las aguas del manantial Huañambra dieron como resultado que no existe contaminación debido, a que sus concentraciones están por muy debajo de la ECA Nacional. Se concluyó que preexiste contaminación microbiológica en las aguas del manantial Huañambra, debido a que sobrepasan los límites máximos permisibles como indica el reglamento: En los coliformes totales se registró una superior concentración de bacterias, en el mes de marzo con un valor de 1760 UFC/100ml y en los coliformes fecales se registró un valor superior de 1120 UFC/100ml, en el mes de febrero.

Peña (2015), desarrolló una investigación titulada *“Calidad del recurso hídrico de la Laguna Los Milagros - José Crespo y Castillo –*

*Tingo María*”, cuyo objetivo es evaluar la calidad de fisicoquímico y bacteriológico de las aguas de la laguna Los Milagros; determinar la calidad del agua; y encontrar la correlación de los parámetros fisicoquímicos y microbiológicos, con las diferentes profundidades. Los resultados indican que: Los parámetros fisicoquímicos cuya concentración se incrementó entre 0.20 y 1.20 m de profundidad, fueron: turbidez, sólidos suspendidos totales (SST), fosfato, nitrato, y sulfato; sin embargo, el oxígeno disuelto (OD) experimentó un descenso (7.16 a 4.88 mg/L). Se concluyó que los parámetros fisicoquímicos cuya concentración se incrementó entre 0.20 y 1.20 m de profundidad, fueron: turbidez (29.8 a 53.41 NTU, respectivamente), sólidos suspendidos totales (SST) (66.42 a 152.53 mg/L), fosfato (0.10 a 2.66 mg/L), nitrato (3.28 a 8.30 mg/L) y sulfato (1.63 a 16.15 mg/L). Por su parte, los que disminuyeron su concentración entre 0.20 y 1.20 m de profundidad, fueron: pH (7.18 a 6.93, respectivamente), oxígeno disuelto (7.16 a 4.88 mg/L), demanda química de oxígeno (DQO) (25.39 a 21.81 mg/L), demanda bioquímica de oxígeno (DBO5) (16.56 a 12.31 mg/L) y la temperatura (24.60 a 22.63 °C). El estudio concluye con respecto a los meses de evaluación, se comprueba que la toma de muestras en agosto, setiembre, octubre y noviembre no resulta estadísticamente significativa en cuanto a los parámetros microbiológicos, lo cual indica que no se alteran estadísticamente en los meses de evaluación.

Tamani (2014), desarrolló una investigación titulada *“Evaluación de la calidad de agua del Rio Negro en la provincia de Padre Abad, Aguaytía”*, cuyo objetivo fue evaluar la calidad de agua del rio Negro durante los meses de febrero y marzo, en la Provincia de Padre Abad. La metodología utilizada establecida en el Protocolo Nacional de Monitoreo Cuerpos Naturales de Agua Superficial y el Protocolo de Monitoreo de la Calidad Sanitaria de los Recursos Hídricos Superficiales de la Dirección General de Salud Ambiental. Se

compararon los resultados obtenidos con los Estándares de Calidad Ambiental nacionales (Ministerio del Ambiente, 2008). Las evaluaciones de los parámetros fisicoquímicos dieron como resultado que las aguas del río Negro son de buena calidad, a excepción de la demanda química de oxígeno que mostró concentraciones muy elevadas de carga orgánica. Y la evaluación de los parámetros microbiológicos determinó que las aguas del río Negro no son de buena calidad. Las comparaciones con los Estándares de Calidad Ambiental concluyeron que las aguas del río Negro a partir de la estación E-02 no son de buena calidad en las categorías I, III y IV (categoría del río) por lo tanto no son aptas para el uso poblacional ni recreativo y no presentan características óptimas para la conservación del ambiente acuático.

## **2.2 Bases teóricas**

### **2.2.1 Calidad del agua**

#### **Conceptualización de la calidad del agua de consumo humano**

El concepto de calidad del agua, es la aptitud para satisfacer los diferentes usos y necesidades en función de sus características, determinadas generalmente por parámetros fisicoquímicos con unos límites de concentración asociados. Es una medida de la condición del agua en relación con los requisitos de una o más especies bióticas o a cualquier necesidad humana. Éste es el enfoque de las directivas europeas aprobadas en los años 70 con el objetivo de garantizar una calidad del agua óptima para satisfacer cada uno de los usos (aguas para el consumo humano, zonas de baño, aguas destinadas a la protección de la vida, etc.)

Existen en varios países normas y protocolos dictadas por las autoridades de salud pública que identifican aquellos indicadores o parámetros de calidad de agua, donde se recomiendan valores guías y obligatorios a cumplir en cada caso. Uno o varios microorganismos son indicadores de la calidad microbiológica del agua son cuatro (4) seleccionados y determinados en la regulación. Los más frecuentes son:

coliformes totales y fecales, Escherichia coli, enterococos y Salmonella (González, 2005).

### **Importancia de la calidad del agua en la salud pública**

De acuerdo a los protocolos para la calidad del agua potable de la Organización Mundial de la Salud (OMS), agua potable es aquella agua que puede ser consumida por las personas durante toda su vida sin poner en riesgo su salud (OMS, 2006). Para lograr esta condición, el agua potable debe contar con características físico-químicas y bacteriológicas por debajo de los valores límite establecidos por las normas vigentes Estándares de calidad de agua, que determinan la calidad del agua que no pone en riesgo la salud de las personas que la consumen y utilizan. El agua contaminada puede transmitir enfermedades, entre ellas las EDAS (enfermedades diarreicas agudas), que son conocidas como una de las principales causas de morbilidad y de los altos índices de desnutrición crónica en niños menores de 5 años en el Perú.

#### **2.2.2 Calidad ambiental**

La calidad de cualquier masa de agua, superficial o subterránea depende tanto de factores naturales como de la acción humana. Sin la acción humana, la calidad del agua vendría determinada por la erosión del substrato mineral, los procesos atmosféricos de evapotranspiración y sedimentación de lodos y sales, la lixiviación natural de la materia orgánica y los nutrientes del suelo por los factores hidrológicos, y los procesos biológicos en el medio acuático que pueden alterar la composición física y química del agua. Por lo general, la calidad del agua se determina comparando las características físicas y químicas de una muestra de agua con las normas de calidad del agua o estándares. El deterioro de la calidad del agua, se ha convertido en motivo de preocupación a nivel mundial con el crecimiento de la población humana, la expansión de la actividad industrial y agrícola y la amenaza

del cambio climático como causa de importantes alteraciones en el ciclo hidrológico (ONU, 2014).

### **2.2.3 Importancia del agua**

Esta preciada envoltura de agua, en su mayor parte de agua salada y el resto de agua dulce, ayuda a mantener el clima de la Tierra y es fuente esencial para toda forma de vida. Sin embargo, el pequeño porcentaje de agua dulce, no es del todo accesible, sólo una pequeña fracción de la misma está disponible para la humanidad y se halla distribuida de manera muy poco uniforme; Esto significa que la cantidad de agua dulce en la Tierra es relativamente pequeña y su existencia en el planeta se debe afortunadamente a procesos de reciclaje, purificación natural y distribución de manera constante en el ciclo hidrológico. Esta porción de agua dulce es de especial importancia para la agricultura, industria, transporte y muchas otras actividades humanas. Cualquier actividad humana que use el agua, si no controla las consecuencias que este uso causa al entorno natural, es una práctica que atenta contra su conservación (Umbría, Trezza, & Hervé, 2009).

### **2.2.4 La creciente demanda de agua dulce**

La creciente demanda de agua dulce y los conflictos en la demanda de recursos hídricos en áreas densamente pobladas, son problemas de importancia que enfrentan la mayoría de los países y regiones. Los problemas del cambio global, aumentan la necesidad de contar con datos suficientes de buena calidad para garantizar la seguridad del abastecimiento de agua, la protección del ambiente y la calidad humana. En los últimos 70 años se ha triplicado la población mundial y el uso del agua se ha multiplicado por seis, como resultado del desarrollo industrial y del mayor uso del riego. En todo el mundo, se utiliza cada año un 54% del agua dulce disponible. Si el consumo por persona permaneciera invariable, hacia 2025, se podría estar utilizando un 70% del total, solamente en función del aumento de la población. Si

el consumo per cápita, en todos los países del mundo llegara al nivel de los países más desarrollados, hacia 2025, podríamos estar consumiendo un 90% del agua disponible (Umbría et al., 2009).

## **2.2.5 Parámetros físicos - químicos del agua**

### **Parámetros físicos**

#### **a) Potencial de hidrogeno (pH)**

El potencial de hidrógeno (pH) en el agua es una medida de su acidez o de su alcalinidad. Un pH menor de 7.0 señala una tendencia hacia la acidez, mientras que un valor mayor de 7.0 indica un instinto a lo alcalino. La mayoría de las aguas naturales tienen un pH entre 4 y 9, aunque varias de ellas tienen un pH levemente básico debido a la presencia de carbonatos y bicarbonatos. Un pH que se encuentre bajo también pueden acceder a los elementos tóxicos y compuestos ser más móviles y aprovechables para ser tomados por los organismos y plantas acuáticas. (Zegarra, 2016).

Es la concentración relativa de los iones hidrógeno en el agua, es la que indica si ésta actuará como un ácido débil, o si se comportará como una solución alcalina. Es una medición valiosa para interpretar los rangos de solubilidad de los componentes químicos. Esta mide la acidez o la alcalinidad del agua. La actividad del ión hidrógeno puede afectar directa o indirectamente la actividad de otros constituyentes presentes en el agua, la medida del pH constituye un parámetro de importancia para la descripción de los sistemas biológicos y químicos de las aguas naturales (Amado, et al., 2006).

#### **b) Solidos suspendidos totales (SST)**

Se refiere a la concentración de los componentes disueltos presentes en las aguas naturales, y la salinidad a la concentración total de los componentes iónicos. Su medición se da en ppm o g/L,

este parámetro puede verse afectado por la temperatura y el pH o disolución de sales. Los STD, la salinidad y la conductividad eléctrica conllevan una relación al ser los parámetros que miden las soluciones disueltas en el agua (Ocasio, 2008).

**c) Conductividad eléctrica (CE)**

Es la medida de la capacidad del agua para conducir la electricidad. El agua pura usualmente no conduce electricidad; por lo tanto, la conductividad que se puede medir será consecuencia de las impurezas presentes en el agua. El instrumento para medir la conductividad es el conductímetro, se manifiesta en unidades de microsiemen por centímetro ( $\mu\text{S}/\text{cm}$ ). Zegarra (2016).

El agua pura tiene una conductividad eléctrica muy baja. El agua natural tiene iones en disolución. Su conductividad es mayor y proporcional a las cantidades y características de esos electrolitos. Es por eso que se usan los valores de conductividad como índice aproximado de concentración de soluto. La temperatura modifica la conductividad en el agua, por lo que los análisis se realizan a una temperatura de  $20^{\circ}\text{C}$ . Las aguas superficiales con fondos formados con rocas de granito tienden a presentar conductividades mayores debido a la presencia de compuestos ionizables. (González, 2011).

**Parámetros químicos**

**a) Demanda bioquímica de oxígeno ( $\text{DBO}_5$ )**

La Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO), es un parámetro que mide la cantidad susceptible de ser consumida u oxidada por medios biológicos que contiene una muestra líquida disuelta o en suspensión. Se utiliza para medir el grado de la contaminación, normalmente se mide transcurridos cinco días de la reacción ( $\text{DBO}_5$ ) y se expresa en miligramos de oxígeno diatómico por litro ( $\text{mgO}_2/\text{L}$ ). El método de ensayo se basa en

medir el oxígeno consumido por una población microbiana en condiciones en las que se ha inhibido de los procesos fotosintéticos de producción de oxígeno en condiciones que favorecen el desarrollo de los microorganismos. La curva de consumo de oxígeno suele ser el principio débil y después se eleva rápidamente hasta un máximo sostenido, bajo la acción de la fase logarítmica de crecimiento de los microorganismos. Es un método aplicable en aguas continentales (ríos, lagos o acuíferos), aguas negras, aguas pluviales o agua de cualquier otra procedencia que pueda contener una cantidad apreciable de materia orgánica. (Avecillas, 2012).

**b) Oxígeno disuelto (OD)**

Este parámetro hace referencia a la cantidad disuelta de oxígeno en el agua. Las aguas superficiales limpias suelen estar saturadas de oxígeno, lo que es fundamental para la vida. Si el nivel de oxígeno disuelto es bajo indica contaminación con materia orgánica, mala calidad del agua e incapacidad para mantener determinadas formas de vida (Ocasio, 2008).

El oxígeno disuelto es uno de los parámetros más relevantes a la hora de evaluar la calidad del agua. Está asociado a la contaminación orgánica. Su concentración aumenta al disminuir la temperatura y la salinidad y posee una relación directa con la pendiente y la aireación del cauce. Cuando existen condiciones aeróbicas se produce una mineralización que consume oxígeno y produce gas carbónico, nitratos y fosfatos. Una vez que se consume todo el oxígeno comienza la descomposición anaeróbica que produce metano, amonio, sulfuro de hidrógeno. El Oxígeno Disuelto proviene de la atmósfera y se disuelve en el agua hasta que se establece un equilibrio entre el aire y el agua, el cual tiende a aproximarse a su valor de saturación. Los factores que regulan la cantidad de Oxígeno Disuelto en el agua son la Temperatura, la Salinidad, la actividad

biológica, y los procesos de mezcla debidos a los movimientos del agua (Canter, 200).

### c) Nitratos ( $\text{NO}_3^-$ )

Lenntech (2016), menciona que el nitrato es un compuesto inorgánico compuesto por un átomo de nitrógeno (N) y tres átomos de oxígeno (O); el símbolo químico del nitrato es  $\text{NO}_3^-$ . El nitrato no es normalmente peligroso para la salud a menos que sea reducido a nitrito ( $\text{NO}_2$ ).

Es un contaminante común que se encuentra en el agua y que puede provocar efectos nocivos si se consume en altos niveles. El nitrato es inodoro e incoloro. Bajas concentraciones de nitrato son normales, pero altas cantidades pueden contaminar nuestra fuente de agua potable. Fuentes comunes de nitrato son los fertilizantes, estiércol, compost y pozos sépticos. El nitrato llega fácilmente a fuentes de agua por lixiviación (Water Boards, 2013).

Al igual que en el caso de la demanda química de oxígeno, el objetivo de este parámetro es señalar la cantidad de oxígeno que emplean los microorganismos aerobios para oxidar y degradar la materia orgánica disponibles en un cuerpo de agua natural, este proceso se realiza en un lapso de 5 días. La DBO5 es un parámetro relacionado como contribución a la materia orgánica, mide la cantidad de oxígeno requerida por los microorganismos para oxidar, degradar o estabilizar la materia orgánica en condiciones aeróbicas, su determinación es en base a la oxidación natural de degradación (ANA, 2018).

### 2.2.5 Tipos de masa superficial

Estos tipos de agua se dividen en dos (02) lenticos y loticos:

- ✓ **Aguas Lotico o corriente.** - Es el ecosistema de un río, arroyo o manantial, en el cual el movimiento del agua es

predominantemente en una dirección, siguiendo el curso que tenga el cuerpo, afectado por factores físicos como: pendiente, caudal, profundidad, entre otros. Los ecosistemas lóticos pueden contrastarse con los ecosistemas lénticos, término que abarca las aguas terrestres relativamente estancadas tales como lagos y estanques. Juntos, estos dos ecosistemas forman el campo de estudio general de la limnología, que puede contrastarse a la oceanografía. Ambientes acuáticos (Axis, 2010).

- ✓ **Aguas lenticas.** - Los ecosistemas de aguas lenticas son cuerpos de agua estancada, es decir, que no fluye desde un punto hacia otro. Abarcan estanques, lagunas y lagos. Los lagos se caracterizan por ser profundos y dividirse en estratos. Al ser las lagunas y los estanques al ser menos profundos, la luz puede penetrar más y albergar muchas plantas acuáticas. Ambientes acuáticos Axis (2010).

#### **2.2.6 Estándares de calidad de agua (ECA – Agua)**

Nivel de concentración máximo de elementos, sustancias o parámetros físicos, químicos y biológicos presentes en los recursos hídricos superficiales que no representan riesgo significativo para la salud de las personas ni contaminación del ambiente (ANA, 2016).

**Las ECAs:** Según MINAM (2014), son indicadores de calidad ambiental. Miden la concentración de elementos, sustancias u otros en el aire, agua o suelo. Su finalidad es fijar metas que representan el nivel a partir del cual se puede afectar significativamente el ambiente y la salud humana. La medición se realiza directamente en el aire, agua o suelo (conocidos como cuerpos receptores), dependiendo del caso. Así los ECA indican, por ejemplo, que en el aire solo puede existir una determinada concentración de partículas por millón (ppm) de CO<sub>2</sub> (dióxido de carbono), sin importar qué industria, municipio o persona es la que generó la emisión. En caso de encontrarse que las emisiones totales superan el valor determinado por el ECA, la entidad

correspondiente, en este caso el Ministerio del Ambiente, se encargará de investigar y determinar las razones de la excedencia para tomar las medidas correctivas del caso, en coordinación con autoridades y otros actores locales.

**Los LMP:** Según MINAM (2014), miden la concentración de ciertos elementos, sustancias y/o aspectos físicos, químicos y/o biológicos que se encuentran en las emisiones, efluentes o descargas generadas por una actividad productiva en particular, pues son a través de ellos que se puede afectar el aire, el agua o el suelo. La fijación de dichos límites tiene como finalidad proteger al ambiente y la salud humana de ciertos elementos y/o sustancias que puedan representar un riesgo para ellas, pero a diferencia de los ECA los LMP establecen un límite aplicable a las emisiones, efluentes o descargas al ambiente, individualizando los límites por actividad productiva. Así, los LMP son exigibles y su cumplimiento es obligatorio para cada una de las personas o empresas de cada sector.

El Decreto Supremo N° 004-2017-MINAM dice. Que, en mérito del análisis técnico realizado se ha identificado la necesidad de modificar, precisar y unificar la normatividad vigente que regula los ECA para agua; Que, mediante Resolución Ministerial N° 072-2017-MINAM, se dispuso la prepublicación del proyecto normativo, en cumplimiento del Reglamento sobre Transparencia, Acceso a la Información Pública Ambiental y Participación y Consulta Ciudadana en Asuntos Ambientales, aprobado por Decreto Supremo N° 002-2009-MINAM, y el artículo 14 del Reglamento que establece disposiciones relativas a la publicidad, publicación de Proyectos Normativos y difusión de Normas Legales de Carácter General, aprobado por Decreto Supremo N° 001-2009-JUS; en virtud de la cual se recibieron aportes y comentarios al mismo; La presente norma tiene por objeto compilar las disposiciones aprobadas mediante el Decreto Supremo N° 002-2008-MINAM, el Decreto Supremo N° 023-2009-MINAM y el Decreto Supremo N° 015-2015-MINAM, que aprueban los

Estándares de Calidad Ambiental (ECA) para Agua, quedando sujetos a lo establecido en el presente Decreto Supremo y el Anexo que forma parte integrante del mismo.

**Tabla 1**

*Estándares de Calidad Ambiental (ECA)-Agua, categoría 4-E1 (Conservación del medio acuático)*

Parámetros	Unidad de Medida	E1: Lagunas y Lagos
<b>FÍSICOS - QUÍMICOS</b>		
Aceites y Grasas (MEH)	mg/L	5,0
Cianuro Libre	mg/L	0,0052
Color (b)	Color verdadero Escala Pt/Co	20 (a)
Clorofila A	mg/L	0,008
Conductividad	µS/cm	1000
Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO <sub>5</sub> )	mg/L	5
Fenoles	mg/L	2,56
Fosforo Total	mg/L	0,035
Nitratos (NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> ) (c)	mg/L	13
Amoniaco Total	mg/L	(1)
Nitrógeno Total	mg/L	0,315
Oxígeno disuelto (valor mínimo)	mg/L	≥ 5
Potencial de Hidrógeno (pH)	Unidad de pH	6,5 a 9,0
Sólidos Suspendidos Totales	mg/L	≤ 25
Sulfuros	mg/L	0,002
Temperatura	°C	Δ 3

Fuente: ECA-Agua (2017)-Decreto Supremo N°004-2017-MINAM

### 2.2.7 Protocolo de monitoreo de la calidad de los recursos hídricos

En la gestión de los recursos hídricos, la calidad del agua es uno de los aspectos más importantes que se tiene en cuenta para los diferentes usos establecidos en el territorio nacional. Se busca conservar y proteger la calidad las aguas continentales y marinas de los efectos de las fuentes contaminantes y del cambio climático, con la finalidad de establecer un equilibrio del ecosistema acuático, considerándose a éste como indicador de la calidad óptima del recurso, beneficiándose al ambiente y a la salud pública.

A lo expuesto, el protocolo de monitoreo de la calidad del agua, para los recursos hídricos, es elaborado por la Autoridad Nacional del Agua y consensado por las entidades que conforman el Sistema Nacional de Gestión de los Recursos Hídricos, a fin de estandarizar procedimientos técnicos para el monitoreo de la calidad de las aguas continentales, marinos y efluentes de los diversos sectores del gobierno peruano y por la actividad privada; asimismo, permitirá implementar el Plan Nacional de Vigilancia de la Calidad de Agua en el Perú (ANA, 2016).

**Tabla 2**

*Monitoreo de la Calidad de los Recursos Hídricos Superficiales – ANA*

<b>ACTIVIDADES</b>	<b>DESCRIPCIÓN</b>
Recursos económicos	<p>La actividad de monitoreo deberá contar con presupuesto económico para los siguientes aspectos:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Traslado del equipo de trabajo: combustible, peajes, etc.</li> <li>• Análisis de las muestras.</li> <li>• Materiales de escritorio, compra de hielo, etc.</li> </ul>
Tipos de muestra de agua Muestra simple o puntual	<p>A esta muestra se le denomina discreta. Consiste en la toma de una porción de agua en un punto o lugar determinado para su análisis individual. Representan las condiciones y características de la composición original del cuerpo de agua para el lugar, tiempo y circunstancias particulares en el instante en el que se realizó su recolección.</p>
Planificación del monitoreo	<p>Se realiza en gabinete con la finalidad de diseñar el trabajo de monitoreo que incluye el establecimiento del ámbito de evaluación (cuenca, unidad hidrográfica, recurso hídrico), puntos de monitoreo, lugares de acceso, verificación y ubicación de la zona de muestreo y los puntos de monitoreo mediante el empleo de herramientas informáticas.</p>
Establecimiento de la red de puntos de monitoreo	<p>El establecimiento de red de puntos de monitoreo de un recurso hídrico superficial deberá realizarse de manera preliminar en gabinete. Par ello, es necesario contar con un mapa hidrográfico de la cuenca hidrográfica e intercuenca o de la zona marina. La recopilación e integración de información se realiza a través de</p>

ACTIVIDADES	DESCRIPCIÓN
	herramientas informáticas como ArcGis, Google Earth, entre otros.
Codificación del punto de muestreo.	El punto de muestreo debe ser identificado y reconocido claramente, de manera que permita su ubicación exacta en muestreos futuros. En la determinación de la ubicación se utiliza el Sistema de Posicionamiento Global (GPS); las coordenadas del punto de monitoreo deberán ser registradas en sistema UTM par puntos en cuerpos de agua continental y en sistema geográfico para puntos de monitoreo en el mar, ambos en estándar geodésico WGS84.
Parámetros recomendados en el monitoreo de la calidad de los recursos Hídricos.	Se presentan los parámetros mínimos de acuerdo con la categoría del recurso hídrico asignada por ANA a los Estándares de calidad Ambiental para Agua. <b>Parámetros Químicos-físicos:</b> Categoría 4: demanda bioquímica de oxígeno, oxígeno disuelto, pH, nitratos, conductividad, solidos suspendidos totales.
Rotulado y etiquetado	Los recipientes deben rotular con etiquetas autoadhesivas. La etiqueta de cada muestra de agua como mínimo los siguientes datos: Nombre del solicitante, código del punto de muestreo, tipo de cuerpo de agua, fecha y hora de muestreo, nombre del responsable de la toma de muestra, tipo de análisis requerido.
Medición de los parámetros de campo	Los parámetros para medir en campo son pH, conductividad, temperatura, oxígeno disuelto, entre otros. En el caso de ríos accesibles y de bajo caudal se recomienda tomar los parámetros de campo directamente en el cuerpo de agua, caso contrario utilizar un balde limpio y transparente.
Procedimiento para la toma de muestras	Antes de iniciar el muestreo, todo el personal que manipula los equipos de toma de muestra, los recipientes y frascos a los reactivos de preservación, deben colocarse guantes descartables, mascarilla y gafas protectoras. Es aplicable para ríos de bajo caudal o poca profundidad, se deberá evitar la contaminación de las muestras por disturbar los sedimentos del fondo o de la orilla del cauce.
Almacenamiento, conservación y transporte de la muestras	Los frascos deben almacenarse dentro de cajas térmicas (coolers) de forma vertical para que no ocurran derrames ni se exponga a la luz del sol. Los recipientes de vidrio deber ser embalados con la debida precaución para evitar roturas y derrames durante su transporte. Par su preservación, las muestras recolectadas deberán acondicionarse en cajas térmicas (coolers) bajo un adecuado sistema de enfriamiento (5+ <sub>-</sub> °C), refrigerante.

ACTIVIDADES	DESCRIPCIÓN
	Las muestras deben ser transportadas inmediatamente al laboratorio cumpliendo con los tiempos de almacenamiento máximo de cada parámetro a evaluar.

**Nota.** Fuente: *Protocolo Nacional para el monitoreo de calidad de los recursos hídricos* – ANA.

## 2.3 Bases conceptuales

### 2.3.1. El agua

El agua es una fuente única, de gran significación para los seres vivos, es el más abundante en la naturaleza y determinante en los procesos físicos, químicos y biológicos que genera vida en el medio natural. El agua aparentemente se resume en una simple fórmula: H<sub>2</sub>O, que es la característica más general de las grandes masas que cubren el 71% de la superficie de la tierra (océanos, casquetes polares, glaciares, aguas superficiales y subterráneas) y que conforman lo que se denomina la hidrosfera (García, Sánchez, Marín, Verdugo, & Dominguez, 2001).

### 2.3.2. Calidad de agua

El problema de la calidad de agua es tan importante como aquellos relativos a la escasez de la misma, sin embargo, se le han brindado menos atención. El término calidad de agua se refiere al conjunto de parámetros que indican que el agua puede ser usada para diferentes propósitos como: doméstico, riego, recreación e industria. La calidad del agua se define como el conjunto de características del agua que pueden afectar su adaptabilidad a un uso específico, la relación entre esta calidad del agua y las necesidades del usuario. También la calidad del agua se puede definir por sus contenidos de sólidos y gases, ya sea que estén presentes en suspensión o en solución (García, et al., 2001).

El término calidad de agua se refiere al conjunto de parámetros que indican que el agua puede ser usada para diferentes propósitos. El término calidad del agua es relativo y solo tiene importancia si está

relacionado con el uso del recurso. Esto quiere decir que una fuente de agua suficientemente limpia que permita la vida de los peces puede no ser apta para la natación y un agua útil para el consumo humano puede resultar inadecuada para la industria.

### **2.3.3 Contaminación de las aguas superficial**

La contaminación orgánica de los ríos es por la descarga de aguas residuales procedentes de las actividades humanas (ciudades, la agricultura, la industria) afecta a los seres humanos y los ecosistemas en todo el mundo a través de la crisis global de saneamiento. En primer lugar, no se trata de aguas residuales urbanas con patógenos que causan una variedad de enfermedades, incluyendo la diarrea, la principal causa de enfermedad y muerte (Yingrong, Gerrit, & Giesen, 2017).

### **2.3.4 Naturaleza de contaminación del agua**

El agua es la sustancia que está más ampliamente distribuida sobre la superficie terrestre y en los tejidos de los organismos vivos. En los ríos, lagos, océanos, nubes y casquetes polares, así como en nuestro cuerpo; es el medio en el que se cumple la mayoría de las transformaciones fisicoquímicas, en particular las de importancia biológica. En la superficie de la tierra, el agua líquida entra en contacto con muchas otras sustancias químicas y se mezcla con ellas en forma más o menos estrecha. De lo anterior se deduce que la contaminación del agua es la adición de materia extraña que deteriora la calidad del agua e inhabilita la pureza de la misma (US EPA, 2001).

### **2.3.4 Parámetros fisicoquímicos del agua**

Solórzano (2005), menciona que son las características físicas del agua, son llamadas así porque pueden ser percibidos con los sentidos (vista, olfato, etc.), tienen directa incidencia con condiciones aceptables del agua.

### **2.3.5 Parámetros microbiológicos del agua**

Zegarra (2016), menciona que existen numerosos tipos de agentes patógenos que pueden transmitirse por el consumo de agua contaminada a la población beneficiaria. La gama de agentes patógenos cambia en función de componentes variables como el aumento de la población tanto de personas como de los animales, el aumento del uso de aguas residuales, los cambios de los hábitos de la población o de las intervenciones médicas, las migraciones y viajes de la población, benefician la aparición de agentes patógenos nuevos, o de recombinaciones de los agentes patógenos efectivas.

### **2.3.6 Contaminación del agua**

Los líquidos ocupan una posición intermedia entre los gases y los sólidos en cuanto a facilidad de poder ser contaminados. En los líquidos, las fuerzas atractivas entre las moléculas son suficientemente fuertes para que una muestra de ellos se mantenga unida. Pero como no son tan fuertes como en los sólidos, sus moléculas se desplazan unas de otras. Por supuesto, el agua es el medio líquido universal para la materia viva y, por consiguiente, está expuesta en forma única a la contaminación por organismos vivos, incluyendo a aquellos que son patógenos para el hombre. Finalmente, el agua en su estado líquido es muy fácil de ser contaminado por agentes extraños que existen en nuestro alrededor (US EPA, 2001).

### **2.3.6 Contaminación del agua y su acción sobre la salud**

El agua tiene una doble acción sobre la salud. En condiciones normales disminuye la posibilidad de contraer enfermedades como el cólera, la fiebre tifoidea, la disentería y las enfermedades diarreicas; esta última es la principal causa de mortalidad de los niños de 1 a 4 años. El crecimiento de la población humana acrecienta los problemas de contaminación y en consecuencia el suministro de agua potable y el tratamiento de las aguas residuales. El agua es el elemento vital para la

alimentación, higiene y actividades del ser humano, la agricultura y la industria. Por eso, las exigencias higiénicas son más rigurosas con respecto a las aguas destinadas al consumo de la población, exigencias que están siendo cada vez menos satisfechas, por su contaminación, lo que reduce la cantidad y calidad del agua disponible, como también sus fuentes naturales (Barcelo & López, 2007).

## 2.4 Formulación de Hipótesis

### 2.4.1. Hipótesis

**H<sub>a</sub>:** La concentración de los parámetros fisicoquímicos (DBO<sub>5</sub>, pH, oxígeno disuelto, nitratos, conductividad, sólidos suspendidos totales) y bacteriológicos (coliformes totales y fecales), en el recurso hídrico de la laguna de Choclococha-Huancavelica, si cumple con los (LMP) ECA – Agua, categoría 4 – E1.

**H<sub>0</sub>:** La concentración de los parámetros fisicoquímicos (DBO<sub>5</sub>, pH, oxígeno disuelto, nitratos, conductividad, sólidos suspendidos totales) y bacteriológicos (coliformes totales y fecales), en el recurso hídrico de la laguna de Choclococha-Huancavelica, no cumple con los (LMP) ECA – Agua, categoría 4 – E1.

## 2.5 Definición de términos

- a) **Laguna:** Son un depósito natural de agua, generalmente dulce y de menores dimensiones que el lago.
- b) **Aguas Continentales:** Cuerpos de agua permanentes que se encuentran sobre o debajo de la superficie de la tierra (ANA 2016).
- c) **Aguas residuales:** Aguas cuyas características originales han sido modificadas por actividades antropogénicas y que por sus características de calidad requieren un tratamiento previo (ANA 2016).
- d) **Caudal:** es el volumen de agua que pasa por una sección determinada en una unidad de tiempo (ANA 2017).

- e) Contaminación del agua.** Cualquier cambio físico o químico en el agua de superficie o subterránea que puede ser nocivo para los organismos vivos o volverla no apta para ciertos usos (ANA 2017).
- f) Cuerpo Receptor:** Se refiere al cuerpo natural de agua continental o marinocostera que recibe el vertimiento de las aguas residuales tratadas o sin tratar (ANA 2016).
- g) Monitoreo de la Calidad de los Recursos Hídricos:** Proceso que permite obtener la medición de la calidad de los cuerpos naturales del agua con el objetivo de realizar el seguimiento y control de la exposición de los contaminantes y su afectación a los diferentes usos de agua y a los ecosistemas acuáticos (ANA 2016).
- h) Muestra de agua:** Porción representativa del efluente o cuerpo hídrico receptor que es colectada con el fin de conocer sus características físicas, químicas y biológicas.
- i) Muestreo de agua:** es una herramienta del monitoreo. Su función básica es la extracción de una parte del cuerpo de agua para determinar sus características y condiciones actuales (ANA 2017).
- j) Parámetros:** Son aquellas características físicas, químicas y biológicas, de calidad del agua, que puede ser sometido a medición.
- k) Límite Máximo Permisible:** Nivel de concentración o cantidad de uno o más contaminantes, por debajo del cual no se prevé riesgo para la salud, el bienestar humano y los ecosistemas, que es fijado por la Autoridad Competente y es legalmente exigible.
- l) Monitoreo:** Es la determinación continua o periódica de la cantidad de contaminantes, físicos, químicos, biológicos o su combinación en un recurso hídrico.
- m) Estándar de Calidad Ambiental:** Los ECA son indicadores de calidad ambiental, que miden la concentración de elementos, sustancias, parámetros físicos, químicos y biológicos que se encuentran presentes en el aire, agua o suelo, pero que no representan peligro para los seres humanos ni al ambiente.

## **2.6 Definición operativa de variables**

Del análisis realizado sobre la problemática en cuestión, se definen las variables de acuerdo a un criterio metodológico, para nuestro caso:

### **2.6.1 Variable Dependiente:**

- Calidad del recurso hídrico de la laguna de Choclococha.

### **2.6.2. Variable Independiente:**

- Parámetros fisicoquímicos, concentración de DBO<sub>5</sub>, oxígeno disuelto (OD), pH, Conductividad eléctrica (CE), sólidos totales en suspensión (SST), coliformes totales y coliformes termotolerantes.

## **2.7 Operacionalización de Variables**

**Tabla 3**

*Operacionalización de Variables.*

TIPO DE VARIABLES	NOMBRE DE LA VARIABLE	DIMENSIÓN	INDICADOR	SUB INDICADORES
Variable independiente:				mg/L.
Concentración de DBO <sub>5</sub> , OD, pH, nitratos, CE, SST, Coliformes totales y termotolerante.	Parámetros físicos - químicos del recurso hídrico de la laguna de Choclococha-Huancavelica.	Parámetro físicos químicos y microbiológicos.	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Concentración de DBO<sub>5</sub>.</li> <li>➤ Concentración de Oxígeno disuelto.</li> <li>➤ pH.</li> <li>➤ Concentración de Nitratos.</li> <li>➤ Conductividad eléctrica.</li> <li>➤ Solidos suspendidos totales.</li> <li>➤ Coliformes Totales</li> <li>➤ Coliformes Termotolerantes</li> </ul>	mg/L. mg/L. Unidad. mg/L. μS/cm Unidad. NMP/100 ml. NMP/100 ml.
Variable dependiente:				
Calidad del recurso hídrico de la laguna de Choclococha-Huancavelica.	El recurso hídrico de la laguna de Choclococha está sufriendo un fuerte impacto por las diversas actividades antropogénicas, afectado el nivel ecológico que pueden sobrepasar los estándares de calidad ambiental para agua (ECA).	Estándares de calidad ambiental para agua (ECA) para categoría 4-E1.	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Concentración de DBO<sub>5</sub>.</li> <li>➤ Concentración de Oxígeno disuelto.</li> <li>➤ pH.</li> <li>➤ Concentración de Nitratos.</li> <li>➤ Conductividad eléctrica.</li> <li>➤ Solidos suspendidos totales.</li> </ul>	Los límites máximos permisibles (LMP), establecidos en las (ECA).

# **CAPÍTULO III**

## **METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN**

### **3.1. Tipo y nivel de investigación**

#### **3.1.1. Tipo de investigación**

La investigación aplicada o también conocida como práctica, dinámica y activa, el cual se caracteriza por buscar la aplicación o utilización de conocimientos que se adquieren en el proceso de la investigación. Por ello este tipo de investigación requiere de un marco teórico para confrontarla con la realidad del fenómeno que está siendo estudiado. El cual se basa en su aplicación inmediata el cual no crea teorías tan solo las describe para dar solución al problema establecida en la investigación (Behar, 2008).

El trabajo de investigación no busca desarrollar o crear teorías, lo que busca es aplicar conocimientos referentes al nivel de concentración de DBO<sub>5</sub>, oxígeno disuelto, pH, nitratos, conductividad eléctrica, solidos suspendidos totales, el recurso hídrico de la laguna de Choclococha – Huancavelica.

#### **3.1.2. Nivel de investigación**

Niño V. M (2011), precisa que el propósito es describir el objeto de estudio como sus características, partes, categorías, etcétera, con la finalidad de determinar una verdad o corroborar una hipótesis, de tal manera que cualquiera que las lea o interprete, los enfoque en la mente (pág. 32).

Este nivel de investigación se emplea de manera sencilla ya que suele responder a preguntas envase al objeto de estudio: ¿Qué es?, ¿Qué características tiene?, ¿Qué nivel posee?, ¿Cuál es su forma?, ¿Cómo esta echo?, ¿Qué funciones cumple? (Niño V. M., 2011).

El presente trabajo de investigación será de tipo descriptivo, ya que describirá el nivel de concentración de los parámetros fisicoquímicos que existe en el recurso hídrico de la laguna de Choclococha y compararlas con los estándares de calidad ambiental para cuerpos de agua de categoría 4-E1.

## **3.2. Método de Investigación**

### **3.2.1. Método general**

El método científico es un procedimiento sistematizado que busca determinar la solución a un problema para esta ser verificada o comprobada, para lo cual implica tener variables, instrumentos válidos y confiables, según el tipo de investigación (Niño V. M., 2011).

El proyecto está orientado al método científico, ya que es el medio mediante el cual obtendremos nuevos conocimientos de manera ordenada, comprobada y sistematizada respecto a la determinación del nivel de concentración de DBO<sub>5</sub>, oxígeno disuelto, pH, nitratos, conductividad eléctrica, sólidos suspendidos totales, del recurso hídrico de la laguna de Choclococha – Huancavelica.

### **3.2.2. Método específico**

De acuerdo a Gómez (2002), el método inductivo es un procedimiento sistemático, el cual consiste de obtener resultados generales a partir de casos particulares “es el razonamiento que va de un grado o nivel bajo a un conocimiento de gran envergadura”.

El método específico a aplicar será el método inductivo, el cual nos ayudará a inducir el nivel de concentración de DBO<sub>5</sub>, oxígeno disuelto, pH, nitratos, conductividad eléctrica, sólidos suspendidos totales, del recurso hídrico de la laguna de Choclococha – Huancavelica.

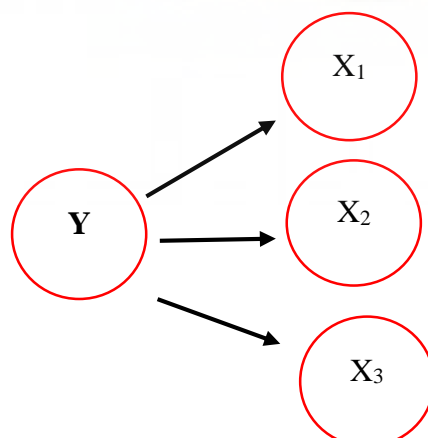
### 3.3. Diseño de investigación

El diseño de investigación no experimental, está basada en la no manipulación de variables las cuales van a ser estudiadas en la investigación. Por consiguiente, lo que pasa en este tipo de investigación es observar el fenómeno tal y como se encuentra en su contexto, para luego ser analizado (Cortes & Iglesias, 2004).

Cortes e Iglesias (2004), precisan que la investigación transversal, busca recopilar datos en un solo momento, con la intención de describir las variables en un momento dado (pág. 3).

Son aquellos diseños donde las variables independientes no son manipuladas deliberadamente. Con estos diseños se hacen investigaciones donde los sujetos, los fenómenos y los procesos se estudian tal como se dan y por lo tanto solo se pueden saber que algo es causa de algo, si esto es observable después que sucedió, por lo que se le denomina ex post facto (después que aconteció) (Gonzales, et al., 2011).

En el trabajo de investigación se aplicará el diseño no experimental - transversal, ya que busca determinar el nivel de concentración de parámetros fisicoquímicos, en laguna de Choclococha en un tiempo dado, en la cual no se manipularán las variables, tan solo podremos describir las concentraciones de DBO<sub>5</sub>, oxígeno disuelto, pH, nitratos, conductividad eléctrica, solidos suspendidos totales, del recurso hídrico de la laguna de Choclococha – Huancavelica.



Donde:

Y: Calidad de la agua.

X: Parámetros físico químicos (Concentración de DBO<sub>5</sub>, oxígeno disuelto, pH, nitratos, conductividad eléctrica, sólidos suspendidos totales)

### **3.4. Población y muestra**

#### **3.4.1 Población**

Una población es el conjunto de todas las especies que concuerdan con una serie de detalles, es la totalidad del fenómeno a estudiar, donde las entidades de la población poseen una característica común la cual se estudia y da origen a los datos de la investigación (Hernández, 2016).

La población viene a ser el conjunto o conglomerado de elementos, cosas o seres que compartían características ya sean infinitos o finitos, es así que este puede ser usado en el conjunto de familias, objetos, empresas, personas, elementos etc. También fue denominado como todas las unidades de análisis en las que el trabajo de investigación tuvo intervención en un espacio temporal dado (Valderrama, 2002).

La población del trabajo de investigación está constituida por la laguna de Choclococha la cual está ubicada en el Distrito de Santa Ana, Provincia de Castrovirreyna y Región de Huancavelica.

**Figura 1**

*Población del proyecto de investigación*



*Fuente: SIAR - Huancavelica.*

### **3.4.2. Muestra**

Es una parte que representa a un todo, el cual consiste en seleccionar una porción del total de la población de un determinado estudio (Niño V. M., 2011).

La muestra fue de 100 ml constituida por tres puntos de monitoreo en referencia a la laguna de Choclococha, para la recolección de datos referentes a la concentración de  $DBO_5$ , oxígeno disuelto, pH, nitratos, conductividad eléctrica, sólidos suspendidos totales.

**Figura 2**

Puntos de monitoreo de agua en la laguna Choclococha, para la recolección de datos.



Fuente: SIAR - Huancavelica.

### 3.4.3. Técnicas de Muestreo

- ✓ Se determinó el objeto de estudio (Laguna de Choclococha), para lo cual se obtuvo el mayor número de información posible, el cual nos permitió delimitar y caracterizar el área de estudio. Por medio de la utilización de mapas y fotografías se pudo conseguir informaciones básicas tales como: Área comprendida en la cuenca hidrográfica, tamaño y localización del objeto hidrográfico, informaciones sobre el relieve, vegetación e hidrografía, ocupación del área (agricultura, pecuaria ganadería, industria).

*Determinación de los Puntos de Monitoreo para la Recolección de Muestras.*

Puntos de monitoreo	Coordenadas UTM (este-norte)	Altitud (m.s.n.m)
PM-1	491157 E; 8544238 N	4511
PM-2	491113 E; 8542623 N	4514
PM-3	490640 E; 8538711 N	4521

**Nota.** Fuente: *Elaboración propia*

### 3.5. Técnicas e instrumentos de recolección de datos

#### 3.5.1. Identificación y reconocimiento de la zona

La observación es un instrumento que consiste en la aplicación de una hoja de observación. La observación tiende a adquirir mayor sentido al nivel técnico del procesamiento de datos, donde las tareas se cuantifican más fácilmente. Entre estas tareas encontramos la recopilación, acumulación y transformación de los datos.

##### **Pasos de la Observación:**

- Determinar y definir aquello que se va a observar.
- Estimar el tiempo necesario de observación.
- Obtener la autorización para llevar a cabo la observación.
- Explicar a las personas que van a ser observadas lo que se va hacer y las razones para ello.

A lo expuesto, se realizó la descripción y georeferenciación de la zona de estudio.

#### 3.5.2. Determinación de los puntos

Se establecieron tres puntos de recolección de muestras de agua del recurso hídrico de la laguna de Choclococha con respecto a los distintos usos que se le da durante su extensión. Los puntos fueron georeferenciados con el uso de GPS.

### **3.5.3. Toma de muestra**

La toma de muestras se realizó de acuerdo al Protocolo de monitoreo de calidad de agua-ANA (2016), teniendo las siguientes consideraciones generales:

- ✓ Se prepararon los frascos de muestreo teniendo en cuenta los dos tipos (vidrio y plásticos), según la lista de parámetros a evaluar.
- ✓ Esterilización de los frascos de vidrio, el cual se realizó en la autoclave, a 110 atmosferas por 15 minutos (método húmedo).
- ✓ Recolectamos las muestras de agua y preservamos de acuerdo al tipo de parámetro, siguiendo las instrucciones generales de preservación, etiquetado, embalaje y transporte de muestras al laboratorio.
- ✓ Se rotuló y se etiquetó los frascos, usando plumón de tinta indeleble y cubrir la etiqueta con cinta adhesiva transparente, para mayor visibilidad.
- ✓ Se colocó las muestras de agua preservadas y rotuladas, en un cooler con refrigerante (ice pack), para asegurar su llegada al laboratorio en condiciones de conservación, teniendo en cuenta el tiempo de tardanza.

### **3.5.4. Conservación y envío de las muestras de agua**

Las muestras recolectadas se conservaron en cajas térmicas (Coolers) a temperatura de 4 °C, disponiendo para ello con Ice pack o hielo. Los recipientes de vidrio se embalaron y dispuestos en el cooler, alternándolos con botellas de plásticos para evitar el choque entre estas, lo que puede originar roturas y derrames.

Las muestras recolectadas se enviaron al laboratorio en el menor tiempo posible, cumpliendo estrictamente con las exigencias de preservación y el tiempo de almacenamiento de las muestras. Para su ingreso al

laboratorio de análisis, las muestras se acompañaron con la cadena de custodia, rotulados en cada muestra.

### **3.5.5. Análisis de la información**

El manejo de la información involucra el procesamiento y manipulación de los datos recibidos o recogidos de los equipos de monitoreo (muestras). Esto incluye técnicas como la corrección de los datos luego de las recalibraciones, cálculo de los datos promediados y acciones a tomar cuando se pierden datos por falla o inactividad.

Por tanto, para el respectivo análisis de las muestras fueron enviadas al laboratorio RCJ LABS UNIVERSAL de la ciudad de Huancayo.

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

### **3.6.1. Técnicas de procesamiento de datos**

El programa estadístico SPSS (Statistical Package for The Social Sciences) es utilizado por la gran mayoría de investigadores. El SPSS versión 14.0 es muy útil para aquellos que requieran desarrollar y analizar base de datos para aplicaciones prácticas u otras necesidades de investigación, la cual ofrece crear vínculos con diversos programas como Microsoft Word, Excel, Point, etc. El cual nos permite analizar datos de gran magnitud a la vez estadísticos muy complejos (Belen & Cabrera, 2010, pág. 16).

El análisis de DBO<sub>5</sub>, oxígeno disuelto, pH, nitratos, conductividad eléctrica, sólidos suspendidos totales de la laguna de Choclococha, se llevará a cabo mediante el programa SPSS, el cual es un sistema que sirve para realizar análisis estadístico desde lo más fácil hasta estadísticos complejos.

Asimismo, los datos serán analizados y comparados con los estándares de calidad ambiental para aguas de categoría 4-E1.

# CAPÍTULO IV

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### 4.1 Presentación e interpretación de datos

Se realizó el análisis respectivo de los parámetros físico-químicos insitu y exsitu, de manera grupada en los tres puntos tomados alrededor de la laguna de Choclococha, que se presenta a continuación:

#### 4.1.1 Evaluación de la concentración de los parámetros fisicoquímicos de las aguas de la Laguna Choclococha

**Tabla 5**

*Resultados del Análisis de la Calidad de Agua de la Laguna Choclococha*

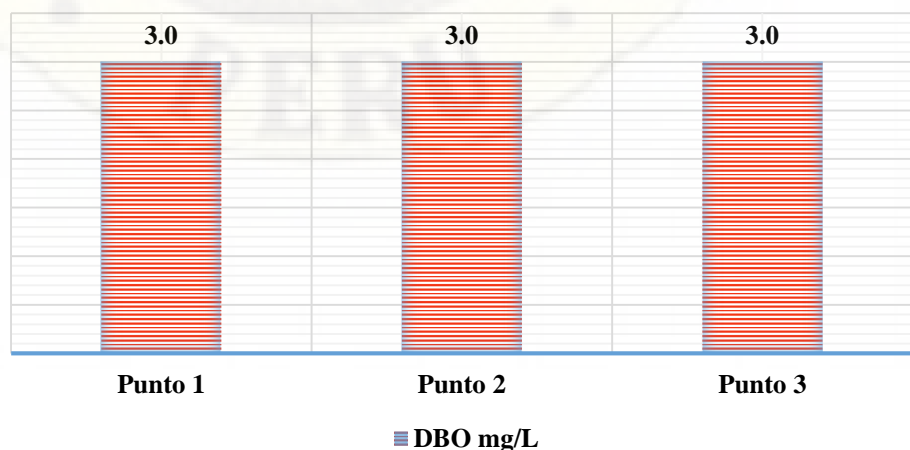
Parámetros	Unidad	Muestreo			Promedio
		Punto 1	Punto 2	Punto 3	
<b>DBO<sub>5</sub></b>	mg/L	3.0	3.0	3.0	3.0
<b>O. D.</b>	mg/L	8.0	9.0	8.0	8.3
<b>pH</b>	Unidad	6.86	7.17	6.86	7.0
<b>Nitratos</b>	mg/L	2.13	2.31	2.22	2.2
<b>Conductividad</b>	μS/cm	207.5	210.8	209.1	209.1
<b>SST</b>	mg/L	103.8	104.9	104.3	104.3

Fuente: Elaboración propia.

**Figura 3**

*Concentración de la Demanda Bioquímica de Oxígeno*

#### DEMANDA BIOQUÍMICA DE OXIGENO (mg/L)



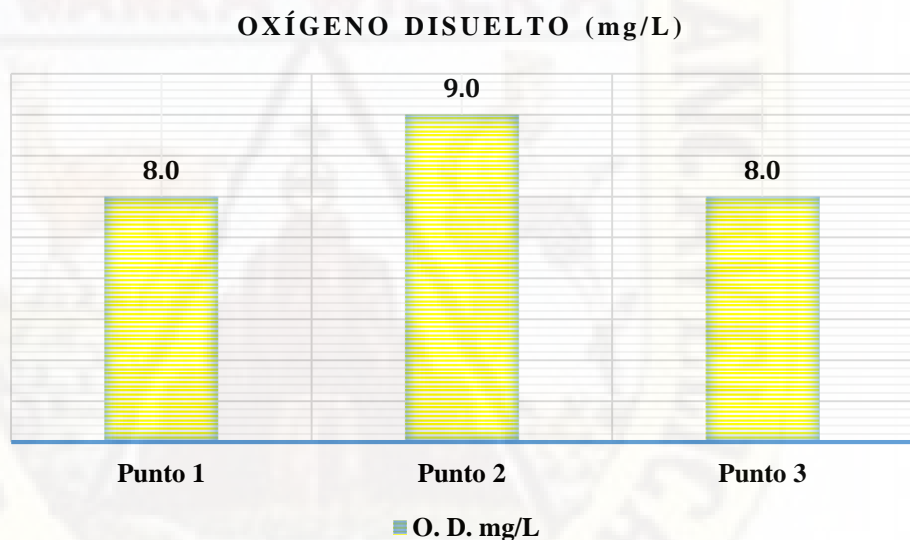
Fuente: Elaboración propia.

**Interpretación:**

La demanda biológica de oxígeno o demanda bioquímica de oxígeno, es la cantidad de oxígeno que necesitan los microorganismos para degradar totalmente la materia orgánica biodegradable que se encuentre, podemos notar que la presencia de muchos organismos vivos desde peces hasta los microorganismos, necesitan de oxígeno y como la laguna es rica en vida acuática y está ligeramente contaminada los valores del DBO<sub>5</sub> se hacen notar que se tiene un valor de 3 mg/L para los tres puntos de monitoreo.

*Figura 4*

*Concentración de Oxígeno Disuelto*



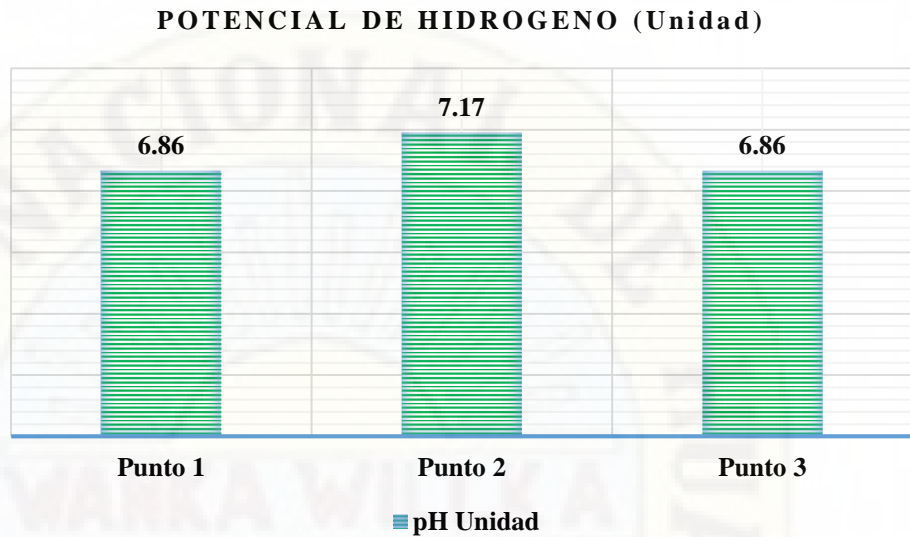
Fuente: Elaboración propia.

**Interpretación:**

El oxígeno disuelto en la laguna, se encuentra en poca proporción, pues lo ideal para que esta pueda tener un nivel de limpieza y depuración mediante la oxidación se hace difícil al contar con poco oxígeno disuelto, pues este tiende a ser consumido por microorganismos y los peces que viven en la misma, los tres puntos cuentan con similares valores cercanos a nueve, siendo el valor más bajo el punto uno y tres con 8 mg/L y el mayor con 9 mg/L.

**Figura 5**

*Nivel de Concentración de pH*



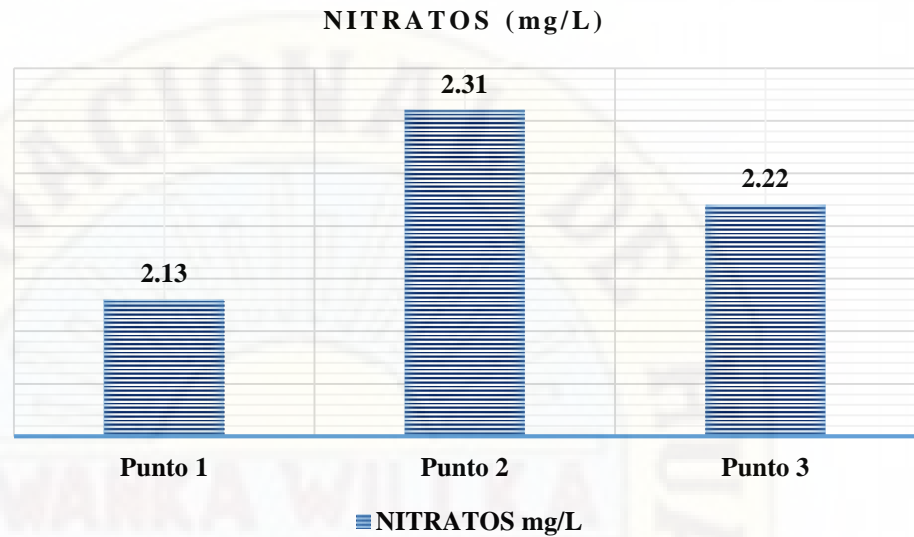
Fuente: Elaboración propia.

**Interpretación:**

El pH es un valor que se puede observar con una tendencia básica, pues teniendo el valor más bajo de 6.86 unidades en los puntos uno y tres, se encuentran cerca de lo ideal, teniendo el máximo valor en el segundo punto con 7.17 unidades, relacionándose con otros parámetros que se encuentran alterados en esta zona de la laguna.

**Figura 6**

*Concentración de Nitratos*



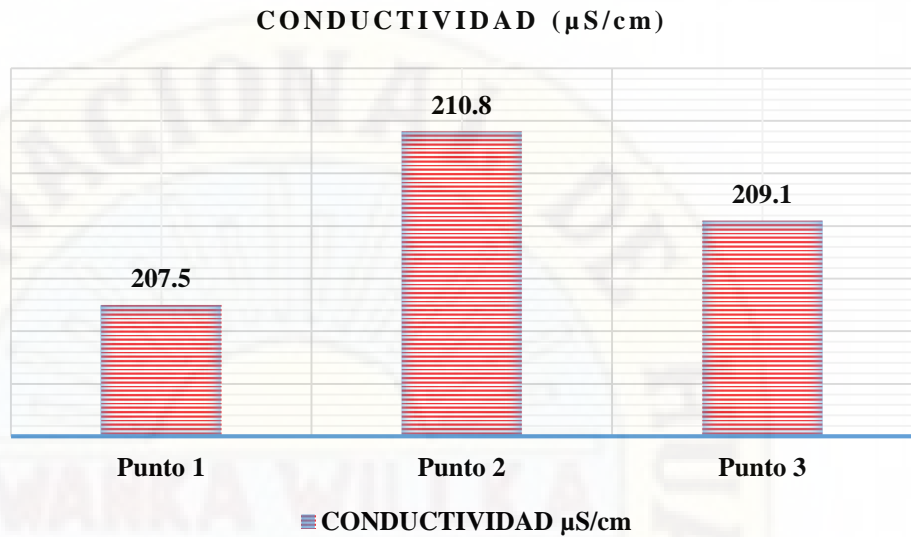
Fuente: Elaboración propia.

**Interpretación:**

Los nitratos, son un parámetro de baja proporción en el recorrido de la laguna, el valor más alto es de 2.31 mg/L, el cual es aceptable y bastante proporcional en un agua normal y de calidad, y teniendo el valor más bajo de 2.13 mg/L en el punto uno de la laguna; Su presencia natural en las aguas superficiales o subterráneas es consecuencia del ciclo natural del nitrógeno, sin embargo, en determinadas zonas ha habido una alteración de este ciclo en el sentido de que se ha producido un aumento en la concentración de nitratos, debido fundamentalmente a un excesivo uso de abonos nitrogenados y a su posterior arrastre por las aguas de lluvia o riegos.

**Figura 7**

*Nivel de Concentración de Conductividad*



Fuente: Elaboración propia.

**Interpretación:**

La conductividad electrolítica en medios líquidos está relacionada con la presencia de sales en disoluciones, cuya disociación genera iones positivos y negativos capaces de transportar la energía eléctrica si se somete el líquido a un campo eléctrico. Estos conductores iónicos se denominan electrolitos o conductores electrolíticos. Teniendo como valor alto de 210.8  $\mu\text{S}/\text{cm}$  en el punto dos, 209.1  $\mu\text{S}/\text{cm}$  en el punto tres y siendo el valor más bajo el punto uno con 207.5  $\mu\text{S}/\text{cm}$ .

**Figura 8**

*Concentración de Sólidos Suspendidos Totales*



Fuente: Elaboración propia.

**Interpretación:**

Los Sólidos Suspendidos Totales, representan la suma de los minerales, sales, metales, cationes o aniones disueltos en el agua, es un parámetro, bastante tolerable como presencia en la laguna, en todos los puntos no baja de 103 mg/L en el punto uno y su mayor presencia la encontramos en el segundo punto con 104.9 mg/L.

**4.1.2 Evaluación de la concentración de los parámetros fisicoquímico de la Laguna Choclococha en comparación con los LMP- ECA-Agua, Categoría 4, E1.**

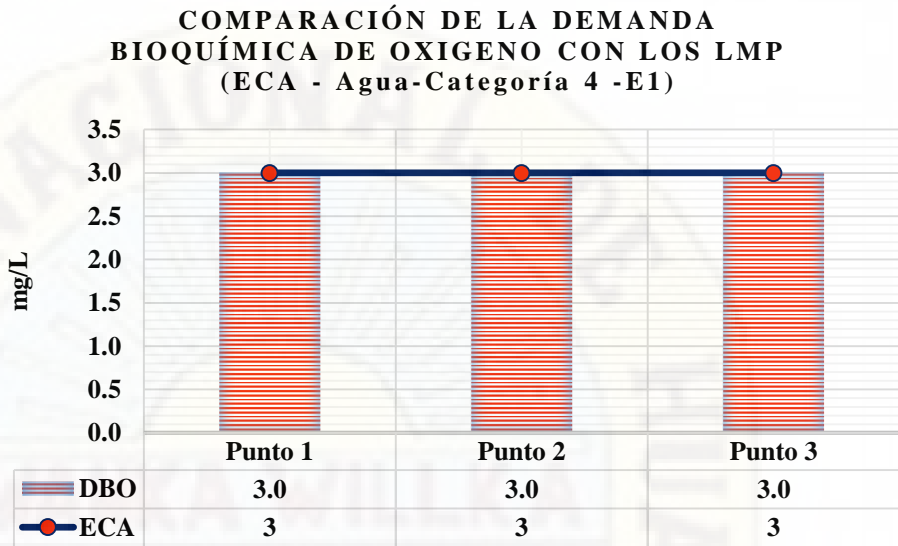
**Tabla 6**

*Comparación de los Parámetros Fisicoquímicos con los ECAs-Agua-Categoría 4-E1*

Parámetros	Unidad	Muestreo			ECAs
		Punto 1	Punto 2	Punto 3	
<b>DBO<sub>5</sub></b>	mg/L	3.0	3.0	3.0	3
<b>O. D.</b>	mg/L	8.0	9.0	8.0	6
<b>pH</b>	Unidad	6.86	7.17	6.86	6.5-9.0
<b>Nitratos</b>	mg/L	2.13	2.31	2.22	50
<b>Conductividad</b>	µS/cm	207.5	210.8	209.1	1000
<b>SST</b>	mg/L	103.8	104.9	104.3	25

**Figura 9**

*Comparación de la DBO con la ECA- Agua*



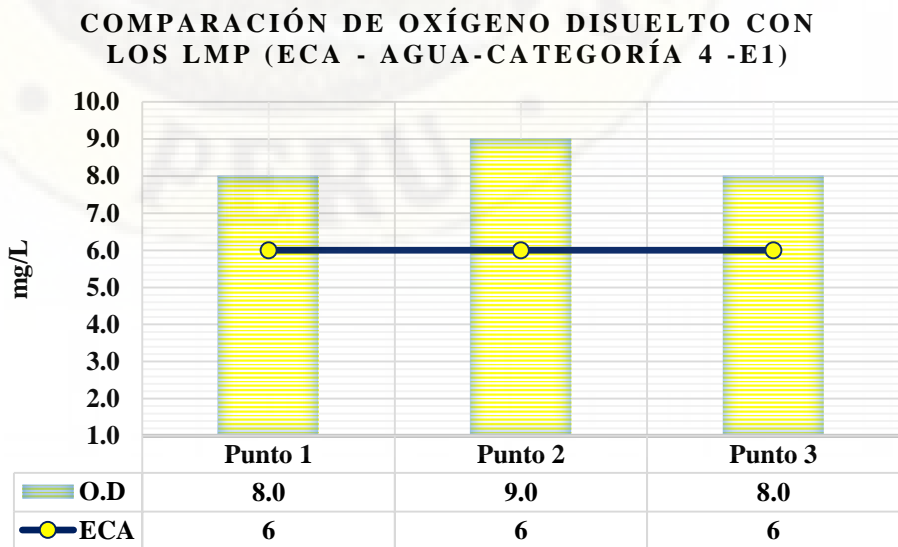
Fuente: Elaboración propia.

**Interpretación:**

Realizado la evaluación de los resultados en cada uno de los puntos de monitoreo del parámetro DBO<sub>5</sub>, que se consigna en la figura N° 7, de los cuales se puede determinar que los datos obtenidos en cada uno de los puntos se encuentran dentro de los (ECA – Agua-Categoría 4-E1).

**Figura 10**

*Comparación del Oxígeno Disuelto con la ECA- Agua*



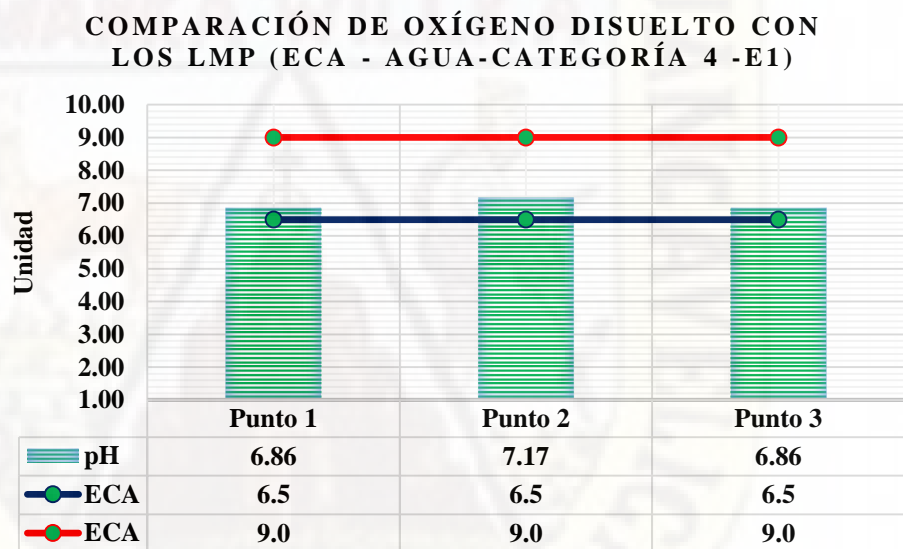
Fuente: Elaboración propia.

**Interpretación:**

Realizado la evaluación de los resultados en cada uno de los puntos de monitoreo del parámetro Oxígeno Disuelto, que se consigna en la figura N° 8, de los cuales se puede determinar que los datos obtenidos en cada uno de los puntos se encuentran sobre de los LMP (ECA – Agua-Categoría 4-E1). En consecuencia, no cumplen con los Estándares de calidad Ambiental, el cual amerita hacer un estudio minucioso en la Laguna de Choclococha las causas que generan un elevado valor de este parámetro.

**Figura 11**

*Comparación del pH con la ECA- Agua*



Fuente: Elaboración propia.

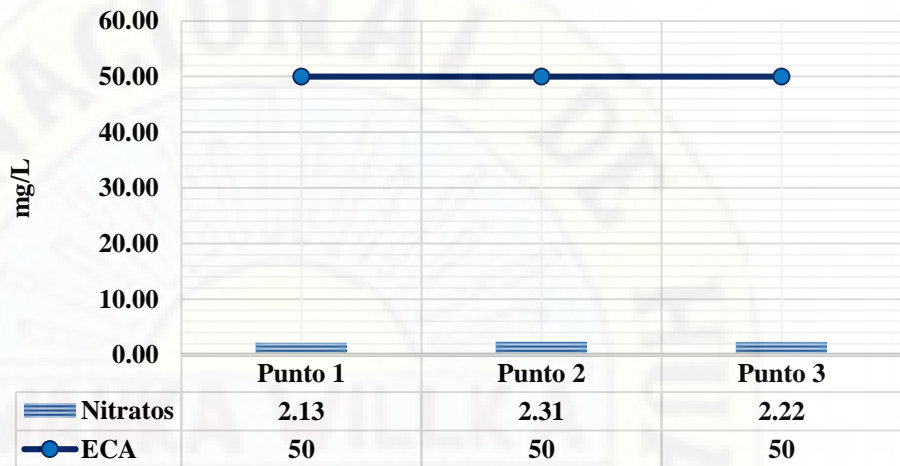
**Interpretación:**

Realizado la evaluación de los resultados en cada uno de los puntos de monitoreo del parámetro pH, que se consigna en la figura N° 9, de los cuales se puede determinar que los datos obtenidos en cada uno de los puntos se encuentran dentro de los rangos mínimos y máximos de los (ECA – Agua-Categoría 4-E1).

**Figura 12**

*Comparación de Nitratos con la ECA- Agua*

**COMPARACIÓN DE NITRATOS CON LOS LMP  
(ECA - AGUA-CATEGORÍA 4 -E1)**



Fuente: Elaboración propia.

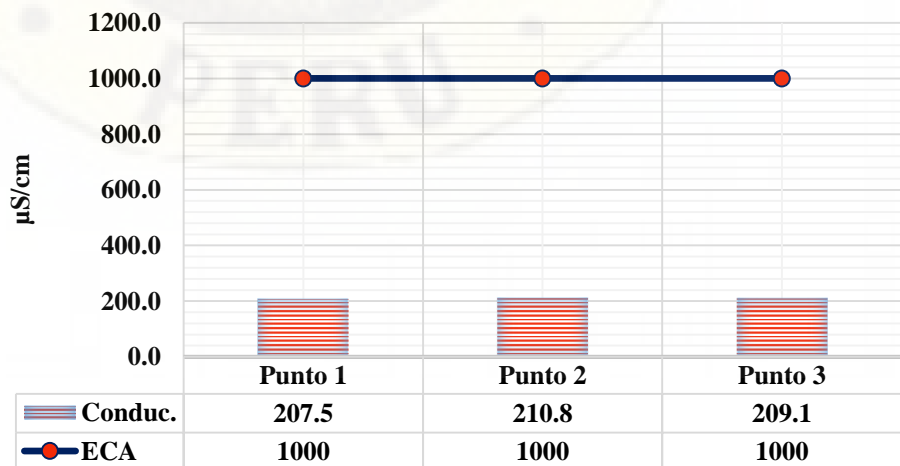
**Interpretación:**

Realizado la evaluación de los resultados en cada uno de los puntos de monitoreo del parámetro Nitratos, que se consigna en la figura N° 10, de los cuales se puede determinar que los datos obtenidos en cada uno de los puntos se encuentran dentro de los (ECA – Agua-Categoría 4-E1).

**Figura 13**

*Comparación de Conductividad con la ECA- Agua*

**COMPARACIÓN DE CONDUCTIVIDAD CON  
LOS LMP (ECA - AGUA-CATEGORÍA 4 -E1)**



Fuente: Elaboración propia.

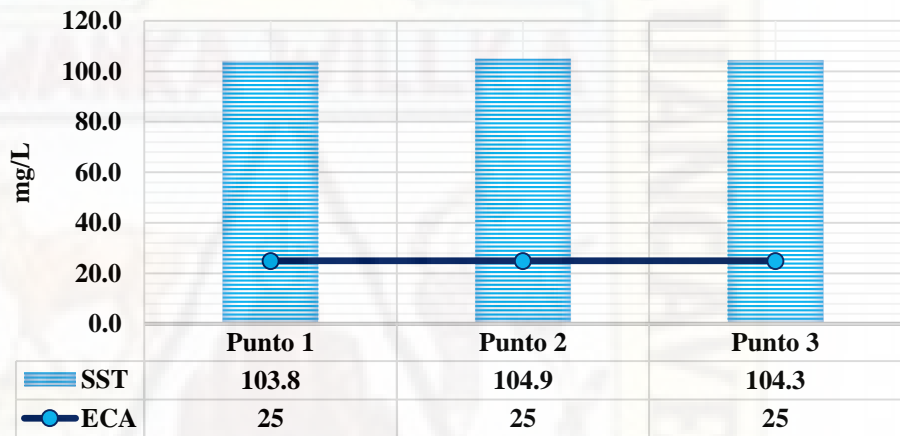
**Interpretación:**

Realizado la evaluación de los resultados en cada uno de los puntos de monitoreo del parámetro Conductividad, que se consigna en la figura N° 11, de los cuales se puede determinar que los datos obtenidos en cada uno de los puntos se encuentran dentro de los LMP (ECA – Agua-Categoría 4-E1).

*Figura 14*

*Comparación de Solidos Suspendidos Totales con la ECA- Agua*

**COMPARACIÓN DE SOLIDOS SUSPENDIDOS TOTALES CON LOS LMP (ECA - AGUA- CATEGORÍA 4 -E1)**



Fuente: Elaboración propia.

**Interpretación:**

Realizado la evaluación de los resultados en cada uno de los puntos de monitoreo del parámetro Solidos Suspendidos Totales, que se consigna en la figura N° 12, de los cuales se puede determinar que los datos obtenidos en cada uno de los puntos se encuentran sobre de los LMP (ECA – Agua-Categoría 4-E1). En consecuencia, no cumplen con los Estándares de calidad Ambiental, el cual amerita hacer un estudio minucioso en la Laguna de Choclococha las causas que generan un elevado valor de este parámetro.

**Tabla 7**

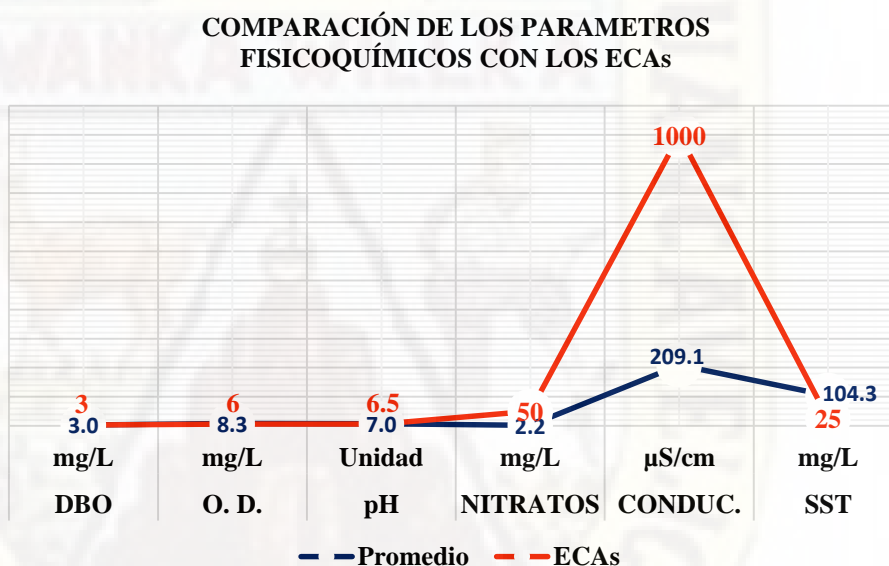
*Comparación de los Parámetros Fisicoquímicos con la ECA-Agua-Categoría 4-E1*

Parámetros	Unidad	Promedio	ECAs
DBO	mg/L	3.0	3
O. D.	mg/L	8.3	6
pH	Unidad	7.0	6.5
Nitratos	mg/L	2.2	50
Conductividad	μS/cm	209.1	1000
SST	mg/L	104.3	25

Fuente: Elaboración propia.

**Figura 15**

*Comparación de los Parámetros Fisicoquímicos con las ECAs*



Fuente: Elaboración propia.

**Interpretación:**

Al realizar la comparación de los parámetros fisicoquímicos de la Laguna de Choclococha, que fueron medidos, se encontró parámetros como los nitratos, DBO<sub>5</sub> y Conductividad que no se encuentran alterados promediamente para el análisis, pero existen otros como el pH que excede lo ideal de estar dentro del rango de 6.5 a 9.0; así mismo podríamos decir que los parámetros de Oxígeno Disuelto y Solidos Suspendidos Totales se encuentran en promedio por encima de los LMP-ECA-Agua-Categoría 4-E1, en consecuencia amerita realizar un estudio minucioso para poder

entender los niveles altos de estos parámetros en la Laguna de Choclococha el cual puede tener su incidencia en la vida acuática, para determinar esta agua para el consumo humano necesitaríamos varios procesos de depuración.

#### 4.1.3 Determinación del recuento de coliformes totales en las aguas de la Laguna Choclococha en comparación con los LMP- ECA-Agua, Categoría 4, E1.

**Tabla 8**

*Resultados del Análisis Microbiológico de la Calidad de Agua de la Laguna Choclococha*

Parámetros	Unidad	Muestreo			Promedio	ECA
		Punto 1	Punto 2	Punto 3		
<b>Coliformes Totales</b>	NMP/100 ml	> a 3	> a 3	> a 3	3	1000

Fuente: Elaboración propia.

**Tabla 9**

*Frecuencia del Número de Muestras Según Norma Técnica para Coliformes Totales del Agua de la Laguna de Choclococha.*

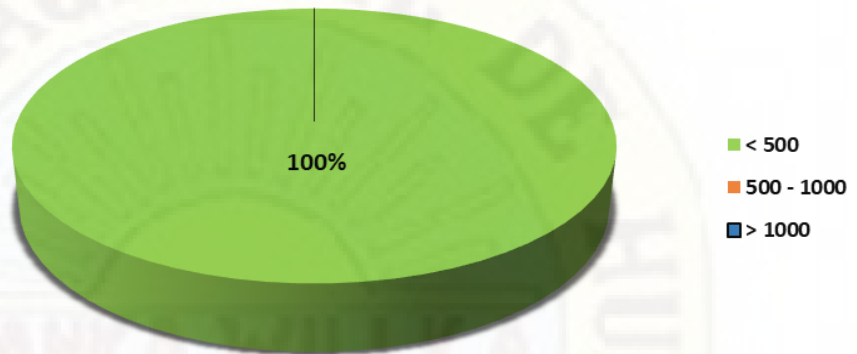
Parámetros de Coliformes totales (NMP)	FRECUENCIA	
	Nº	%
<b>&lt; 500</b>	<b>3</b>	<b>100</b>
<b>500 - 1000</b>	<b>0</b>	<b>0</b>
<b>&gt; 1000</b>	<b>0</b>	<b>0</b>
<b>TOTAL</b>	<b>3</b>	<b>100</b>
<b>Nº: número de muestras</b>	<b>%: porcentaje</b>	

En la Tabla N° 09 y figura N° 16, se observa la frecuencia del número de muestras de agua según los parámetros de la norma técnica para coliformes totales de las aguas de la Laguna de Choclococha, presentándose la mayor frecuencia del NMP < 500 con 100%, seguido del NMP 500 - 1000 con 0%, mientras que en el NMP de > 1000 con 0%.

**Figura 16**

*Frecuencia del Número y Porcentaje de Muestras Según Norma Técnica para Coliformes Totales del Agua de la Laguna de Choclococha.*

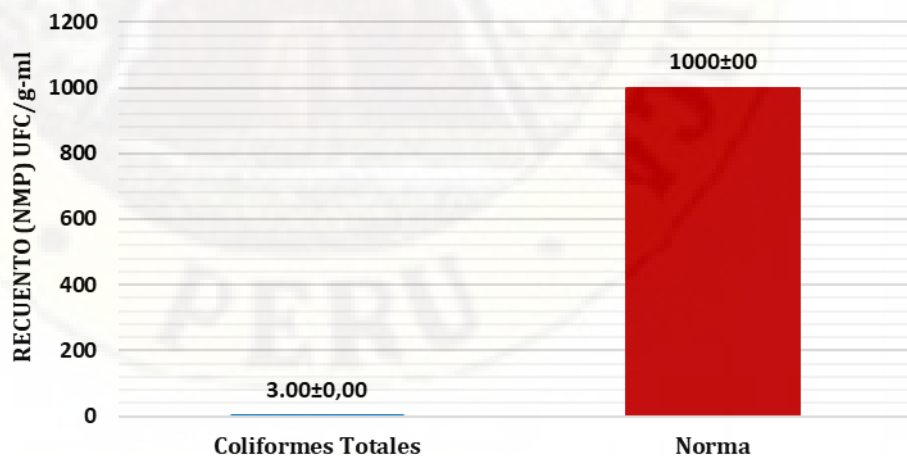
**FRECUENCIA DEL NUMERO DE MUESTRAS PARA COLIFORMES TOTALES**



**Figura 17**

*Comparación del Recuento Promedio de Coliformes Totales en las Aguas de la Laguna de Choclococha y los LMP-ECA, Agua.*

**COMPARACIÓN DE COLIFORMES TOTALES CON LOS LMP ECAs, AGUA**



En la figura N°17, se puede apreciar que existe una mínima cantidad de coliformes totales en las aguas de la Laguna de Choclococha, en tal sentido se puede afirmar la calidad del agua y por tanto se garantiza la vida acuática de las diferentes especies que alberga dicha laguna.

#### 4.1.4 Determinación del recuento de coliformes fecales en las aguas de la Laguna Choclococha en comparación con los LMP- ECA-Agua, Categoría 4, E1.

**Tabla 10**

*Resultados del Análisis Microbiológico de la Calidad de Agua de la Laguna Choclococha*

Parámetros	Unidad	Muestreo			Promedio	ECA
		Punto 1	Punto 2	Punto 3		
<b>Coliformes Fecales</b>	NMP/100 ml	> a 3	> a 3	> a 3	3	0,00

Fuente: Elaboración propia.

**Tabla 11**

*Frecuencia del Número de Muestras Según Norma Técnica para Coliformes Fecales del Agua de la Laguna de Choclococha.*

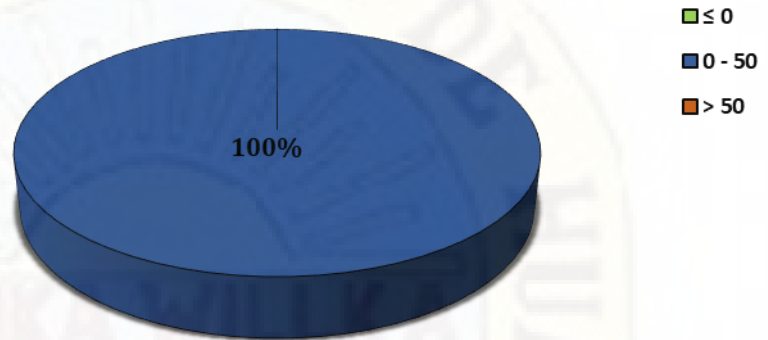
Parámetros de Coliformes fecales (NMP)	FRECUENCIA	
	N°	%
≤ 0	0	0
0 - 50	3	100
> 50	0	0
<b>TOTAL</b>	<b>3</b>	<b>100</b>
<b>N°: número de muestras</b>	<b>#: porcentaje</b>	

En la Tabla N° 11 y figura N° 18, se observa la frecuencia del número de muestras de agua según los parámetros de la norma técnica para coliformes totales de las aguas de la Laguna de Choclococha, presentándose la mayor frecuencia del NMP ≤ 0 con 0%, seguido del NMP 0 - 50 con 100%, mientras que en el NMP de > 50 con 0%.

**Figura 18**

*Frecuencia del Número y Porcentaje de Muestras Según Norma Técnica para Coliformes Fecales del Agua de la Laguna de Choclococha.*

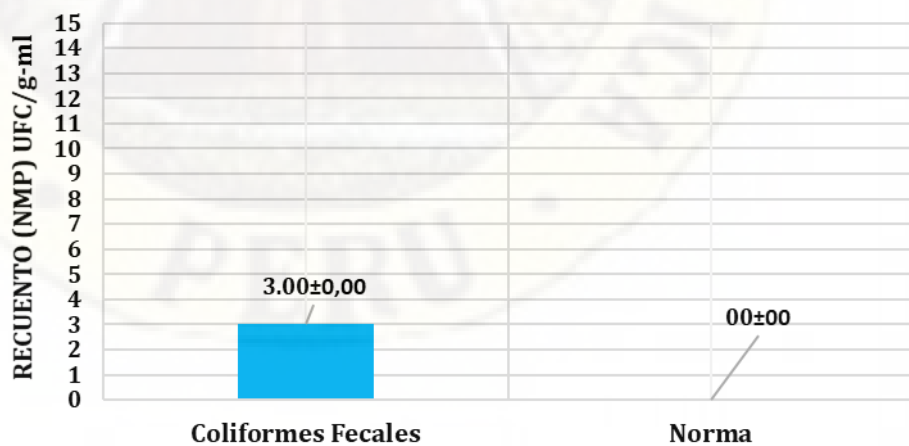
### FRECUENCIA DEL NUMERO DE MUESTRAS PARA COLIFORMES FECALES



**Figura 19**

*Comparación del Recuento Promedio de Coliformes Fecales en las Aguas de la Laguna de Choclococha y los LMP-ECA, Agua*

### COMPARACIÓN DE COLIFORMES FECALES CON LOS LMP ECAs, AGUA



En la figura N°19, se puede apreciar que existe una mínima cantidad de coliformes fecales en las aguas de la Laguna de Choclococha, en tal sentido se puede afirmar la calidad del agua y por tanto se garantiza la vida acuática de las diferentes especies que alberga dicha laguna. A demás es importante

mencionar que la presencia de los coliformes totales y fecales pueden ser consecuencia de la actividad acuícola (crianza de truchas en jaulas flotantes) que se viene desarrollando en las aguas de la Laguna de Choclococha.

## **4.2 Discusión**

Con respecto a los resultados obtenidos, se concluye que la concentración de los parámetros fisicoquímicos (BDO<sub>5</sub>, OD, pH, nitratos, CE, SST), tienen incidencia estadísticamente significativa, directa y media, en la calidad del recurso hídrico de la laguna de Choclococha en sus propiedades físicas y químicas. En la mayoría de las investigaciones antes citadas se puede comprobar la coincidencia que presentan dichos antecedentes, en relación a los resultados de los parámetros fisicoquímicos del agua de la laguna de Choclococha, muestran que se encuentran dentro de los (LMP) de la ECA-Agua, categoría 4-E1, así mismo se tiene como resultado que los parámetros como el oxígeno disuelto y los sólidos suspendidos totales superan los (LMP), el cual necesita ser evaluado minuciosamente para determinar las causas que generan la elevada concentración de dichos parámetros teniendo su incidencia en la calidad del agua. En tal sentido, es necesario que las autoridades pertinentes tomen acciones a fin de realizar una eficiente gestión del recurso hídrico, realizando monitoreo de calidad del recurso hídrico, el cual nos permitirá evitar la pérdida de la calidad del recurso hídrico de la laguna de Choclococha y la biodiversidad existente.

En la investigación realizada por Arteaga (2019), realizó la evaluación de la calidad del agua de lagunas para plantear su utilización en Acuicultura-Distrito de Congas – Provincia de Ocos - Departamento de Ancash - 2017; asimismo los objetivos específicos fueron : a) Analizar parámetros físicos, de lagunas para su propuesta en acuicultura extensiva, semiintensiva e Intensiva; b) Analizar parámetros químicos de lagunas para su propuesta en acuicultura extensiva, semiintensiva e Intensiva; c) Analizar parámetros biológicos de lagunas para su propuesta en acuicultura extensiva, semiintensiva e intensiva. Se mencionan informaciones de localización, accesibilidad, parámetros físicos

(Temperatura, Color Aparente del Agua, Transparencia, Turbidez); químicos (Oxígeno disuelto, pH, CO<sub>2</sub>, Alcalinidad, Dureza, Nitratos, Nitritos, Amonio) y biológicos (Especies Hidrobiológicas, Zooplancton y Fitoplancton) de las lagunas. Teniendo como resultado niveles mínimos de parámetros fisicoquímicos, encontrándose por debajo de lo indicado por los estándares nacionales. Por consiguiente, los resultados obtenidos en la presente investigación muestran una similitud con el nivel de concentración de DBO<sub>5</sub> (3 mg/L), pH (7 unidades), nitratos (2.2 mg/L) y conductividad eléctrica (209.1  $\mu$ S/cm), cumpliendo con los LMP, evidenciando la calidad del recurso hídrico de la laguna de Choclococha.

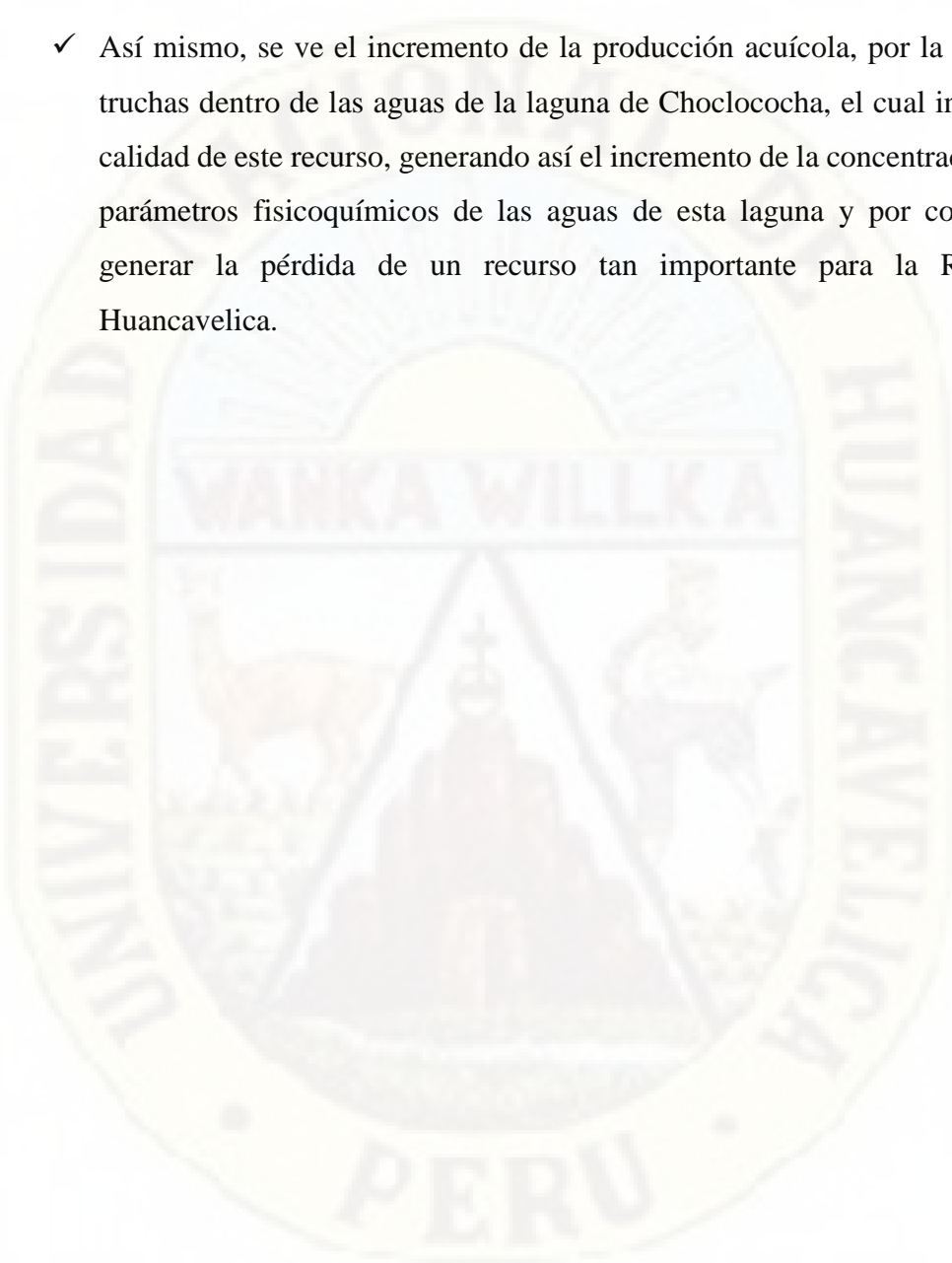
Por otro lado, Peña (2015), en su investigación, los resultados indican que: Los parámetros fisicoquímicos cuya concentración se incrementó entre 0.20 y 1.20 m de profundidad, fueron: turbidez, sólidos suspendidos totales (SST), fosfato, nitrato, y sulfato; sin embargo, el oxígeno disuelto (OD) experimentó un descenso (7.16 a 4.88 mg/L). Se concluyó que los parámetros fisicoquímicos cuya concentración se incrementó entre 0.20 y 1.20 m de profundidad, fueron: turbidez (29.8 a 53.41 NTU, respectivamente), sólidos suspendidos totales (SST) (66.42 a 152.53 mg/L), fosfato (0.10 a 2.66 mg/L), nitrato (3.28 a 8.30 mg/L) y sulfato (1.63 a 16.15 mg/L). Por su parte, los que disminuyeron su concentración entre 0.20 y 1.20 m de profundidad, fueron: pH (7.18 a 6.93, respectivamente), oxígeno disuelto (7.16 a 4.88 mg/L), demanda química de oxígeno (DQO) (25.39 a 21.81 mg/L), demanda bioquímica de oxígeno (DBO<sub>5</sub>) (16.56 a 12.31 mg/L) y la temperatura (24.60 a 22.63 °C). En tanto existe una relación con dicha investigación ya que en el presente trabajo de investigación se obtuvieron valores altos como oxígeno disuelto (8.3 mg/L) y sólidos suspendidos totales (104.3 mg/L), teniendo su incidencia en la calidad del agua de la laguna de Choclococha y respecto a los parámetros DBO<sub>5</sub>, pH, nitratos y conductividad eléctrica se encuentran dentro de los (LMP) de los estándares de calidad.

## Conclusiones

- ✓ Con los resultados obtenidos y en relación con los estándares establecidos en el D.S. N° 004-2017-MINAM para agua categoría 4 – E1, se concluye que: Los valores de la concentración de los parámetros físicoquímicos (DBO<sub>5</sub>, pH, nitratos, conductividad eléctrica) del recurso hídrico de la laguna de Choclococha, se encuentran por debajo de las ECAs, los mismos que afirman la calidad del recurso hídrico, así mismo mencionar que los parámetros (oxígeno disuelto y sólidos suspendidos totales), sus valores se encuentran por encima de las ECAs, en consecuencia amerita realizar un estudio minucioso para poder entender los niveles altos de estos parámetros en la Laguna de Choclococha el cual puede tener su incidencia en la vida acuática.
- ✓ Los resultados obtenidos en cada uno de los parámetros físicoquímicos en los diferentes puntos de muestreo son: Para DBO<sub>5</sub>, se encontró 3,0 mg/L en promedio, siendo el valor para los tres puntos evaluados. Para OD se encontró 8,3 mg/L en promedio, siendo el valor alto en el PM-2 con 9,0 mg/L y el valor bajo en el PM-1 y 2 con 8,0 mg/L. Para pH se encontró 7,0 unidades en promedio, siendo el valor alto en el PM-2 con 7,17 unidades y el valor bajo en el PM-1 y 3 con 6,86 unidades. Para nitratos se encontró 2,2 mg/L en promedio, siendo el valor alto en el PM- 2 con 2,31 mg/L y el valor bajo en el PM- 1 con 2,13 mg/L. Para CE, se encontró 209,1  $\mu$ S/cm en promedio, siendo el valor alto en el PM-2 con 210,8  $\mu$ S/cm y el valor bajo en el PM- 1 con 207,5  $\mu$ S/cm. Para SST, se encontró 104,3 mg/L en promedio, siendo el valor alto en el PM- 2 con 104,9 mg/L y el valor bajo en el PM- 1 con 103,8 mg/L
- ✓ Con los resultados obtenidos del laboratorio se puede afirmar que existen parámetros que están dentro de los LMP, cumpliendo con lo establecido en la norma nacional ECAs, afirmando la calidad del recurso hídrico de la laguna de Choclococha. Como también algunos parámetros como: OD y SST que sus valores sobrepasan los LMP, en cual nos indica que se debe tomar las medidas correspondientes para realizar un estudio minucioso de las razones del por qué

son elevadas estas concentraciones y cual pueden repercutir en la calidad del recurso hídrico de Choclococha.

- ✓ Así mismo, se ve el incremento de la producción acuícola, por la crianza de truchas dentro de las aguas de la laguna de Choclococha, el cual incide en la calidad de este recurso, generando así el incremento de la concentración de los parámetros fisicoquímicos de las aguas de esta laguna y por consiguiente generar la pérdida de un recurso tan importante para la Región de Huancavelica.



## **Recomendaciones**

- ✓ Se recomienda realizar y plantear líneas de investigaciones similares a fin de contribuir en la evaluación de la calidad del recurso hídrico de la laguna de Choclococha, de esta manera evitar se pierda la calidad de este recurso y tenga su incidencia en la pérdida de la biodiversidad existente.
- ✓ Se recomienda a las diferentes instituciones tanto públicas y privadas, a través de sus respectivas áreas competentes a realizar trabajos de monitoreo periódico en las diferentes lagunas que cuenta la Región de Huancavelica, para evaluar la concentración de los parámetros fisicoquímicos como indicadores de calidad y así tener un reporte que permita tomar acciones de mitigación.
- ✓ A las autoridades del Gobierno Regional y Municipal a través de la Gerencia de Medio Ambiente, realizar monitoreos participativos de la calidad del agua de todas las cuencas hidrográficas de la región.

## Referencias bibliográficas

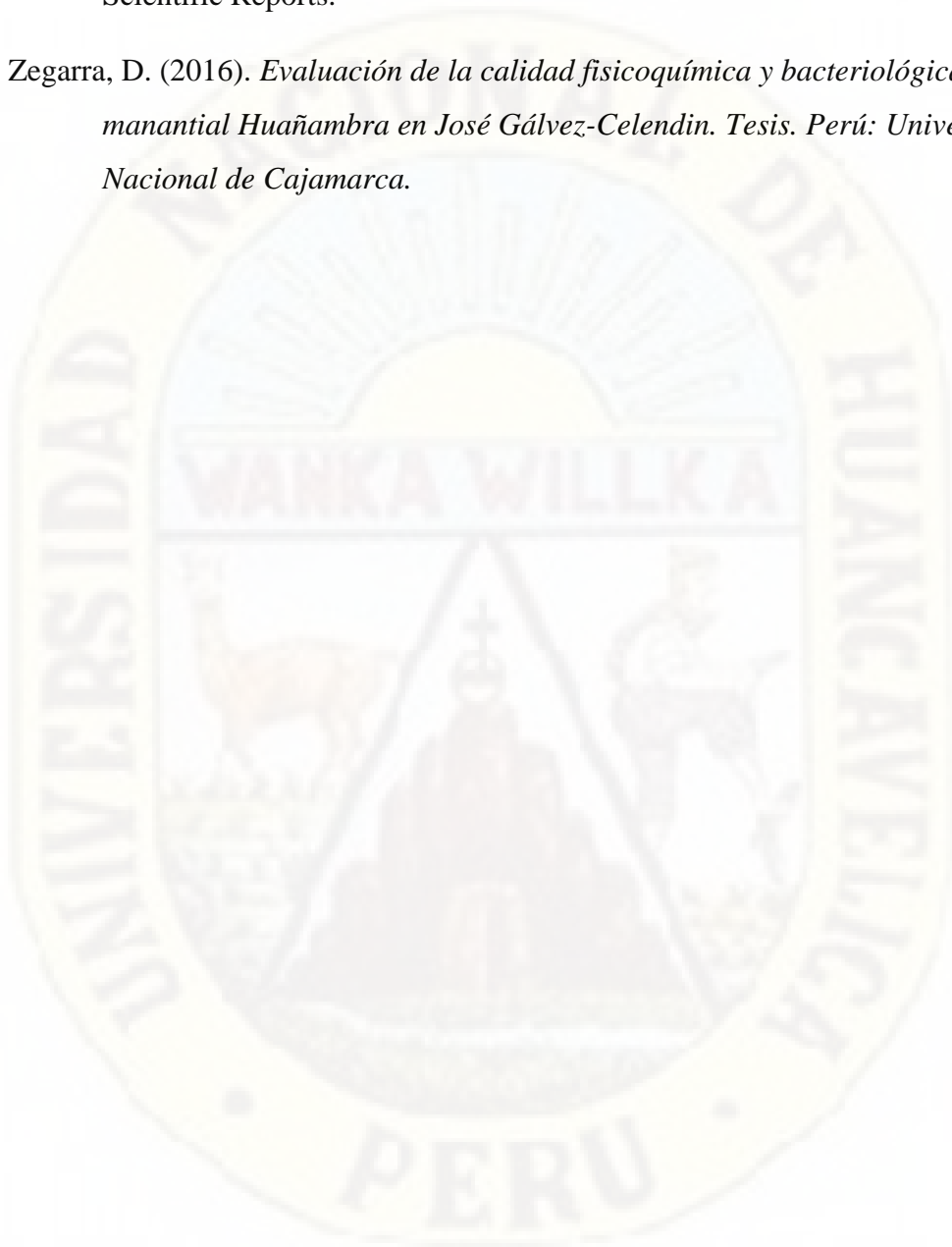
- Alvario, H., & Gordillo, M. (2015). *Evaluación fisicoquímica y microbiológica de la calidad del agua de los pozos, ubicados en el sector de la ciudadela 5 de Junio de San Juan de Pueblo Viejo - Los ríos - Ecuador. Tesis. Ecuador: Universidad de Guayaquil.*
- ANA. (2018). *Autoridad Nacional del Agua-Cuerpos de agua.*
- Arteaga, F. (2019). *Evaluación de la calidad del agua de lagunas y propuestas para su uso en acuicultura-distrito de Congas-provincia de Ochos. Departamento de Ancash 2017. Tesis de pregrado: Universidad Nacional José Faustino Sánchez Carrión- Huacho.*
- Autoridad Nacional del Agua. (2016). *Protocolo nacional para el monitoreo de la calidad de los recursos hídricos superficiales. Ministerio de agricultura y riego.*
- Avecillas, L. (2012). *Caracterización físico-química del estero salado entre el puente de la avenida Kennedy y el puente 5 de junio efectuado en el periodo Agosto-October 2012. Guayaquil: Facultad de Ingeniería Química. Universidad de Guayaquil.*
- Axis. (2010). *Enciclopedia de ciencias naturales contaminación. Pág. 140.*
- Barcelo, D., & López, M. (2007). *Contaminación y calidad química del agua: el problema de los contaminantes emergentes. Barcelona, España: Instituto de Investigación Químicas y Ambientales - CSIC.*
- Behar, D. S. (2008). *Metodología de la investigación. Shalom.*
- Belen, M., & Cabrera, A. (2010). *Procesamiento de datos y análisis estadístico utilizando el SPSS. Porto Alegre: Pontificia Universidade Católica do Rio Grande do Sul.*

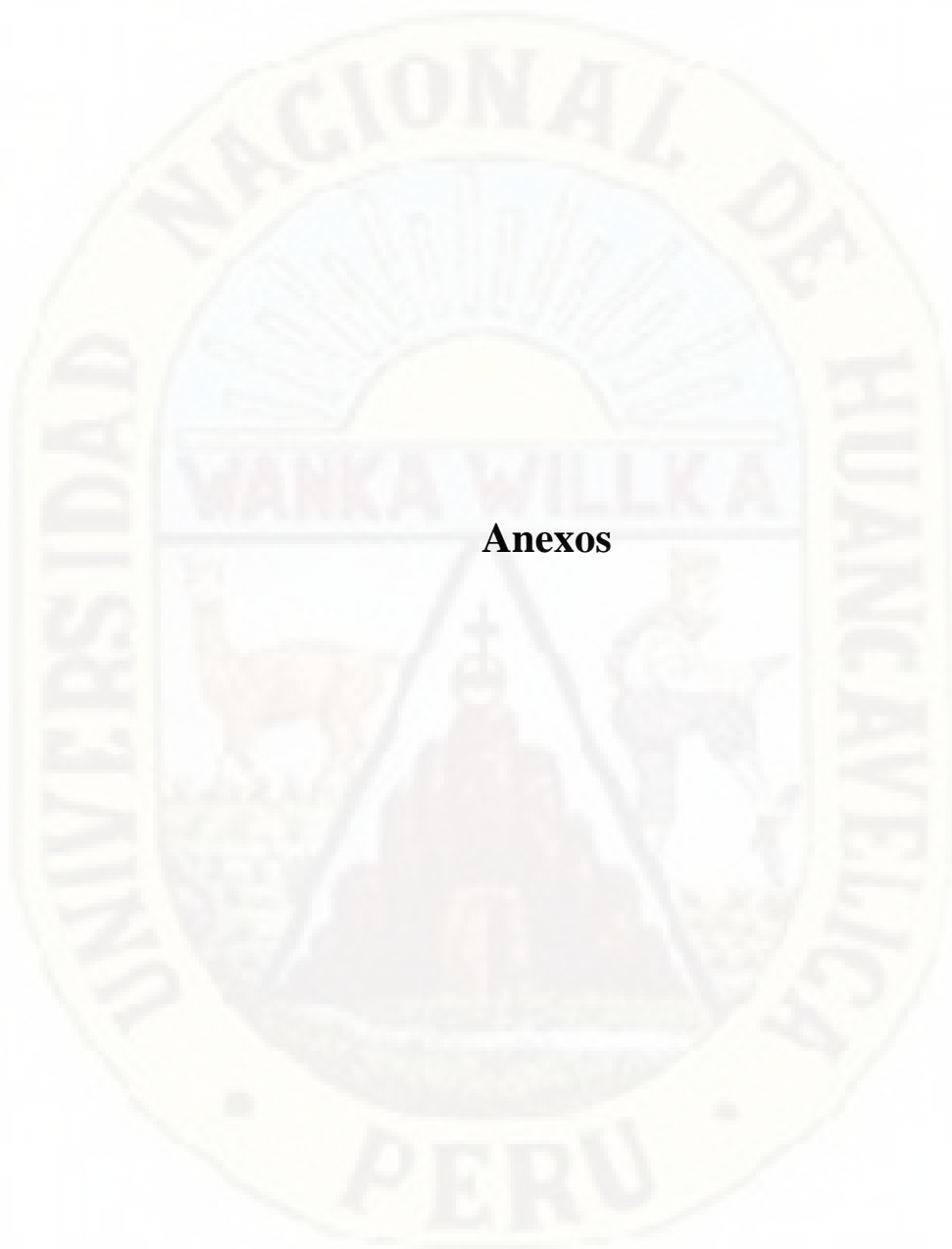
- Canter, L. (2000). *Manual de evaluación de impacto ambiental. Técnicas para la elaboración de estudios de impacto*. Universidad de Oklahoma. Mc Graw Hill.
- Cava, T., & Ramos, F. (2016). *Caracterización físico-química y microbiológica del agua para consumo humano de la localidad Las Juntas del distrito Pacora-Lambayeque, y propuesta de tratamiento*. Tesis. Perú: Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo.
- Cortes, M. E., & Iglesias, M. (2004). *Generalidades sobre metodología de la investigación*. El Carmen: Universidad Autónoma del Carmen.
- Fabián, L., & Mendoza, J. (2016). *Análisis de la calidad del agua potable y estrategias de intervención para su mejor uso en el distrito de Huaura. Huacho*.
- FAO. (1992). III Curso Básico Regional De Capacitación en Planificación y Gerencia en Acuicultura. Caracas - Venezuela. pp. 102.
- García, M., Sánchez, F., Marín, R., Verdugo, N., & Domínguez, E. (2001). *El Agua. El medio ambiente en Colombia*. Bogotá.
- Gomez, S. (2002). *Metodología de la investigación*. México: Red tercer milenio S.C.
- González, G. (2005). *Calidad de agua*.
- González, T. (2011). *Monitoreo de la calidad del agua: El pH*. Cali, Colombia.
- Hernández, F. (2016). *Metodología de la investigación*. México: McGRAW-HILL INTERAMERICANA.
- Lenntech, N. (2016). *Tratamiento y purificación del agua. Países Bajos*.
- MINAM. (2014). *Ministerio del Medio Ambiente, Perú*.
- Niño, V. M. (2011). *Metodología de investigación; diseño y ejecución*. Bogotá: Ediciones la U.
- Niño, V. M. (2011). *Metodología de la investigación*. Bogotá: Ediciones de la U.

- Nivelo, S. (2015). *Monitoreo de la calidad de agua en San Cristóbal, Galápagos. Quito, Ecuador.*
- Ocasio, F. (2008). *Evaluación de calidad del agua y posibles fuentes de contaminación en un segmento del río Piedras. San Juan, Puerto Rico.*
- ONU. (2014). *Decenio Internacional para la acción "El agua fuente de vida".*  
Obtenido de <http://www.un.org/spanish/waterforlifedecade/quality.shtml>
- Peña, L. (2015). *Calidad del recurso hídrico de la laguna Los Milagros. José Crespo y Castillo. Universidad Nacional Agraria de la Selva. Tingo María, Perú.*
- Rivera, M. (2007). *Propuestas de la FAO para impulsar la acuicultura, un modelo sostenible. Published by: Icaria Editorial. Barcelona-España.*
- Solórzano, R. (2005). *Determinación de la calidad del agua para consumo humano y uso industrial proveniente de la planta de tratamiento la Carbonera, Municipio de Sanarate, departamento del Progreso. Tesis, Guatemala: Universidad de San Carlos de Guatemala.*
- Tamani, Y. (2014). *Evaluación de la calidad del agua del río Negro en la Provincia de Padre Abad, Aguaytia. Universidad Nacional Agraria de la Selva. Tingo María, Perú.*
- Umbría, I., Trezza, R., & Hervé. (2009). *Uso, manejo y conservación del agua un problema de todos. Academia-Trujillo-Venezuela.*
- Vaca, F. (2014). *Evaluación ambiental de la calidad del agua. Disponible en: <http://repositorio.ug.edu.ec/bitstream/redug/11616/2/TESIS%20DE%20GRADO%20%28CONTENIDO29.pdf>.*
- Valderrama, S. (2002). *Pasos para elaborar proyectos de investigación científica. Lima, Perú: San Marcos.*
- Water Boards. (2013). *Recursos para Agricultores - Nitrato en el agua.*

Yingrong, W., Gerrit, S., & Giesen, N. (2017). *Organic pollution of rivers: Combined threats of urbanization, livestock farming and climate change*. Scientific Reports.

Zegarra, D. (2016). *Evaluación de la calidad fisicoquímica y bacteriológica del manantial Huañambra en José Gálvez-Celendin*. Tesis. Perú: Universidad Nacional de Cajamarca.





## Anexos

## Anexo 1

### Matriz de Consistencia

#### Título: “Evaluación de la calidad del recurso hídrico de la laguna de Choclococha – Huancavelica”

PROBLEMA	OBJETIVO	HIPOTESIS	VARIABLE	INVESTIGACION
<p><b>GENERAL:</b> ¿Cuál es la concentración de los parámetros fisicoquímicos y bacteriológicos del recurso hídrico de la laguna de Choclococha - Huancavelica?</p>	<p><b>GENERAL:</b> Evaluar la concentración de los parámetros fisicoquímicos y bacteriológicos del recurso hídrico de la laguna de Choclococha - Huancavelica.</p>	<p><b>GENERAL:</b> <b>H<sub>a</sub>:</b> La concentración de los parámetros fisicoquímicos (DBO<sub>5</sub>, pH, oxígeno disuelto, nitratos, conductividad, solidos suspendidos totales), en el recurso hídrico de la laguna de Choclococha-Huancavelica, si cumplen con los (LMP) ECA-Agua, Categoría a-E1.</p>	<p><b>Variable independiente:</b> Parámetros fisicoquímicos</p> <p><b>Variable dependiente:</b> Calidad del recurso hídrico de la laguna de Choclococha – Huancavelica.</p>	<p>➤ <b>TIPO DE INVESTIGACION</b> Aplicada</p> <p>➤ <b>NIVEL INVESTIGACION</b> Descriptivo</p> <p>➤ <b>METODO INVESTIGACION</b> Científico</p> <p>➤ <b>DISEÑO INVESTIGACION</b></p>
<p><b>ESPECCIFICOS:</b></p> <p>✓ Cuál es la concentración de los parámetros físicos del recurso hídrico de la laguna de Choclococha – Huancavelica.</p> <p>✓ Cuál es la concentración de los parámetros químicos del recurso hídrico de la laguna de Choclococha – Huancavelica.</p>	<p><b>ESPECIFICO:</b></p> <p>✓ Determinar la concentración de los parámetros físicos del recurso hídrico de la laguna de Choclococha – Huancavelica.</p> <p>✓ Determinar la concentración de los parámetros químicos del recurso hídrico de la laguna de Choclococha – Huancavelica.</p>	<p><b>H<sub>0</sub>:</b> La concentración de los parámetros fisicoquímicos (DBO<sub>5</sub>, pH, oxígeno disuelto, nitratos, conductividad, solidos suspendidos totales), en el recurso hídrico de la laguna de Choclococha-Huancavelica, no cumplen con los (LMP) ECA-Agua, Categoría a-E1.</p>		<p>➤ <b>POBLACION</b> Recurso hídrico de la laguna de Choclococha-Huancavelica.</p> <p>➤ <b>MUESTRA</b></p>



Donde:  
Y: Calidad del agua  
X: Parámetros físico químicos (Concentración de DBO<sub>5</sub>, oxígeno disuelto, pH, nitratos, conductividad eléctrica, solidos suspendidos totales)

<p>✓ Cuál es la concentración de los parámetros bacteriológicos del recurso hídrico de la laguna de Choclococha – Huancavelica.</p>	<p>laguna de Choclococha – Huancavelica.</p> <p>✓ Determinar la concentración de los parámetros bacteriológicos del recurso hídrico de la laguna de Choclococha – Huancavelica.</p>	<p>La muestra son 100 ml de agua (retirados en frascos) presentes en puntos distintos de la laguna de Choclococha, los cuales serán establecidos de <b>manera intencional</b> (NO PROBABILISTICA)</p> <p>➤ <b>TÉCNICA DE PROCESAMIENTO Y ANÁLISIS DE DATOS</b></p> <p><b>Técnica estadística:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Estadística descriptiva</li> <li>- SPSS.</li> </ul>
	<p>✓ Comparar la concentración de los parámetros fisicoquímicos y bacteriológicos del recurso hídrico de la laguna de Choclococha – Huancavelica, con los (LMP) ECA-Agua, Categoría 4-E1.</p>	

## Anexo 2

### PARAMETROS DE EVALUADOS

PUNTO DE MONITOREO	DBO5	OXIGENO DISUELTO	pH	NITRATOS	CONDUCTIVIDAD ELECTRICA	SOLIDOS DISUELTOS TOTALES
	mg/L	mg/L	Unidad	mg/L	uS/cm	mg/L
M-1	3	8	6.86	2.13	207.5	103.8
M-2	3	9	7.17	2.31	210.8	104.9
M-3	3	8	6.86	2.22	209.1	104.3

## Anexo 3

### PARAMETROS DE EVALUADOS

PUNTO DE MONITOREO	DBO5	OXIGENO DISUELTO	pH	NITRATOS	CONDUCTIVIDAD ELECTRICA	SOLIDOS DISUELTOS TOTALES
	mg/L	mg/L	Unidad	mg/L	uS/cm	mg/L
M-1	3	8	6.86	2.13	207.5	103.8
M-2	3	9	7.17	2.31	210.8	104.9
M-3	3	8	6.86	2.22	209.1	104.3

## Anexo 4

Tabla 12 Hoja de cadena de custodia

CADENA DE CUSTODIA						
TOMA DE MUESTRAS DE AGUA PARA ANALISIS FISICOQUIMICO Y BACTERIOLOGICO						
FECHA:		MUESTREADOR			LUGAR:	
/ /		LOZANO CASTRO, RICHARD RONY			LAGUNA CHOCLOCOCHA -HUANCAVELICA	
N° MUESTRA	COD.	FECHA	HORA	PUNTO DE MUESTREO	VOL	OBSERVACIONES
1		/ /	:	E: N:		
2		/ /	:	E: N:		
3		/ /	:	E: N:		
4		/ /	:	E: N:		
5		/ /	:	E: N:		
6		/ /	:	E: N:		

## Anexo 5

*Figura 20 Protocolo de Monitoreo de la Calidad de los Recursos Hídricos Superficiales.*



**Tabla 13** Monitoreo de la Calidad de los Recursos Hídricos Superficiales - ANA

ACTIVIDADES	DESCRIPCIÓN
Recursos económicos	<p>La actividad de monitoreo deberá contar con presupuesto económico para los siguientes aspectos:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Traslado del equipo de trabajo: combustible, peajes, etc.</li> <li>• Análisis de las muestras.</li> <li>• Materiales de escritorio, compra de hielo, etc.</li> </ul>
Tipos de muestra de agua Muestra simple o puntual	<p>A esta muestra se le denomina discreta. Consiste en la toma de una porción de agua en un punto o lugar determinado para su análisis individual. Representan las condiciones y características de la composición original del cuerpo de agua para el lugar, tiempo y circunstancias particulares en el instante en el que se realizó su recolección.</p>
Planificación del monitoreo	<p>Se realiza en gabinete con la finalidad de diseñar el trabajo de monitoreo que incluye el establecimiento del ámbito de evaluación (cuenca, unidad hidrográfica, recurso hídrico), puntos de monitoreo, lugares de acceso, verificación y ubicación de la zona de muestreo y los puntos de monitoreo mediante el empleo de herramientas informáticas.</p>
Establecimiento de la red de puntos de monitoreo	<p>El establecimiento de red de puntos de monitoreo de un recurso hídrico superficial deberá realizarse de manera preliminar en gabinete. Par ello, es necesario contar con un mapa hidrográfico de la cuenca hidrográfica e intercuenca o de la zona marina. La recopilación e integración de información se realiza a través de herramientas informáticas como ArcGis, Google Earth, entre otros.</p>
Codificación del punto de muestreo	<p>El punto de muestreo debe ser identificado y reconocido claramente, de manera que permita su ubicación exacta en muestreos futuros. En la determinación de la ubicación se utiliza el Sistema de Posicionamiento Global (GPS); las coordenadas del punto de monitoreo deberán ser registradas en sistema UTM par puntos en cuerpos de agua continental y en sistema geográfico para puntos de monitoreo en el mar, ambos en estándar geodésico WGS84.</p>
Parámetros recomendados en el monitoreo de la calidad de los recursos Hídricos.	<p>Se presentan los parámetros mínimos de acuerdo con la categoría del recurso hídrico asignada por ANA a los Estándares de calidad Ambiental para Agua.</p> <p><b>Parámetros Químicos-físicos:</b> Categoría 4: pH, temperatura, oxígeno disuelto, conductividad eléctrica, nitratos y sulfatos.</p>
Rotulado y etiquetado	<p>Los recipientes deben rotular con etiquetas autoadhesivas. La etiqueta de cada muestra de agua como mínimo los siguientes datos: Nombre del solicitante, código del punto</p>

	de muestreo, tipo de cuerpo de agua, fecha y hora de muestreo, nombre del responsable de la toma de muestra, tipo de análisis requerido.
Medición de los parámetros de campo	Los parámetros para medir en campo son pH, conductividad, temperatura, oxígeno disuelto, entre otros. En el caso de ríos accesibles y de bajo caudal se recomienda tomar los parámetros de campo directamente en el cuerpo de agua, caso contrario utilizar un balde limpio y transparente.
Procedimiento para la toma de muestras	Antes de iniciar el muestreo, todo el personal que manipula los equipos de toma de muestra, los recipientes y frascos a los reactivos de preservación, deben colocarse guantes descartables, mascarilla y gafas protectoras. Es aplicable para ríos de bajo caudal o poca profundidad, se deberá evitar la contaminación de las muestras por disturbar los sedimentos del fondo o de la orilla del cauce.
Almacenamiento, conservación y transporte de la muestras	Los frascos deben almacenarse dentro de cajas térmicas (coolers) de forma vertical para que no ocurran derrames ni se exponga a la luz del sol. Los recipientes de vidrio deber ser embalados con la debida precaución para evitar roturas y derrames durante su transporte. Par su preservación, las muestras recolectadas deberán acondicionarse en cajas térmicas (coolers) bajo un adecuado sistema de enfriamiento ( $5 \pm 1^{\circ}\text{C}$ ), refrigerante. Las muestras deben ser transportadas inmediatamente al laboratorio cumpliendo con los tiempos de almacenamiento máximo de cada parámetro a evaluar.