



**FACULTAD DE INGENIERÍA GEOGRÁFICA, AMBIENTAL Y ECOTURISMO**  
**MONITOREO AMBIENTAL Y ANÁLISIS DE LA CONTAMINACIÓN DEL AGUA**  
**DEL LAGO CHINCHAYCOCHA, JUNÍN 2022**

**Línea de investigación:**

**Biodiversidad, ecología y conservación**

Trabajo de suficiencia profesional para optar el título profesional de  
Ingeniero Ambiental

**Autor:**

Mamani Colquehuanca, Marcos Andrés

**Asesora:**

Esenarro Vargas, Doris

ORCID: 0000-0002-7186-9614

**Jurado:**

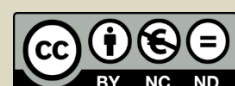
Gómez Escriba, Benigno Paulo

Valdivia Orihuela, Braulio Armando

Guillén León, Rogelia

**Lima - Perú**

**2024**



# Turnitin

## INFORME DE ORIGINALIDAD

26%

INDICE DE SIMILITUD

24%

FUENTES DE INTERNET

14%

PUBLICACIONES

10%

TRABAJOS DEL  
ESTUDIANTE

## FUENTES PRIMARIAS

1	<a href="https://repositorio.unfv.edu.pe">repositorio.unfv.edu.pe</a> Fuente de Internet	3%
2	<a href="https://hdl.handle.net">hdl.handle.net</a> Fuente de Internet	3%
3	<a href="https://repositorio.undac.edu.pe">repositorio.undac.edu.pe</a> Fuente de Internet	2%
4	<a href="https://repositorio.upsc.edu.pe">repositorio.upsc.edu.pe</a> Fuente de Internet	1%
5	<a href="https://docplayer.es">docplayer.es</a> Fuente de Internet	1%
6	<a href="https://repositorio.lamolina.edu.pe">repositorio.lamolina.edu.pe</a> Fuente de Internet	1%
7	WALSH PERU S.A. INGENIEROS Y CIENTIFICOS CONSULTORES. "MEIA del Proyecto Línea de Transmisión 220 kV Machupicchu - Quencoro - Onocora - Tintaya y Subestaciones Asociadas-IGA0009534", R.D. N° 122-2016-SENACE/DCA, 2021 Publicación	1%



Universidad Nacional  
**Federico Villarreal**

**VRIN** | VICERRECTORADO  
DE INVESTIGACIÓN

**FACULTAD DE INGENIERÍA GEOGRÁFICA, AMBIENTAL Y ECOTURISMO**

**MONITOREO AMBIENTAL Y ANÁLISIS DE LA CONTAMINACIÓN DEL AGUA  
DEL LAGO CHINCHAYCOCHA, JUNÍN 2022**

**Línea de investigación:**

Biodiversidad, ecología y conservación

Trabajo de suficiencia profesional para optar el Título Profesional de Ingeniero Ambiental

**Autor:**

Mamani Colquehuanca, Marcos Andrés

**Asesora:**

Esenarro Vargas, Doris

ORCID: 0000-0002-7186-9614

**Jurado:**

Gómez Escriba, Benigno Paulo

Valdivia Orihuela, Braulio Armando

Guillén León, Rogelia

**Lima - Perú**

**2024**

## ÍNDICE

RESUMEN .....	6
ABSTRACT .....	7
I. INTRODUCCIÓN.....	8
1.1. Trayectoria del autor .....	8
1.2. Descripción de la empresa.....	8
1.2.1. Misión .....	9
1.2.2. Visión.....	9
1.2.3. Servicios.....	9
1.3. Organigrama de la empresa.....	12
1.4. Áreas y funciones desempeñadas.....	13
II. MONITOREO AMBIENTAL Y ANÁLISIS DE LA CONTAMINACIÓN DEL AGUA DEL LAGO CHINCHAYCOCHA, JUNÍN 2022 .....	14
2.1. Descripción de problema.....	14
2.2. Objetivos .....	14
2.2.1. Objetivo general.....	14
2.2.2. Objetivos específicos .....	15
2.3. Antecedentes .....	15
2.4. Marco Legal .....	17
2.5. Metodología .....	18
2.5.1. Ubicación del área de estudio .....	18



2.5.2.	Tipo de investigación.....	19
2.5.3.	Ámbito temporal y espacial.....	19
2.5.4.	Variables.....	20
2.5.5.	Población y muestra.....	20
2.5.6.	Instrumentos.....	20
2.5.7.	Procedimientos.....	22
2.5.8.	Análisis de datos.....	28
2.6.	Resultados.....	28
2.6.1.	Parámetros Fisicoquímicos.....	28
2.6.2.	Parámetros Inorgánicos.....	36
2.6.3.	Parámetros microbiológicos.....	43
2.7.	Discusión de resultados.....	44
III.	APORTES MAS DESTACABLES A LA EMPRESA.....	46
IV.	CONCLUSIONES.....	47
V.	RECOMENDACIONES.....	48
VI.	REFERENCIAS.....	49
VII.	ANEXO.....	52

## ÍNDICE DE TABLAS

<b>Tabla 1</b> <i>Operacionalización de variables</i> .....	20
<b>Tabla 2</b> <i>Estaciones de Monitoreo</i> .....	24
<b>Tabla 3</b> <i>Parámetros evaluados</i> .....	25
<b>Tabla 4</b> <i>ECA D.S N°004-2017 Categoría 4</i> .....	26
<b>Tabla 5</b> <i>Resultados de pH en los periodos 2019,2020,2021 y 2022</i> .....	28
<b>Tabla 6</b> <i>Resultados de Conductividad Eléctrica en los periodos 2019,2020,2021 y 2022</i> .....	30
<b>Tabla 7</b> <i>Resultados de Oxígeno disuelto en los periodos 2019,2020,2021 y 2022</i> .....	31
<b>Tabla 8</b> <i>Resultados de Sólidos Suspendedos Totales en los periodos 2019,2020,2021 y 2022</i> .....	32
<b>Tabla 9</b> <i>Resultados de Clorofila A en los periodos 2019,2020,2021 y 2022</i> .....	33
<b>Tabla 10</b> <i>Resultados de Demanda Bioquímica de Oxígeno de los periodos 2019,2020,2021 y 2022</i> .....	34
<b>Tabla 11</b> <i>Resultados de Nitrógeno Total de los periodos 2019,2020,2021 y 2022</i> .....	35
<b>Tabla 12</b> <i>Resultados de Arsénico en los periodos 2019,2020,2021 y 2022</i> .....	36
<b>Tabla 13</b> <i>Resultados de Bario en los periodos 2019,2020,2021 y 2022</i> .....	37
<b>Tabla 14</b> <i>Resultados de Cobre en los periodos 2019,2020,2021 y 2022</i> .....	38
<b>Tabla 15</b> <i>Resultados de mercurio en los periodos 2019,2020,2021 y 2022</i> .....	39
<b>Tabla 16</b> <i>Resultados de Níquel en los periodos 2019,2020,2021 y 2022</i> .....	40
<b>Tabla 17</b> <i>Resultados de Plomo en los periodos 2019,2020,2021 y 2022</i> .....	41
<b>Tabla 18</b> <i>Resultados de zinc en los periodos 2019,2020,2021 y 2022</i> .....	42
<b>Tabla 19</b> <i>Resultados de Coliformes Termotolerantes en los periodos 2019,2020,2021 y 2022</i> .....	43

## ÍNDICE DE FIGURAS

<b>Figura 1</b> <i>Ubicación del lago Chinchaycocha</i> .....	18
<b>Figura 2</b> <i>Ubicación de puntos de monitoreo</i> .....	23
<b>Figura 3</b> <i>Variación de pH en los periodos 2019,2020,2021 y 2022</i> .....	29
<b>Figura 4</b> <i>Variación de conductividad eléctrica en los periodos 2019,2020,2021 y 2022</i> .....	30
<b>Figura 5</b> <i>Variación de Oxígeno disuelto en los periodos 2019,2020,2021 y 2022</i> .....	31
<b>Figura 6</b> <i>Variación de Sólidos Suspendidos Totales en los periodos 2019,2020,2021 y 2022</i> .....	32
<b>Figura 7</b> <i>Variación de Clorofila A en los periodos 2019,2020,2021 y 2022</i> .....	33
<b>Figura 8</b> <i>Variación de DBO en los periodos 2019,2020,2021 y 2022</i> .....	34
<b>Figura 9</b> <i>Variación de Nitrógeno Total en los periodos 2019,2020,2021 y 2022</i> .....	35
<b>Figura 10</b> <i>Variación de Arsénico de los periodos 2019,2020,2021 y 2022</i> .....	36
<b>Figura 11</b> <i>Variación de Bario en los periodos 2019,2020,2021 y 2022</i> .....	37
<b>Figura 12</b> <i>Variación de cobre en los periodos 2019,2020,2021 y 2022</i> .....	38
<b>Figura 13</b> <i>Variación de Mercurio en los periodos 2019,2020,2021 y 2022</i> .....	39
<b>Figura 14</b> <i>Variación de Níquel en los periodos 2019,2020,2021 y 2022</i> .....	40
<b>Figura 15</b> <i>Variación de Plomo en los periodos 2019,2020,2021 y 2022</i> .....	41
<b>Figura 16</b> <i>Variación de Zinc en los periodos 2019,2020,2021 y 2022</i> .....	42
<b>Figura 17</b> <i>Variación de Coliformes Termotolerantes en los periodos 2019,2020,2021 y 2022</i> .....	43

## RESUMEN

El presente trabajo tiene como objetivo determinar la calidad del agua mediante el monitoreo ambiental para analizar la contaminación del agua del lago Chinchaycocha, así como la concentración de elementos metálicos producto de la actividad minera en la parte alta de la cuenca y las descargas de aguas residuales domésticas de las poblaciones aledañas al lago. Como metodología se procedió a la evaluación de los monitoreos históricos proporcionados por el ente rector (Autoridad Nacional del Agua - ANA) y el monitoreo realizado en época de avenida y estiaje en el periodo 2019-2022. Para conocer la calidad del agua se recolectó en seis puntos de muestreo establecidos por la Autoridad parámetros fisicoquímicos, inorgánicos y microbiológicos. Como resultado se evidenció que los parámetros de Nitrógeno Total, Sólidos Suspendidos Totales, Plomo y Zinc son los que sobrepasan el Estándar de Calidad Ambiental (ECA) en el año 2022 respecto a los años anteriores. En conclusión, se demuestra la contaminación del lago con elementos tóxicos que se ha encontrado y analizado en laboratorio.

*Palabras clave:* Calidad del Agua, Lago Chinchaycocha, Estándar de Calidad Ambiental, Monitoreo Ambiental.

## ABSTRACT

The objective of this work es to determine the quality of the water through enviromental monitoring to analyze the contamination of the wáter of lake Chinchaycocha, as well as the concentration of metallic elements resulting from mining activity in the upper part of the basin and wastewater discharges domesticated from the populations surrounding the lake. As a methodology, the evaluation of the historical monitoring provided by the governing body (National Water Authority – ANA) carried out in the period 2019-2021 was carried out tow monitoring sesión were also carried out parto f the work durin the flood season (March) and dry season (October) in the year 2022. To Know the quality of the wáter, simples were collected at six points established by the ANA. As a result, it was evident that the Nitrog parameters are those that exceed the Enviromental Quality Standard (ECA) in all points in the two seasons of th the 2022 period, as well as the Total Suspended Solids exceed the ECA in the two seasons of the 2022 period at the LDupa 1 station. Regarding the inorganic parameters, Leas excedes the ECA in the periods 2019, 2020 and 2022 in the stations LDupa1 and LChin1, as well as Zinc, it also excedes the ECA in the periods 2019,2021 and 2022 in the stations LDupa1, LChin1, LChin2 and LChin3. In conclusión, the contamination of the lakewith all the toxic elements that have been found and analyzed in the laboratory is demonstrated.

*Key Words:* Water Quality, Lake Chinchaycocha, Enviromental Quality Standard, Enviromental Monitoring.

## **I. INTRODUCCIÓN**

### **1.1. Trayectoria del autor**

El autor es egresado de la escuela profesional de Ingeniería Ambiental, perteneciente a la Facultad de Ingeniería Geográfica, Ambiental y Ecoturismo de la Universidad Nacional Federico Villarreal con el grado de Bachiller. Ha obtenido experiencia en la ejecución de monitoreos ambientales de diferentes matrices como agua, aire, suelo, emisiones, ruido; así como la elaboración de informes de monitoreo.

Mi experiencia laboral inició en el laboratorio J. Ramón del Perú S.A.C como Analista de campo III entre setiembre 2014 hasta setiembre 2017, durante ese tiempo realicé monitoreos ambientales en diversas empresas privadas del sector minero en el norte y centro del Perú. Desde octubre 2017 hasta noviembre del 2019 desempeñé el cargo de Analista I donde lideré los servicios en el sector minero, asimismo en la participación de acreditaciones y auditorías.

Del 01 de diciembre del 2019 a la fecha, el cargo que desempeño actualmente es como Coordinador de Monitoreos Ambientales en el laboratorio Xertek Life S.A.C. ubicado en Miraflores – Lima.

### **1.2. Descripción de la empresa**

Xertek Life S.A.C es un laboratorio de ensayos técnicos con más de veinte años de servicios y desarrollo para el desarrollo de la Minería, del Medio Ambiente y la Industria Alimentaria. Está acreditado ante el organismo INACAL bajo la NTP-ISO/IEC 17025. Los servicios que ofrece son muestreos ambientales en todo el territorio peruano, de acuerdo con protocolos del Ministerio del Ambiente (MINAM), Autoridad Nacional del Agua (ANA) y en

concordancia con la normatividad internacional (EPA) para determinar la calidad de agua, aire, suelos, sedimentos, relaves, emisiones y niveles de ruido.

### **1.2.1. Misión**

Aprovechar el poder de la información basada en datos para resolver desafíos y tener un mundo más seguro y saludable.

### **1.2.2. Visión**

Ser un socio estratégico de confianza aprovechando la experiencia tecnológica, la sostenibilidad y las practicas empáticas para ayudar a hacer del mundo un lugar mejor.

### **1.2.3. Servicios**

Xertek Life ofrece una asesoría integral en Servicios Ambientales que comprende desde muestreos, análisis en sus laboratorios hasta explicación y comparación de los resultados, de acuerdo con la legislación ambiental nacional e internacional. Los servicios brindados son:

#### **1.2.3.1. Monitoreos y ensayos ambientales**

##### ***A. Calidad de agua***

- Agua natural
- Agua residual
- Agua de procesos
- Agua para uso y consumo humano
- Agua salina

##### ***B. Calidad de suelos, sedimentos y relaves***

- Calidad de suelo
- Caracterización edafológica
- Ensayos de fertilidad

- Estimación de drenaje ácido

### ***C. Calidad de aire y emisiones***

- Calidad de aire (PTS, PM10, PM2.5, gases)
- Monitoreo meteorológico
- Desarrollo de modelos de dispersión atmosférica de contaminantes en el aire
- Emisiones en chimeneas
- Medio de opacidad
- Radiaciones electromagnéticas
- Monitoreo de vibraciones

### ***D. Mediciones de ruido***

- Tráfico automotor
- Planta industrial
- Tráfico ferroviario
- Tráfico aéreo

## **1.2.3.2. Monitoreos hidrobiológicos**

### ***A. Ríos, agua y embalses***

- Fitoplancton y zooplancton
- Macroinvertebrados bentónicos
- Necton (peces)
- Perifiton
- Macrófagas acuáticas

## **1.2.3.3. Monitoreos de flora y fauna**

### ***A. Componentes de flora***



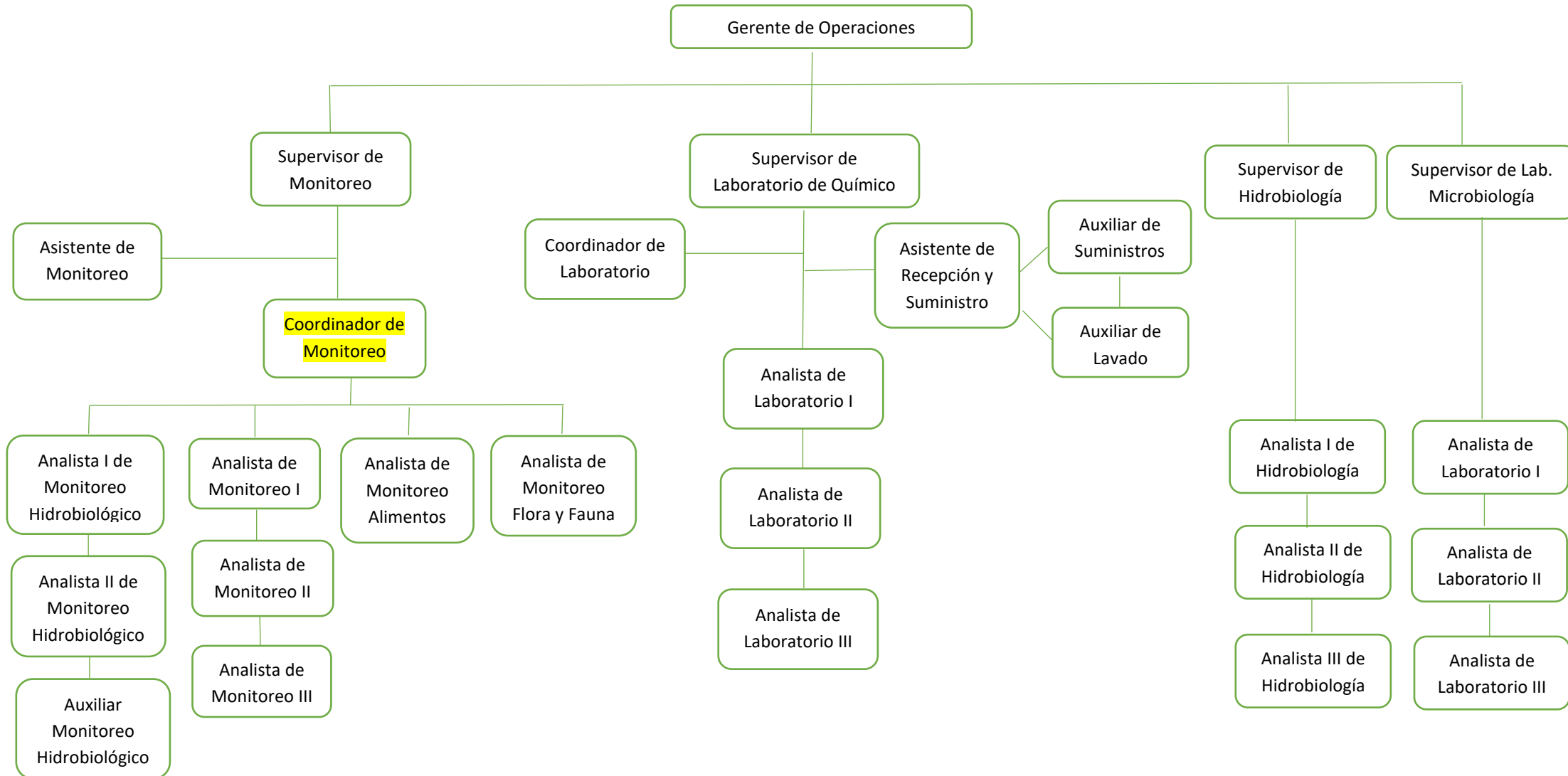
- Zonas de vida
- Formaciones vegetales
- Especies forestales
- Especies claves

***B. Componentes de fauna***

- Ornitofauna
- Herpetofauna
- Mastofauna
- Entofauna

### 1.3. Organigrama de la empresa

Dentro del organigrama de Xertek Life S.A.C. el autor se ubica en el cargo de Coordinador de Monitoreo.



#### **1.4. Áreas y funciones desempeñadas**

En la actualidad integro el área de la División de Medio Ambiente, desempeñándome en el cargo de Coordinador de Monitoreo Ambiental, desde que ingresé en la empresa ha desarrollado las siguientes funciones:

- Coordinar la gestión de servicios solicitados por el área de Comercial.
- Identificar desviaciones, riesgos u oportunidades de mejora en el sistema de gestión o de los procedimientos para la realización de los servicios de Operaciones.
- Asignar al personal para los servicios programados.
- Planificar, coordinar, supervisar las actividades de operaciones (monitoreo y muestreo).
- Elaborar informes de monitoreo y seguimiento que faciliten la toma de decisiones oportunas.
- Supervisar la data cruda en el HAT SYSTEM ingresadas por el personal de campo.
- Capacitar frecuentemente al equipo técnico el uso de herramientas de planificación, evaluación y aprendizaje.
- Evaluar la competencia técnica del analista de campo.
- Desarrollar el plan de trabajo para las auditorias.
- Coordinar con el área de Calidad para las acreditaciones de ensayos.

## **II. MONITOREO AMBIENTAL Y ANÁLISIS DE LA CONTAMINACIÓN DEL AGUA DEL LAGO CHINCHAYCOCHA, JUNÍN 2022**

En el informe de suficiencia profesional se describe mi experiencia como especialista ambiental de la División de Medio Ambiente en la empresa Xertek Life S.A.C. específicamente en monitoreos ambientales y análisis de concentraciones tóxicas del agua del lago Chinchaycocha y así conocer su calidad de acuerdo a los Estándares establecidos.

### **2.1. Descripción de problema**

El lago Chinchaycocha está situado en un altiplano en la provincia de Junín, en el departamento de Junín, tiene una extensión que abarca 53 mil hectáreas, considerándose el segundo lago más grande del Perú y por su altitud (4100 m.s.n.m) el más alto del Perú. El lago se encuentra en una zona de alta actividad minera donde se realiza explotación de minerales polimetálicos como Plomo, Zinc y Cobre, cuyos procesos metalúrgicos generan efluentes industriales los cuales se vierten al río San Juan, asimismo las aguas servidas de las poblaciones aledañas terminan impactando negativamente al lago Chinchaycocha.

### **2.2. Objetivos**

#### **2.2.1. *Objetivo general***

Determinar la calidad de agua mediante el monitoreo ambiental del Lago Chinchaycocha, Junín en los periodos 2019 a 2022.

### 2.2.2. *Objetivos específicos*

- Analizar la calidad fisicoquímica, inorgánica y microbiológica del agua del lago Chinchaycocha en las épocas de avenida y estiaje.
- Comparar los resultados de los monitoreos históricos del lago Chinchaycocha.

### 2.3. **Antecedentes**

Lázaro (2024) en su tesis “Estudio fisicoquímico y ecotoxicológico de la calidad de agua en la cuenca baja del río Lurín” tuvo como objetivo evaluar la calidad de agua de la cuenca baja del río Lurín, evaluando parámetros fisicoquímicos y mediante pruebas ecotoxicológicas. Se muestreó en cinco estaciones durante las épocas de avenida y estiaje, teniendo en cuenta considerando las descargas de efluentes de la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales (PTAR) Julio C. Tello y San Bartolo. Concluye que los parámetros fisicoquímicos están dentro del Estándar de Calidad Ambiental (ECA), categoría 3, subcategoría D1 y D2. La muestra LU-05 tuvo un valor de Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO) de 29,4 mg/L, en la época seca y de Demanda Química de Oxígeno (DQO) 63,4 mg/L y 61,6 mg/L para la época seca y húmeda respectivamente, superando el ECA. Asimismo, para las concentraciones orgánicas de P, Cu, Ni y Zn se obtuvieron los valores de 9,18; 0,02; 0,01 y 0,04 mg/L respectivamente, que podrían haber influenciada en la medición de la ecotoxicidad.

Condezo y Alarcón (2024) en su tesis “Calidad de agua del río San Juan de acuerdo al D.S. N 004-2017 MINAM aplicando el Arc Gis – Pasco, 2022” tuvo como objetivo evaluar la calidad de agua del río San Juan mediante los parámetros fisicoquímicos y microbiológicos. La metodología usada mediante el software Arc Gis ayudó en forma gráfica a cuantificar los parámetros fisicoquímicos y microbiológicos de la calidad de agua del río San Juan. Concluye que los parámetros fisicoquímicos no cumplen con el Estándar de Calidad Ambiental (ECA) donde el pH supera el ECA, así como en la zona de Jupayraga, estación ubicada aguas arriba

de la zona de operaciones de la empresa Sociedad Minera El Brocal: en cuanto a los parámetros inorgánicos en el río San Juan las altas concentraciones de Cadmio, manganeso, mercurio y zinc también superan el ECA.

Estrella (2019) en su tesis “Absorción de plomo y nitrógeno total, empleando humedales de lenteja de agua (*Lemma minor*) en la afluyente del Delta Upamayo – Lago Chinchaycocha 2019” tuvo como objetivo general determinar la absorción de plomo y nitrógeno total, empleado humedales de lenteja de agua (*Lemma minor*) en la afluyente del Delta Upamayo – Lago Chinchaycocha – 2019. Recolectó muestras en el Delta Upamayo distribuida en 3 estanques donde realizó las pruebas. Concluye que el tercer estanque luego de 3 meses absorbe concentraciones de Nitrógeno Total y Plomo a través de la experimentación de humedales de lenteja de agua, de esta manera permitirá mantener los Estándares de Calidad de Agua, garantizando la conservación de la diversidad biológica, evitando la extinción de especies de flora y fauna.

Manrique (2018) en su tesis “Evaluación de los factores físico – químicos del agua del lago Chinchaycocha, Pasco – Junín” tuvo como objetivo general determinar la calidad físico – químico del lago Chinchaycocha y su repercusión en el ecosistema socioeconómico de la población aledaña. Concluye que los contaminantes del lago se presentan en los elementos metálicos como el zinc, cadmio, mercurio y plomo. En el lado norte del Lago; estos parámetros superan el ECA en distintos puntos muestreados. También concluye que la contaminación se distribuye según el tiempo, encontrándose altas concentraciones en setiembre y noviembre y donde hay mayor precipitación en febrero cuando el nivel de agua sube.

Hernández (2016) realizó un diagnóstico de las fuentes de agua para consumo humano utilizadas en las comunidades de cuatro Millas de Matina, Limón; con el fin de generar una propuesta de alternativas tendiente a mejorar la calidad de agua que se consume. En cuatro Millas, estas fuentes equivalen a pozos artesanales construidos manualmente y sin ningún tipo de dirección técnica, se muestreó 25 pozos, los análisis determinaron que las concentraciones de manganeso en el agua muestreada de los pozos son altas y muchas veces están por encima del máximo permitido.

#### **2.4. Marco Legal**

- Ley general del ambiente – Ley N° 28611
- Ley de recursos hídricos – Ley N° 29338
- Ministerio del Ambiente – MINAM
- Autoridad Nacional del Agua – ANA
- Protocolo Nacional para el monitoreo de calidad de los recursos hídricos superficiales – R.J N° 010-2016-ANA

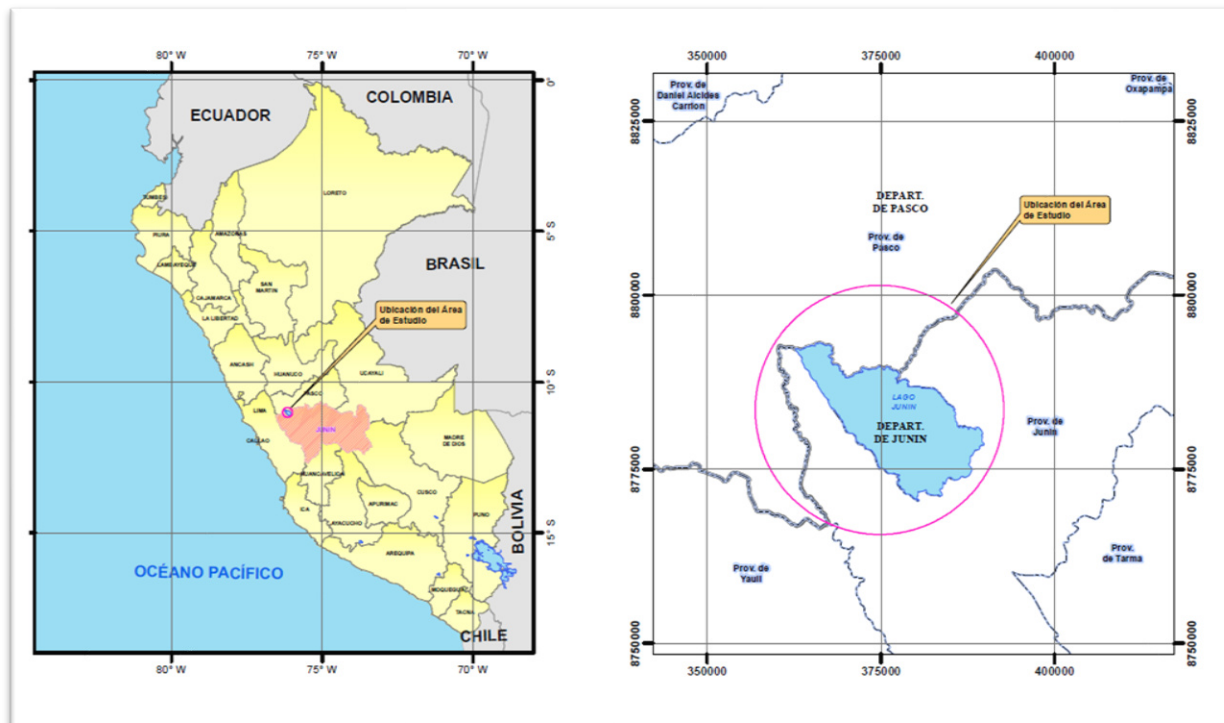
## 2.5. Metodología

### 2.5.1. Ubicación del área de estudio

El lago Junín o también llamado Chinchaycocha está involucrado dentro del área protegida denominada Reserva Nacional de Junín y esta se encuentra situada en los Andes Centrales, asentado en el altiplano de Junín o Bombón; política y administrativamente pertenece a los distritos de Vicco y Ninacaca en la región de Pasco; y en los distritos de Ondores, Junín y Carhuamayo en la región Junín (ver figura 1). El lago Junín o Chinchaycocha es el segundo lago más grande del país y el más alto. Para mayor detalle ver Anexo A la ubicación exacta.

**Figura 1**

*Ubicación del lago Chinchaycocha*



*Nota.* En la figura se muestra la ubicación departamental y provincial del área de estudio.



### **2.5.2. Tipo de investigación**

El trabajo se desarrolla en dos tipos: Descriptiva y explicativa. El presente trabajo es de tipo descriptivo ya que describe la realidad del área de estudio mediante observación directa del investigador utilizando conocimientos adquiridos a través de estudios aportados por otros autores, la finalidad es obtener y tener una información sobre la realidad actual y Explicativa porque se busca conocer cuáles son las causas de los problemas. El diseño de la investigación es de tipo No experimental ya que no se manipula las variables

### **2.5.3. *Ámbito temporal y espacial***

#### **2.5.3.1.Ámbito temporal**

Los datos que serán considerados para la realización del trabajo de investigación propuesto serán enmarcados del período 2019-2022 considerando la temática del trabajo en la zona del lago Chinchaycocha y su segmentación por sectores de la población y actividad económica.

#### **2.5.3.2. *Ámbito espacial***

El presente trabajo se ubica en el lago Chinchaycocha, en el departamento de Junín, Perú. Está ubicado a una altura superior a los 4080 msnm y da origen al Río Mantaro que irriga el valle homónimo, considerando el más ancho de los andes centrales peruanos.

#### 2.5.4. Variables

Las variables independientes e independiente se muestran en la tabla 1.

**Tabla 1**

*Operacionalización de variables*

Variable	Dimensión	Indicador	Unidad de medición
Análisis de la contaminación de agua (VD)	Calidad de agua	% Concentración de parámetros fisicoquímicos, inorgánicos y microbiológicos	mg/L
Monitoreo Ambiental (VI)	Tipo de muestreo	Cantidad de parámetros	precipitación, humedad
	Tiempo	Cantidad de tiempo	

#### 2.5.5. Población y muestra

La población de estudio es el Lago Chinchaycocha

La muestra, se ubica puntos estratégicos en el Lago Chinchaycocha, habiéndose seleccionado las estaciones de monitoreo para su muestreo.

#### 2.5.6. Instrumentos

Los materiales de campo usados para la investigación se detallan a continuación:

- 01 GPS Marca GARMIN, equipo para georreferenciar las estaciones de monitoreo en el área de estudio.
- 01 pizarra acrílica para anotar los códigos de estación con sus coordenadas respectivas.
- 01 cámara fotográfica marca Panasonic para el registro fotográfico de los puntos a monitorear.

- 01 libreta de campo para anotar todos los datos en campo.
- Cadena de custodia de Laboratorio acreditado por el Instituto Nacional de Calidad (INACAL).
- Materiales para muestreo: cooler, frascos de plástico, frascos de vidrio estéril, guantes, gel pack.
- Preservantes químico para las muestras de agua.
- Multiparámetro HACH HQ 40d
- 01 laptop marca LENOVO I5, esta sirvió para procesar la información cartográfica y redacción de la investigación.
- Impresora EP



### **2.5.7. Procedimientos**

#### **2.5.7.1. Recolección de información**

Para la obtención de información básica del área de estudio se recurrió a las instituciones tales como:

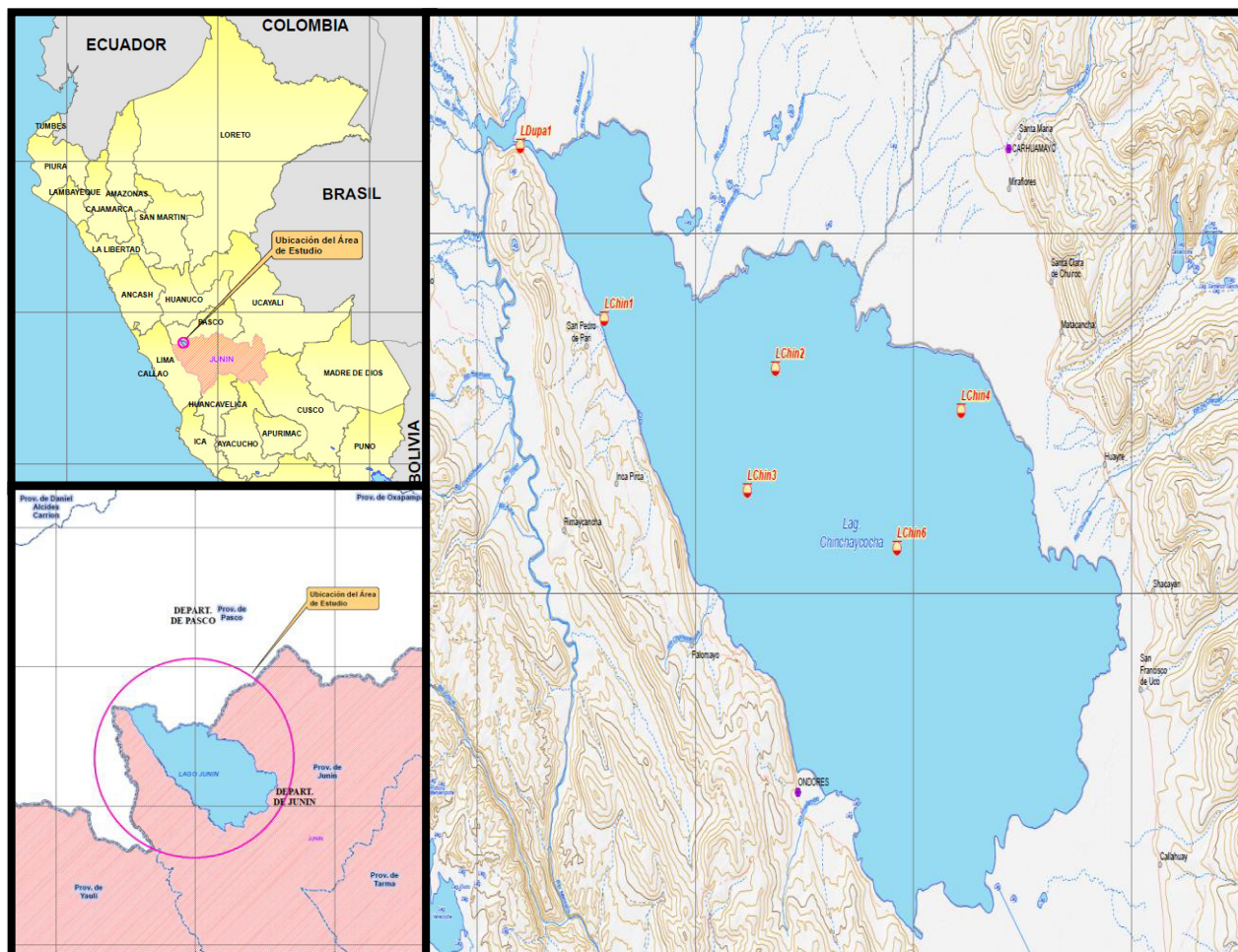
- Instituto Nacional de Estadística e Informática (INEI): Institución que nos brindó la población, educación y salud de la zona de estudio.
- Instituto Geográfico Nacional (IGN): se usa la carta nacional para elaborar los planos.
- Autoridad Nacional del Agua (ANA): institución donde se obtuvieron los informes de monitoreo de los años 2019, 2020 y 2021 la cual fue procesada para realizar este presente trabajo.
- Servicio Nacional de Áreas Naturales Protegidas (SERNANP): institución que nos brindó la problemática del área de estudio.

#### **2.5.7.2. Selección de estaciones de monitoreo**

- Se estableció 06 puntos de monitoreo de calidad de agua en el lago Chinchaycocha y sus ríos tributarios (ver tabla N°2) establecido por el ente rector (ANA), puntos de monitoreo críticos donde se nota presencia de contaminantes tales como: zona donde descarga el Río San Juan, así como las poblaciones aledañas a la zona que generan aguas residuales domésticas (Ver figura 2).
- Estos puntos de monitoreo son muestreados por la ANA cada año por especialistas de la institución de acuerdo al Protocolo Nacional para el Monitoreo de la Calidad de los Recursos Hídricos Superficiales.

Figura 2

Ubicación de puntos de monitoreo



*Nota.* La figura corresponde a los seis puntos de monitoreo establecidos en el lago Chinchaycocha. En la tabla 2 se muestra la descripción y sus coordenadas.

**Tabla 2***Estaciones de Monitoreo*

N°	Código	Descripción de la estación de monitoreo	Zona	Coordenadas		Altitud
				Este	Norte	m.s.n.m.
1	LDupa1	Delta Upamayo, puente Upamayo - al Noroeste del lago, C.P San Pedro de Pari	18	361 991	8 792 461	4 091
2	LChin1	Lago Chinchaycocha, frente al distrito de Vicco.	18	365 834	8 787 653	4 088
3	LChin2	Lago Chinchaycocha, al suroeste de Carhuamayo.	18	373 674	8 786 260	4 093
4	LChin3	Lago Chinchaycocha, al Norte	18	372 387	8 782 875	4 095
5	LChin4	Lago Chinchaycocha, al Oeste de la localidad de Huayre	18	382 187	8 785 086	4 092
6	LChin6	Lago Chinchaycocha, centro del lago Chinchaycocha	18	379 249	8 781 270	4 092

### 2.5.7.3. Parámetros evaluados

Los parámetros evaluados se muestran en la Tabla 3:

**Tabla 3**

*Parámetros evaluados*

Fisicoquímicos	Inorgánicos	Microbiológicos
pH	Arsénico	Coliformes Termotolerantes
Temperatura	Bario	
Conductividad Eléctrica	Cobre	
Oxígeno disuelto	Mercurio	
Sólidos Suspendidos Totales	Níquel	
Clorofila A	Plomo	
Demanda Bioquímica de Oxígeno	Zinc	
Nitrógeno Total		

### 2.5.7.4. Estándar de comparación

La comparativa a realizarse tiene como normativa el Estándar de Calidad Ambiental (ECA) aprobado mediante el Decreto Supremo N° 004-2017 -MINAM, para los monitoreos realizados entre 2019 y 2021. Los estándares aprobados son aplicables a los cuerpos de agua del territorio nacional en su estado natural y son obligatorios en el diseño de las normas legales y las políticas públicas siendo un referente obligatorio en el diseño y aplicación de todos los instrumentos de gestión ambiental. El lago Chinchaycocha está asignado en la Categoría 4 subcategoría E1: Lagunas y lagos y su comparativa se realizó mediante el Estándar de Calidad Ambiental D.S N°004-2017 MINAM (Ministerio del Ambiente, 2017) (ver tabla 4). El monitoreo realizado en el 2022 se hizo la comparativa con el ECA vigente.

**Tabla 4***ECA D.S N°004-2017 Categoría 4*

PARAMETROS	UNIDADES	LAGUNAS Y LAGOS
<b>FISICO-QUIMICOS</b>		
Aceites y Grasas	mg/L	5
Cianuro Libre	mg/L	0,0052
Color		
color (b)	verdadero	20(a)
	Escala Pt/Co	
Clorofila A	mg/L	0,008
Conductividad	( $\mu$ S/cm)	1000
Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO5)	mg/L	5
Fenoles	mg/L	2,56
Fosforo Total	mg/L	0,035
Nitratos	mg/L	13
Amoniaco Total	mg/L	-1
Nitrógeno Total	mg/L	0,315
Oxígeno Disuelto (valor mínimo)	mg/L	$\geq$ 5
Potencial de Hidrogeno (PH)	Unidad de PH	6,5 a 9,0
Solidos Suspendidos Totales	mg/L	$\leq$ 25
sulfuros	mg/L	0,002
Temperatura	$^{\circ}$ C	$\Delta$ 3
<b>INORGANICOS</b>		
Antimonio	mg/l	0,64
Arsénico	mg/l	0,15
Bario	mg/l	0,7
Cadmio Disuelto	mg/l	0,00025
Cobre	mg/l	0,1
Cromo VI	mg/l	0,011
Mercurio	mg/l	0,0001
Níquel	mg/l	0,052
Plomo	mg/l	0,0025
Selenio	mg/l	0,005
Talio	mg/l	0,0008
Zinc	mg/l	0,12
<b>MICROBIOLOGICOS</b>		
Coliformes Termotolerante	NMP/ 100ml	1000

*Nota.* (a) 100 (para aguas claras). Sin cambio anormal (para aguas que presentan coloración

natural). (b) Después de la filtración simple



### 2.5.7.5. Trabajo de campo

La etapa de trabajo de campo comprende el muestreo de agua de las estaciones seleccionadas en el periodo 2022 en las temporadas de marzo (avenida) y octubre (estiaje) con el fin de obtener resultados y su posterior comparativa con los monitoreos históricos de los años 2019-2021 que estableció la Autoridad Nacional del Agua (ANA).

El muestreo se realizó en las 6 estaciones con los materiales proporcionados por el laboratorio Xertek Life S.A.C. cumpliendo los estándares de calidad, para mayor detalle de ubicación de estaciones ver el Anexo A. El monitoreo se realizó de acuerdo al Protocolo Nacional de Monitoreo de la Calidad en Cuerpos Naturales de Agua Superficial.



### 2.5.8. *Análisis de datos*

El análisis de las muestras se realizó en un laboratorio acreditado por el Instituto Nacional de Calidad (INACAL) que emplee procedimientos estándar con lo cual se obtenga precisión y exactitud en los resultados. Entre los procedimientos para el análisis de las muestras tenemos los de la American Public Health Association (APHA) y los de la Environmental Protection Agency (EPA). El análisis de las muestras recolectadas se realizó en el laboratorio Xertek Life S.A.C. que cuenta con acreditación vigente.

## 2.6. Resultados

De acuerdo a los objetivos específicos se obtuvo los resultados de la calidad de agua del lago Chinchaycocha, se realizó en comparación con el Estándar de Calidad Ambiental (ECA), categoría 4: Lagos y Lagunas, aprobado el Decreto Supremo N° 004-2017 MINAM. Los parámetros evaluados en época de avenida y estiaje se distribuyeron de la siguiente manera:

### 2.6.1. *Parámetros Fisicoquímicos*

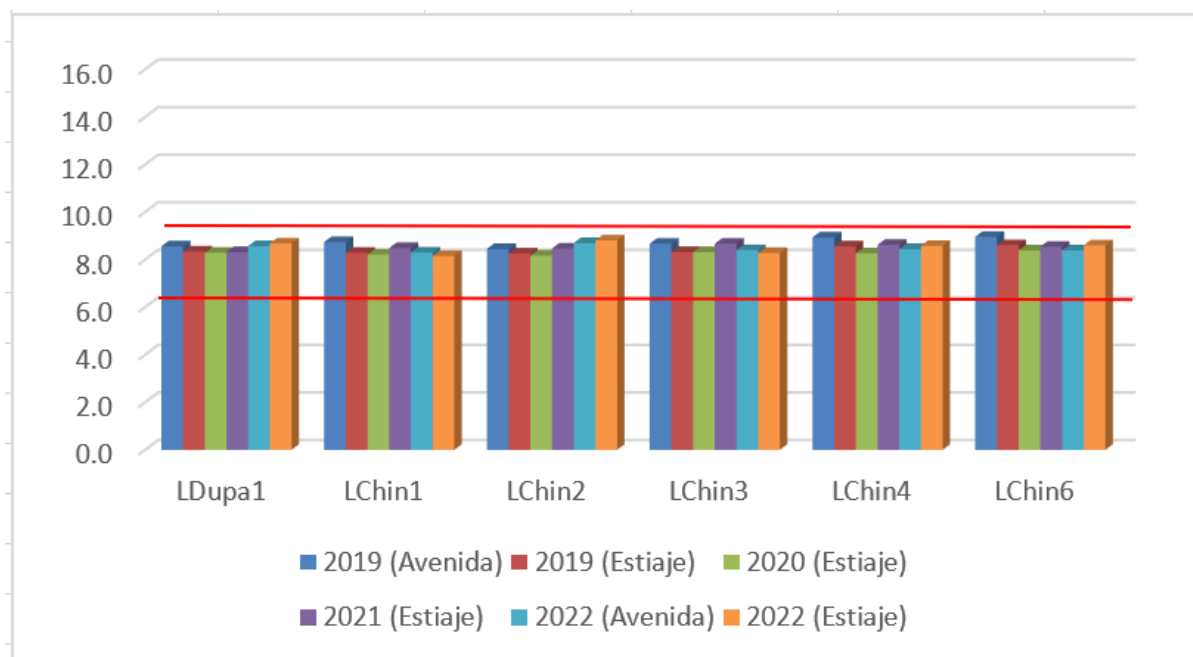
**Tabla 5**

*Resultados de pH en los periodos 2019,2020,2021 y 2022*

Estación de monitoreo	Potencial de Hidrógeno (pH)					
	2019 (Avenida)	2019 (Estiaje)	2020 (Estiaje)	2021 (Estiaje)	2022 (Avenida)	2022 (Estiaje)
LDupa1	8,56	8,34	8,29	8,32	8,57	8,68
LChin1	8,74	8,29	8,22	8,49	8,30	8,15
LChin2	8,45	8,26	8,17	8,47	8,70	8,81
LChin3	8,67	8,32	8,32	8,67	8,40	8,28
LChin4	8,93	8,56	8,27	8,62	8,45	8,58
LChin6	8,96	8,61	8,39	8,54	8,39	8,60
D.S. N° 004-2017-MINAM	6,5 - 9,0					

**Figura 3**

*Variación de pH en los periodos 2019,2020,2021 y 2022*



*Nota.* Se muestra en la figura como varía el pH entre los años 2019 (avenida) y 2022 (estiaje).

Todos los puntos de muestreo están dentro del valor del ECA (6.5 – 9.0).

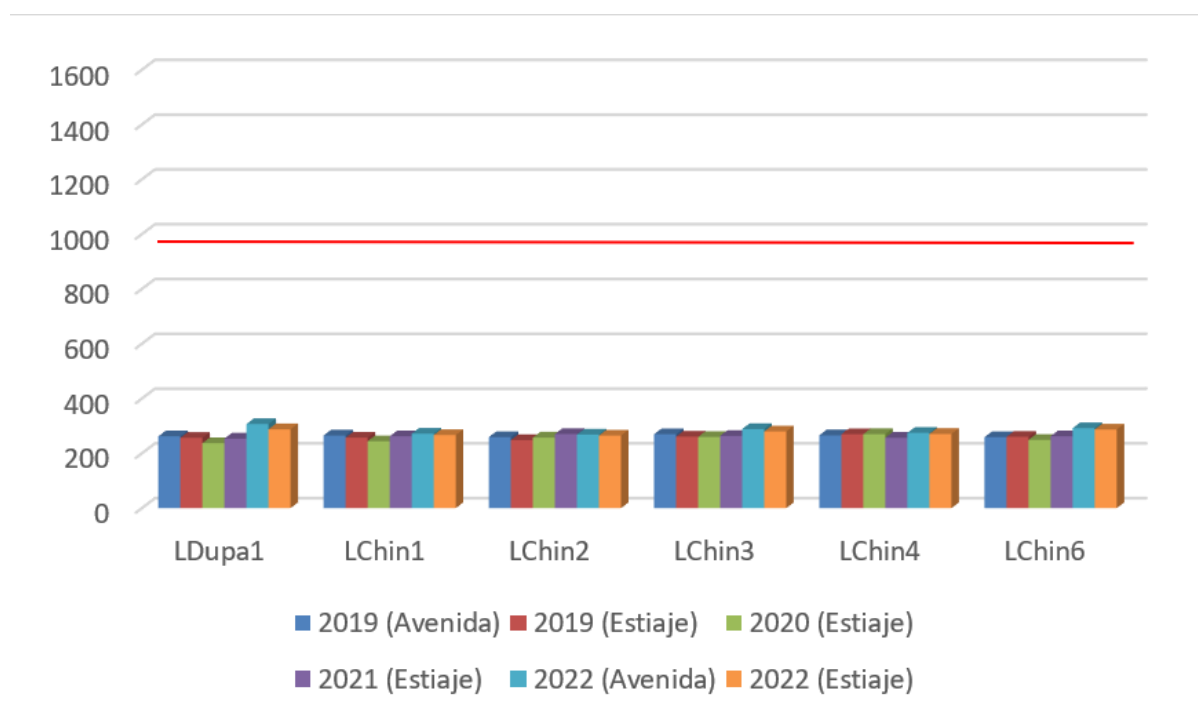
**Tabla 6**

*Resultados de Conductividad Eléctrica en los periodos 2019,2020,2021 y 2022*

Estación de monitoreo	Conductividad Eléctrica ( $\mu\text{S}/\text{cm}$ )					
	2019 (Avenida)	2019 (Estiaje)	2020 (Estiaje)	2021 (Estiaje)	2022 (Avenida)	2022 (Estiaje)
LDupa1	262,3	256,7	237,2	254,1	307	288
LChin1	265,4	257,4	244,5	262,3	272	267
LChin2	259,4	248,5	257,8	270,7	269	265
LChin3	270,1	261,2	260,2	264	289	280
LChin4	266	270,1	270,4	257,2	275	271
LChin6	259,3	260,4	249,3	262,7	292	287
D.S. N° 004-2017-MINAM	1000					

**Figura 4**

*Variación de conductividad eléctrica en los periodos 2019,2020,2021 y 2022*



*Nota.* Se muestra en la figura como varía la C.E entre los años 2019 (avenida) y 2022 (estiaje).

Todos los puntos de muestreo cumplen el ECA (1000  $\mu\text{S}/\text{cm}$ ).

**Tabla 7**

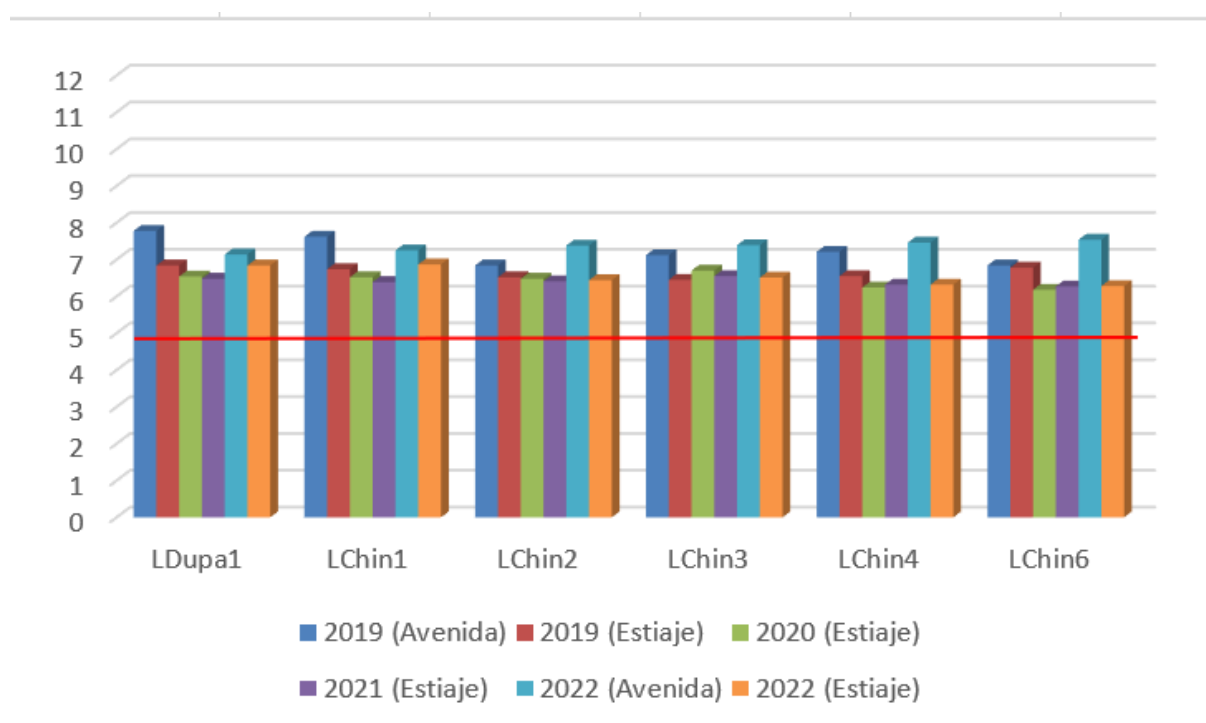
*Resultados de Oxígeno disuelto en los periodos 2019,2020,2021 y 2022*

Estación de monitoreo	Oxígeno disuelto (mg/L)					
	2019 (Avenida)	2019 (Estiaje)	2020 (Estiaje)	2021 (Estiaje)	2022 (Avenida)	2022 (Estiaje)
LDupa1	7,78	6,84	6,54	6,48	7,14	6,84
LChin1	7,62	6,74	6,52	6,39	7,25	6,87
LChin2	6,84	6,52	6,48	6,41	7,38	6,44
LChin3	7,12	6,45	6,70	6,55	7,39	6,51
LChin4	7,21	6,55	6,24	6,32	7,46	6,32
LChin6	6,84	6,78	6,18	6,27	7,54	6,28

D.S. N° 004-2017-MINAM ≥5

**Figura 5**

*Variación de Oxígeno disuelto en los periodos 2019,2020,2021 y 2022*



*Nota.* Se muestra en la figura como varía la O.D entre los años 2019 (avenida) y 2022 (estiaje).

Todos los puntos de muestreo cumplen el ECA ( $\geq 5$  mg/L).

**Tabla 8**

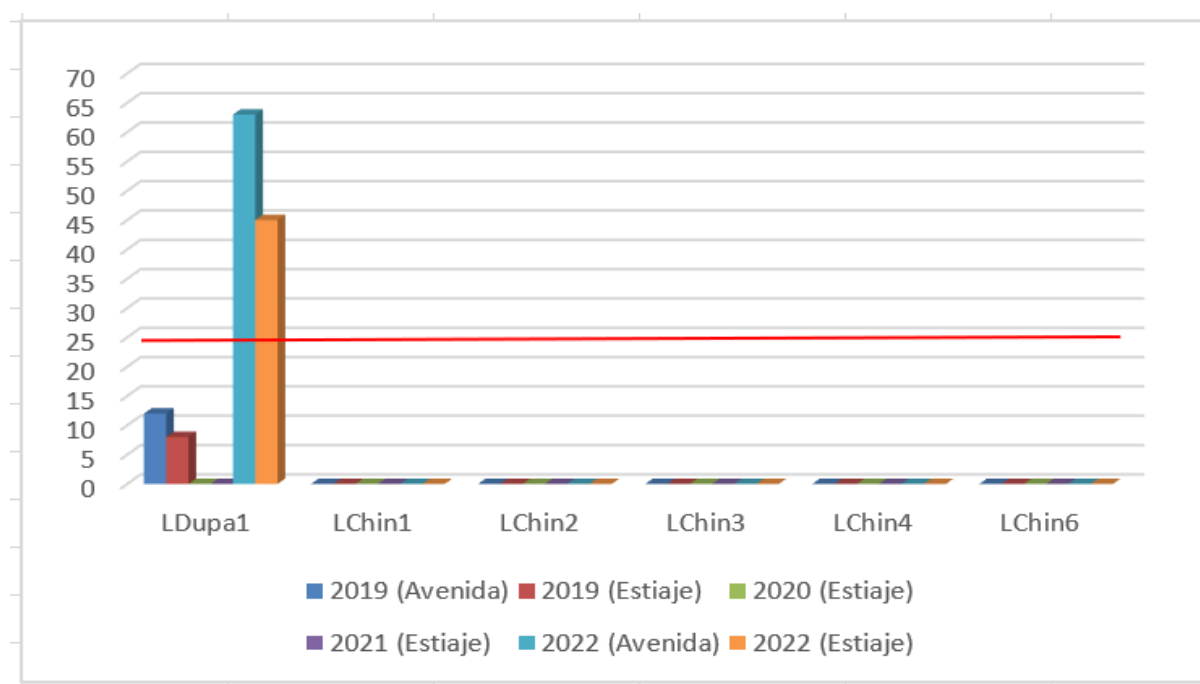
*Resultados de Sólidos Suspendidos Totales en los periodos 2019,2020,2021 y 2022*

Sólidos Suspendidos Totales (mg/L)						
Estación de monitoreo	2019 (Avenida)	2019 (Estiaje)	2020 (Estiaje)	2021 (Estiaje)	2022 (Avenida)	2022 (Estiaje)
LDupa1	12	8	<3	<3	<b>63</b>	<b>45</b>
LChin1	<3	<2	<3	<3	<3	<3
LChin2	<3	<2	<3	<3	<3	<3
LChin3	<3	<2	<3	<3	<3	<3
LChin4	<3	<2	<3	<3	<3	<3
LChin6	<3	<2	<3	<3	<3	<3
D.S. N° 004-2017-MINAM			$\leq 25$			

*Nota:* Los valores en rojo son los que sobrepasan el ECA.

**Figura 6**

*Variación de Sólidos Suspendidos Totales en los periodos 2019,2020,2021 y 2022*

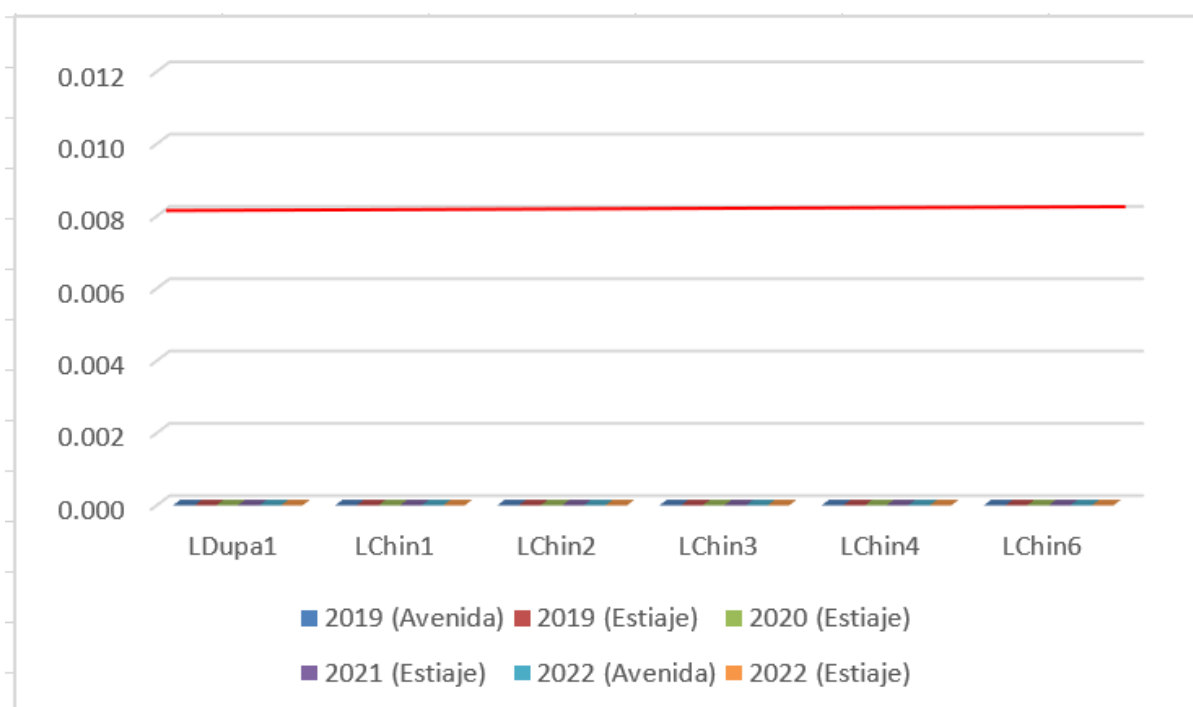


*Nota.* Se muestra en la figura como varía los SST entre los años 2019 (avenida) y 2022 (estiaje).

La mayoría de puntos de muestreo cumplen el ECA ( $\leq 25$  mg/L) excepto el punto LDupa1 en las dos temporadas del periodo 2022.

**Tabla 9***Resultados de Clorofila A en los periodos 2019,2020,2021 y 2022*

Estación de monitoreo	Clorofila A (mg/L)					
	2019 (Avenida)	2019 (Estiaje)	2020 (Estiaje)	2021 (Estiaje)	2022 (Avenida)	2022 (Estiaje)
LDupa1	<0,003	<0,003	<0,003	<0,003	<0,003	<0,003
LChin1	<0,003	<0,003	<0,003	<0,003	<0,003	<0,003
LChin2	<0,003	<0,003	<0,003	<0,003	<0,003	<0,003
LChin3	<0,003	<0,003	<0,003	<0,003	<0,003	<0,003
LChin4	<0,003	<0,003	<0,003	<0,003	<0,003	<0,003
LChin6	<0,003	<0,003	<0,003	<0,003	<0,003	<0,003
D.S. N° 004-2017-MINAM	0,008					

**Figura 7***Variación de Clorofila A en los periodos 2019,2020,2021 y 2022*

*Nota.* Se muestra en la figura como varía la Clorofila A entre los años 2019 (avenida) y 2022 (estiaje). Todos los puntos de muestreo cumplen el ECA (0.008 mg/L).

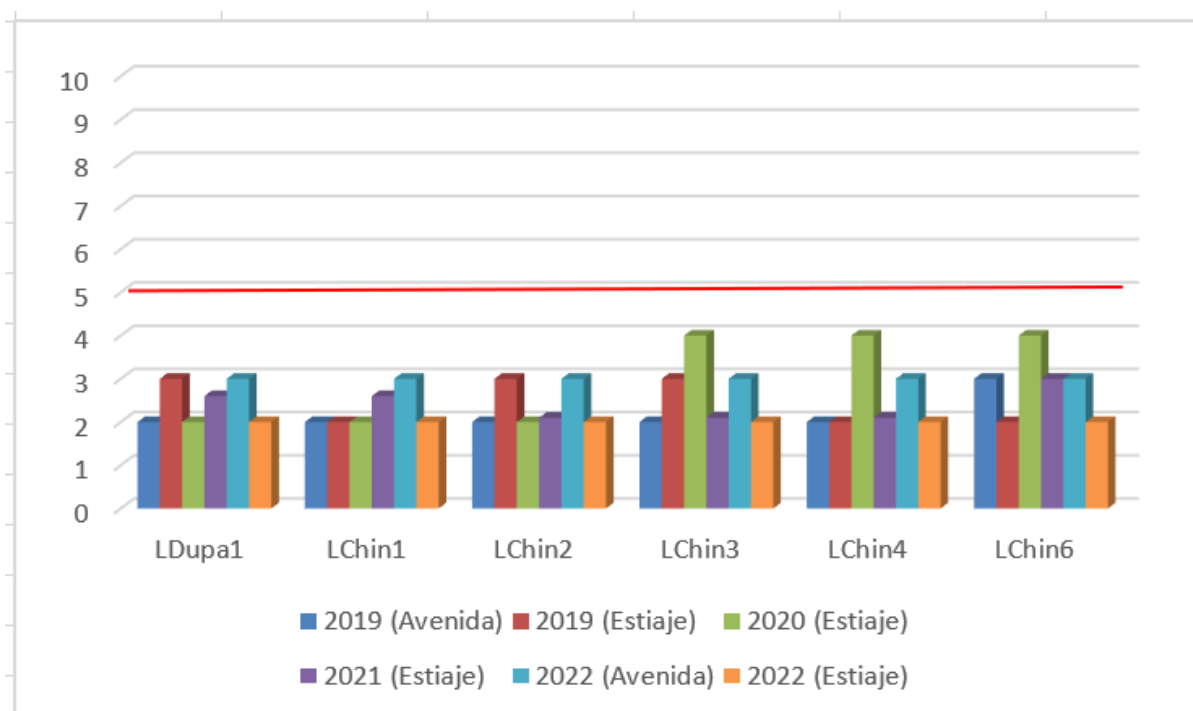
**Tabla 10**

*Resultados de Demanda Bioquímica de Oxígeno de los periodos 2019,2020,2021 y 2022*

Demanda Bioquímica de Oxígeno (mg/L)						
Estación de monitoreo	2019 (Avenida)	2019 (Estiaje)	2020 (Estiaje)	2021 (Estiaje)	2022 (Avenida)	2022 (Estiaje)
LDupa1	2	3	2	2,6	3	2
LChin1	2	2	2	2,6	3	2
LChin2	2	3	2	2,1	3	2
LChin3	2	3	4	2,1	3	2
LChin4	2	2	4	2,1	3	2
LChin6	3	2	4	3	3	2
D.S. N° 004-2017-MINAM				5		

**Figura 8**

*Variación de DBO en los periodos 2019,2020,2021 y 2022*



*Nota.* Se muestra en la figura como varía la DBO entre los años 2019 (avenida) y 2022 (estiaje).

Todos los puntos de muestreo cumplen el ECA (5mg/L).



**Tabla 11**

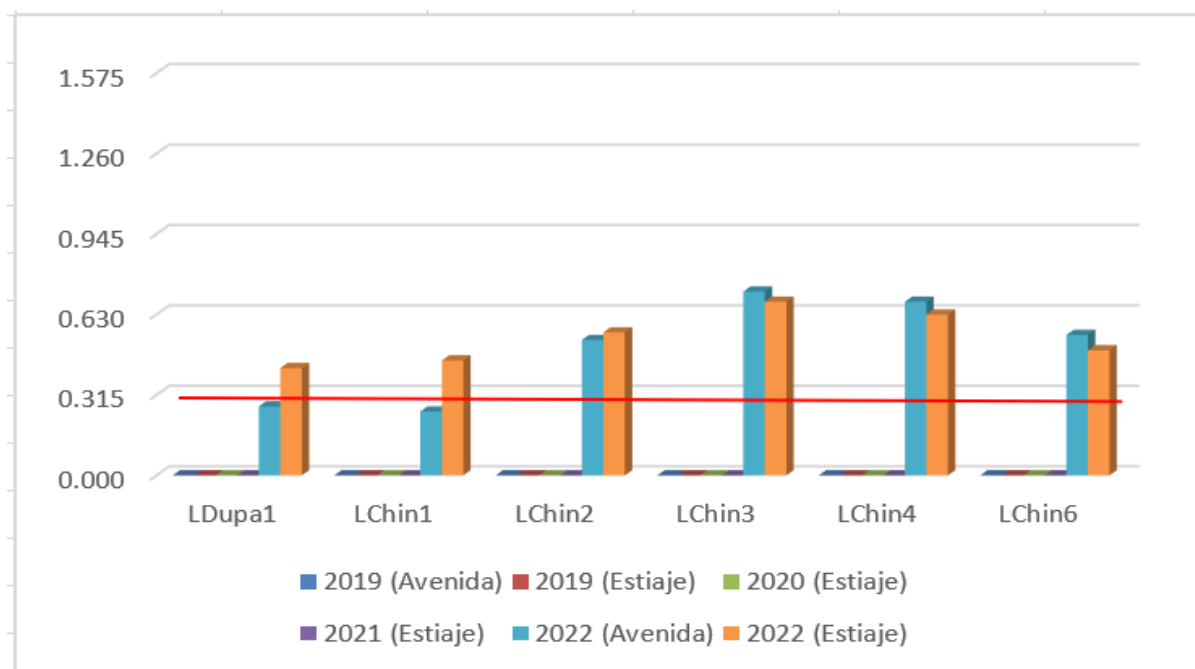
*Resultados de Nitrógeno Total de los periodos 2019,2020,2021 y 2022*

Estación de monitoreo	Nitrógeno Total (mg/L)					
	2019 (Avenida)	2019 (Estiaje)	2020 (Estiaje)	2021 (Estiaje)	2022 (Avenida)	2022 (Estiaje)
LDupa1	<120	<120	<120	<120	0,27	<b>0,42</b>
LChin1	<120	<120	<120	<120	0,25	<b>0,45</b>
LChin2	<120	<120	<120	<120	<b>0,53</b>	<b>0,56</b>
LChin3	<120	<120	<120	<120	<b>0,72</b>	<b>0,68</b>
LChin4	<120	<120	<120	<120	<b>0,68</b>	<b>0,63</b>
LChin6	<120	<120	<120	<120	<b>0,55</b>	<b>0,49</b>
D.S. N° 004-2017-MINAM	0,315					

*Nota.* Los valores en rojo son los que sobrepasan el ECA vigente.

**Figura 9**

*Variación de Nitrógeno Total en los periodos 2019,2020,2021 y 2022*



*Nota.* Se muestra en la figura como varía el Nitrógeno total entre los años 2019 (avenida) y 2022 (estiaje). En todos los puntos del periodo 2022 excede el ECA (0.315 mg/L)

## 2.6.2. Parámetros Inorgánicos

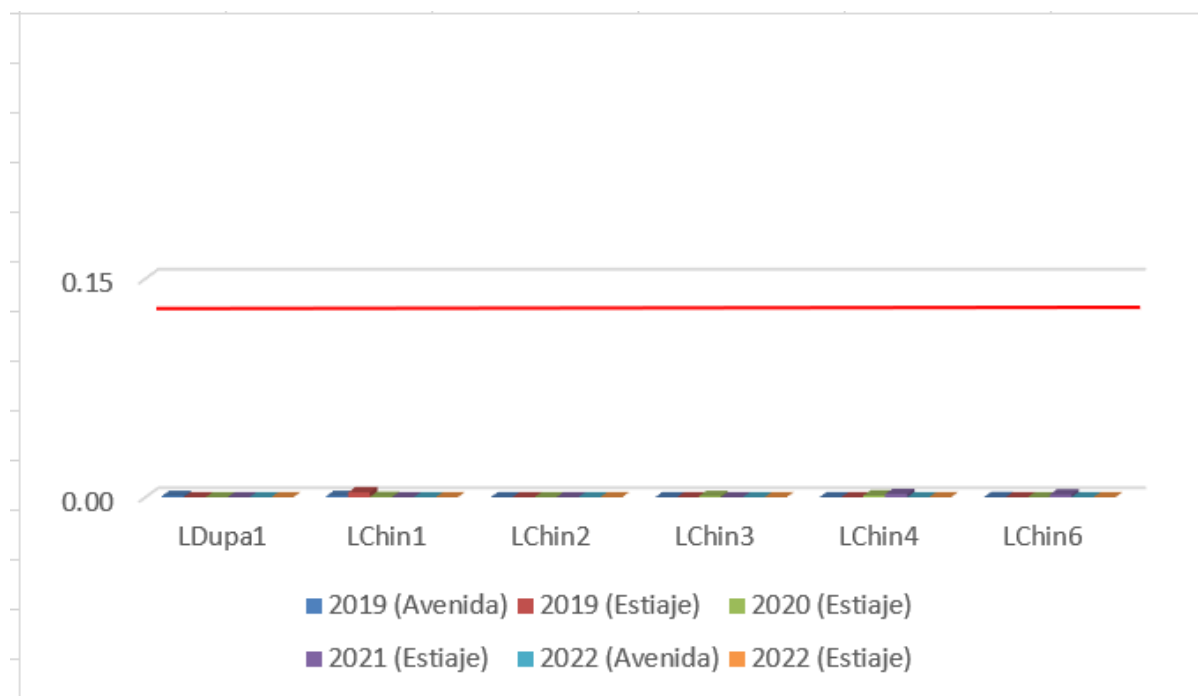
**Tabla 12**

*Resultados de Arsénico en los periodos 2019,2020,2021 y 2022*

Estación de monitoreo	Arsénico (mg/l)					
	2019 (Avenida)	2019 (Estiaje)	2020 (Estiaje)	2021 (Estiaje)	2022 (Avenida)	2022 (Estiaje)
LDupa1	0,00477	0,00250	0,00190	0,00305	<0,0048	<0,0048
LChin1	0,00478	0,00740	0,00430	0,00248	<0,0048	<0,0048
LChin2	0,00385	0,00310	0,00380	0,00225	<0,0048	<0,0048
LChin3	0,00360	0,00290	0,00480	0,00341	<0,0048	<0,0048
LChin4	0,00354	0,00340	0,00520	0,00620	<0,0048	<0,0048
LChin6	0,00410	0,00370	0,00390	0,00580	<0,0048	<0,0048
D.S. N° 004-2017-MINAM	0,15					

**Figura 10**

*Variación de Arsénico de los periodos 2019,2020,2021 y 2022*

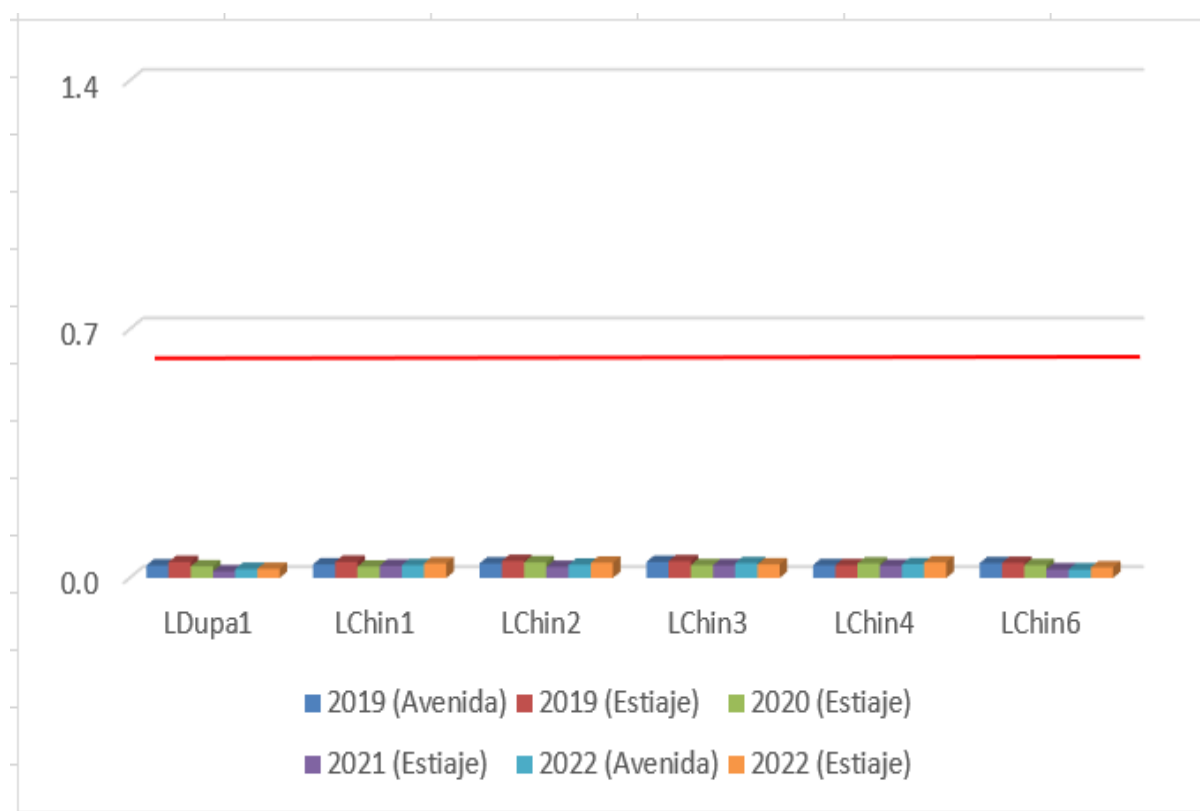


*Nota.* Se muestra en la figura como varía el As entre los años 2019 (avenida) y 2022 (estiaje).

Todos los puntos de muestreo cumplen el ECA (0.15 mg/L).

**Tabla 13***Resultados de Bario en los periodos 2019,2020,2021 y 2022*

Estación de monitoreo	Bario (mg/l)					
	2019 (Avenida)	2019 (Estiaje)	2020 (Estiaje)	2021 (Estiaje)	2022 (Avenida)	2022 (Estiaje)
LDupa1	0,0352	0,0452	0,0325	0,0185	0,0254	0,0259
LChin1	0,0385	0,0455	0,0320	0,0344	0,0362	0,0412
LChin2	0,0412	0,0480	0,0442	0,0310	0,0374	0,0432
LChin3	0,0451	0,0475	0,0362	0,0358	0,0420	0,0385
LChin4	0,0362	0,0359	0,0410	0,0347	0,0387	0,0437
LChin6	0,0419	0,0422	0,0362	0,0245	0,0240	0,0298
D.S. N° 004-2017-MINAM	0,7					

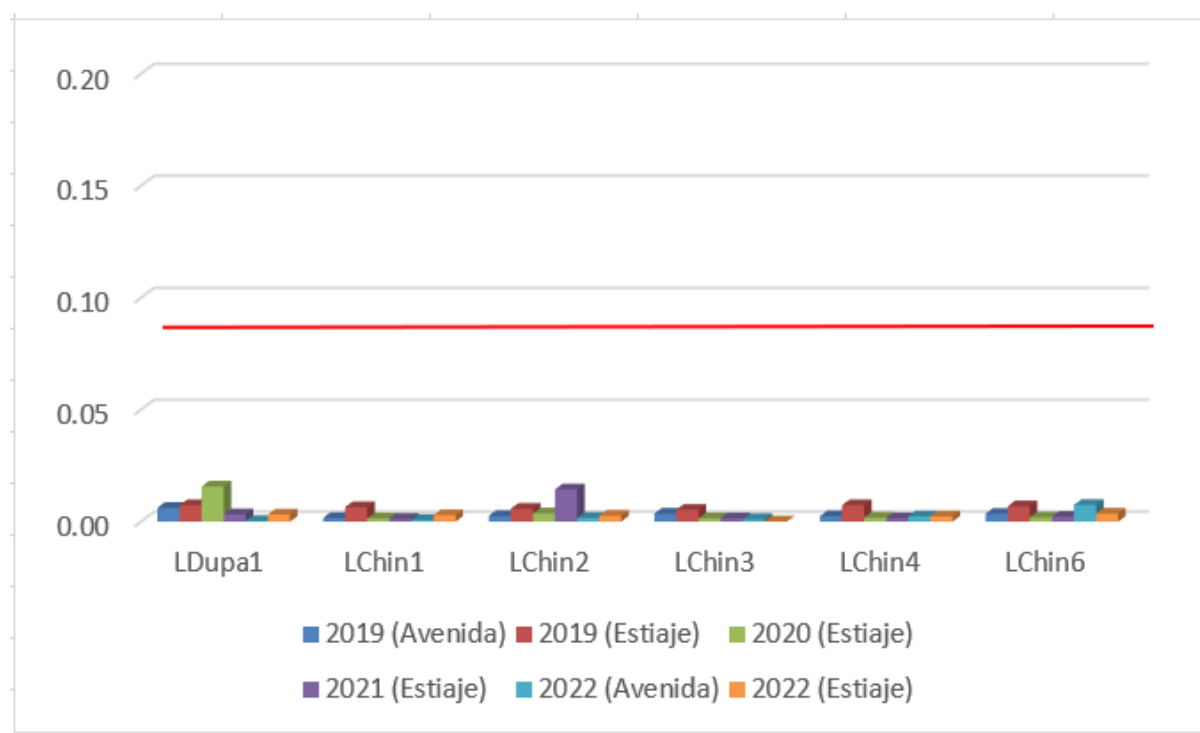
**Figura 11***Variación de Bario en los periodos 2019,2020,2021 y 2022*

*Nota.* Se muestra en la figura como varía el Ba entre los años 2019 (avenida) y 2022 (estiaje).

Todos los puntos de muestreo cumplen el ECA (0.7 mg/L).

**Tabla 14***Resultados de Cobre en los periodos 2019,2020,2021 y 2022*

Estación de monitoreo	Cobre (mg/l)					
	2019 (Avenida)	2019 (Estiaje)	2020 (Estiaje)	2021 (Estiaje)	2022 (Avenida)	2022 (Estiaje)
LDupa1	0,006220	0,007410	0,015700	0,003300	0,000370	0,003200
LChin1	0,001690	0,006520	0,001400	0,001280	0,000850	0,002900
LChin2	0,002630	0,005800	0,003700	0,014400	0,001700	0,002700
LChin3	0,003650	0,005360	0,001500	0,001560	0,001170	0,000147
LChin4	0,002500	0,007400	0,001800	0,001500	0,002430	0,002400
LChin6	0,003570	0,006900	0,001900	0,002190	0,007500	0,003600
D.S. N° 004-2017-MINAM	0,1					

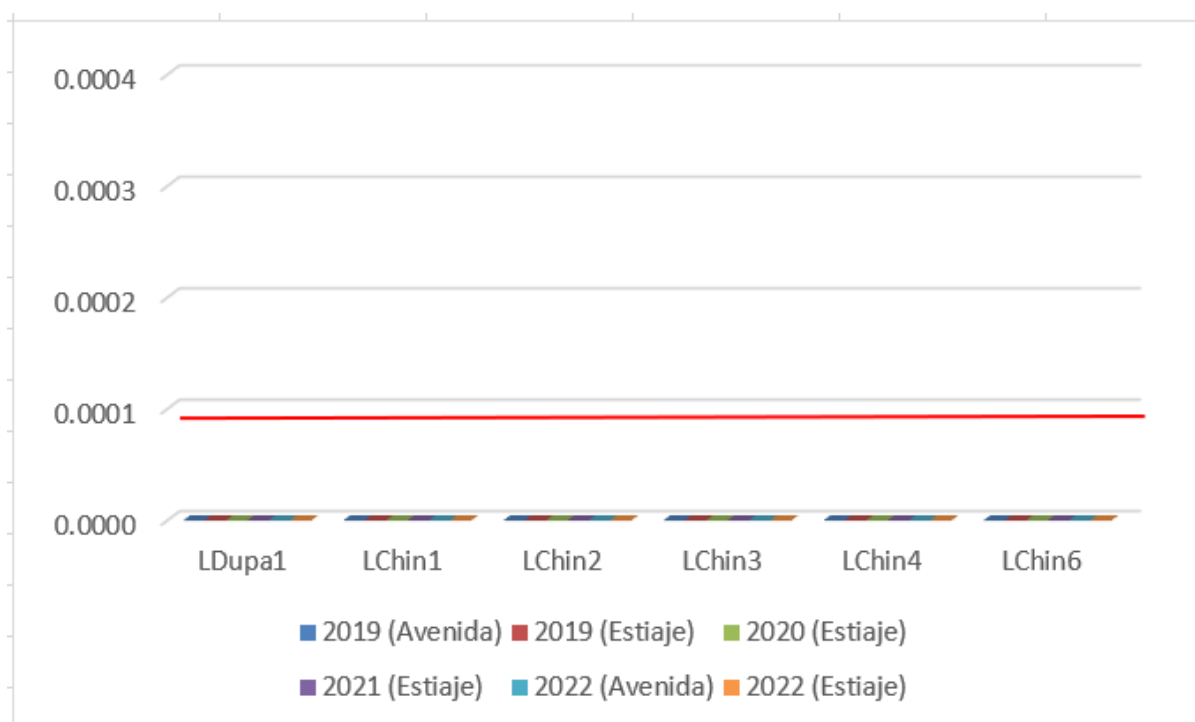
**Figura 12***Variación de cobre en los periodos 2019,2020,2021 y 2022*

*Nota.* Se muestra en la figura como varía el Cu entre los años 2019 (avenida) y 2022 (estiaje).

Todos los puntos de muestreo cumplen el ECA (0.1 mg/L).

**Tabla 15***Resultados de mercurio en los periodos 2019,2020,2021 y 2022*

Estación de monitoreo	Mercurio (mg/l)					
	2019 (Avenida)	2019 (Estiaje)	2020 (Estiaje)	2021 (Estiaje)	2022 (Avenida)	2022 (Estiaje)
LDupa1	<0,00008	<0,00008	<0,00008	<0,00008	<0,00006	<0,00006
LChin1	<0,00008	<0,00008	<0,00008	<0,00008	<0,00006	<0,00006
LChin2	<0,00008	<0,00008	<0,00008	<0,00008	<0,00006	<0,00008
LChin3	<0,00008	<0,00008	<0,00008	<0,00008	<0,00008	<0,00008
LChin4	<0,00008	<0,00008	<0,00008	<0,00008	<0,00008	<0,00008
LChin6	<0,00008	<0,00008	<0,00008	<0,00008	<0,00008	<0,00008
D.S. N° 004-2017-MINAM	0,0001					

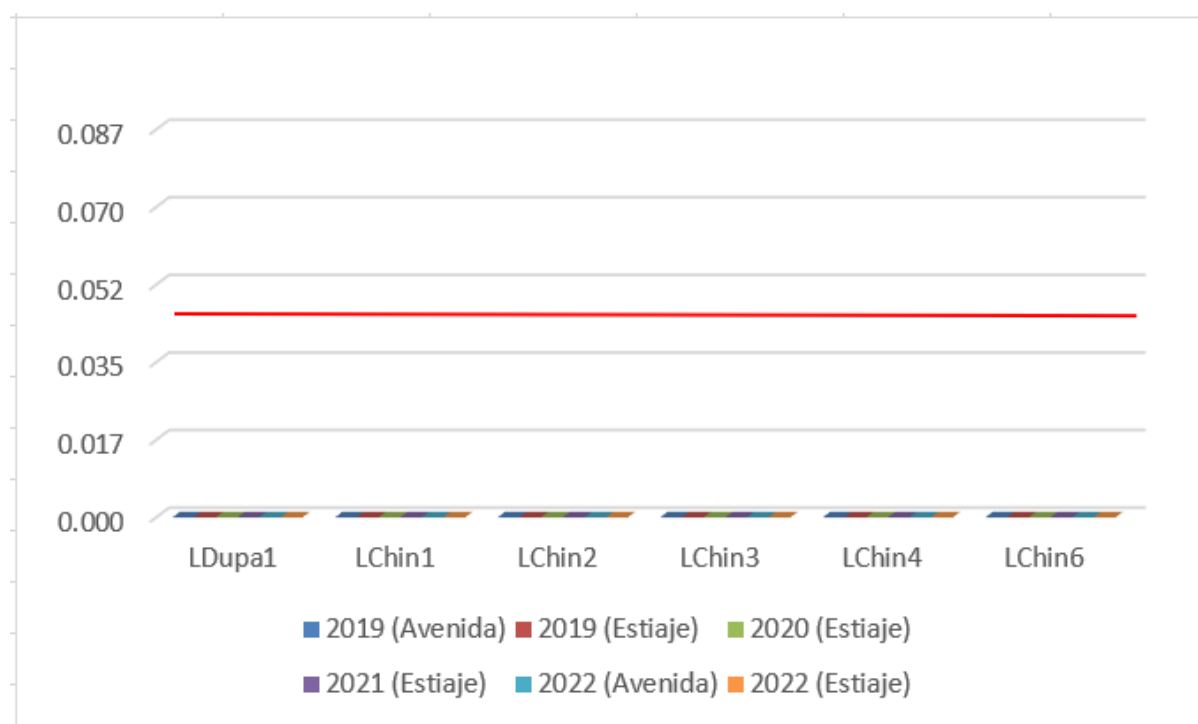
**Figura 13***Variación de Mercurio en los periodos 2019,2020,2021 y 2022*

*Nota.* Se muestra en la figura como varía el Hg entre los años 2019 (avenida) y 2022 (estiaje).

Todos los puntos de muestreo cumplen el ECA (0.0001 mg/L).

**Tabla 16***Resultados de Níquel en los periodos 2019,2020,2021 y 2022*

Estación de monitoreo	Níquel (mg/l)					
	2019 (Avenida)	2019 (Estiaje)	2020 (Estiaje)	2021 (Estiaje)	2022 (Avenida)	2022 (Estiaje)
LDupa1	<0,00078	<0,00078	<0,00078	<0,00078	<0,0006	<0,0006
LChin1	<0,00078	<0,00078	<0,00078	<0,00078	<0,0006	<0,0006
LChin2	<0,00078	<0,00078	<0,00078	<0,00078	<0,0006	<0,0006
LChin3	<0,00078	<0,00078	<0,00078	<0,00078	<0,0006	<0,0006
LChin4	<0,00078	<0,00078	<0,00078	<0,00078	<0,0006	<0,0006
LChin6	<0,00078	<0,00078	<0,00078	<0,00078	<0,0006	<0,0006
D.S. N° 004-2017-MINAM	0,052					

**Figura 14***Variación de Níquel en los periodos 2019,2020,2021 y 2022*

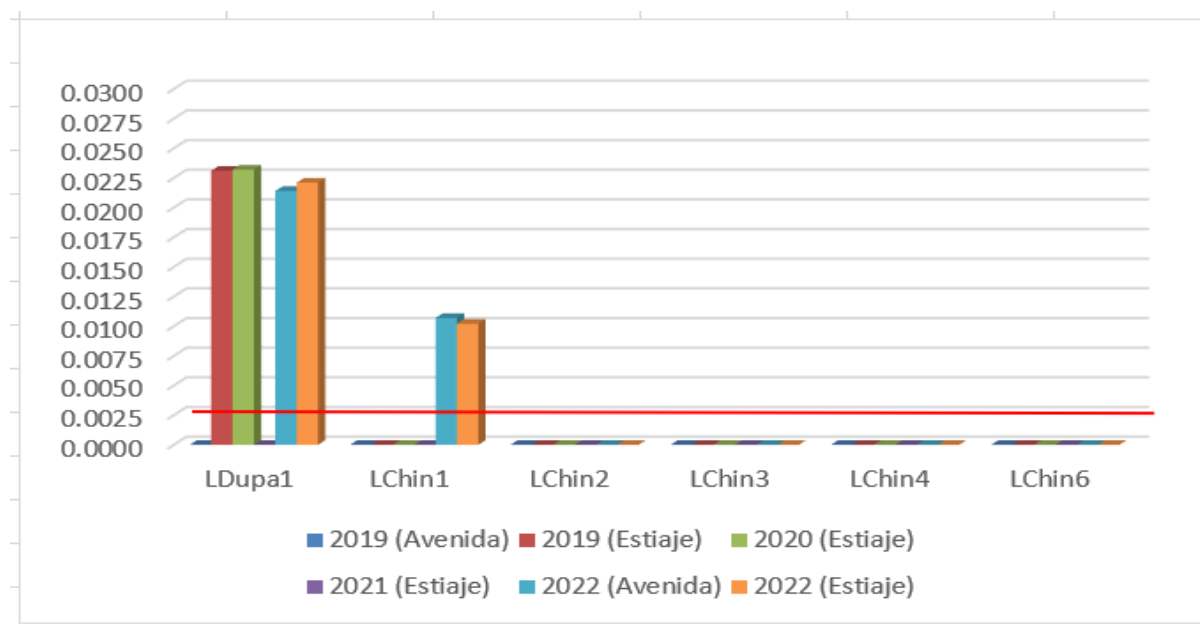
*Nota.* Se muestra en la figura como varía el Ni entre los años 2019 (avenida) y 2022 (estiaje).

Todos los puntos de muestreo cumplen el ECA (0.052 mg/L).

**Tabla 17***Resultados de Plomo en los periodos 2019,2020,2021 y 2022*

Estación de monitoreo	Plomo (mg/l)					
	2019 (Avenida)	2019 (Estiaje)	2020 (Estiaje)	2021 (Estiaje)	2022 (Avenida)	2022 (Estiaje)
LDupa1	<0,00059	<b>0,02310</b>	<b>0,02320</b>	<0,00059	<b>0,02140</b>	<b>0,02210</b>
LChin1	<0,00059	<0,00059	<0,00059	<0,00059	<b>0,01070</b>	<b>0,01020</b>
LChin2	<0,00059	<0,00059	<0,00059	<0,00059	<0,00059	<0,00059
LChin3	<0,00059	<0,00059	<0,00059	<0,00059	<0,00059	<0,00059
LChin4	<0,00059	<0,00059	<0,00059	<0,00059	<0,00059	<0,00059
LChin6	<0,00059	<0,00059	<0,00059	<0,00059	<0,00059	<0,00059
D.S. N° 004-2017-MINAM	0,0025					

*Nota.* Los valores en rojo son los que sobrepasan el ECA.

**Figura 15***Variación de Plomo en los periodos 2019,2020,2021 y 2022*

*Nota.* Se muestra en la figura como varía el Pb entre los años 2019 (avenida) y 2022 (estiaje).

En el punto LDupa1 excede el ECA en el año 2019 (estiaje), 2020 (estiaje) y 2022 en ambas temporadas, asimismo para el punto LChin1 en el año 2022. Los demás puntos si cumplen el ECA (0.025 mg/L).

**Tabla 18**

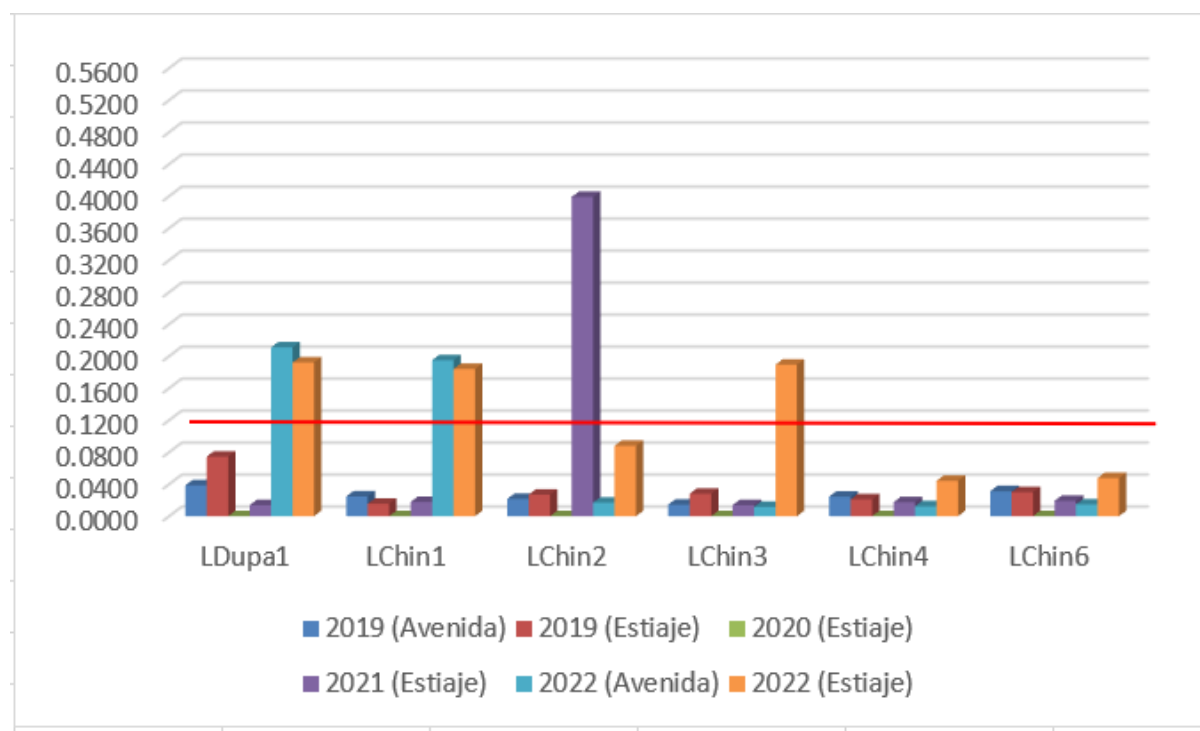
Resultados de zinc en los periodos 2019,2020,2021 y 2022

Estación de monitoreo	Zinc (mg/l)					
	2019 (Avenida)	2019 (Estiaje)	2020 (Estiaje)	2021 (Estiaje)	2022 (Avenida)	2022 (Estiaje)
LDupa1	0,0385	0,0745	<0,0080	0,0138	<b>0,2110</b>	<b>0,1920</b>
LChin1	0,0247	0,0155	<0,0080	0,0178	<b>0,1950</b>	<b>0,1840</b>
LChin2	0,0215	0,0270	<0,0080	<b>0,3990</b>	0,0169	0,0880
LChin3	0,0145	0,0280	<0,0080	0,0139	0,0117	<b>0,1894</b>
LChin4	0,0245	0,0210	<0,0080	0,0175	0,0123	0,0442
LChin6	0,0312	0,0300	<0,0080	0,0192	0,0147	0,0477
D.S. N° 004-2017-MINAM	0,12					

Nota. Los valores en rojo son los que sobrepasan el ECA.

**Figura 16**

Variación de Zinc en los periodos 2019,2020,2021 y 2022



Nota. Se muestra en la figura como varía el Zn entre los años 2019 (avenida) y 2022 (estiaje).

En 4 puntos no cumplen el ECA (0.12 mg/L) en los años 2021 (estiaje) y 2022 (ambas épocas).



### 2.6.3. Parámetros microbiológicos

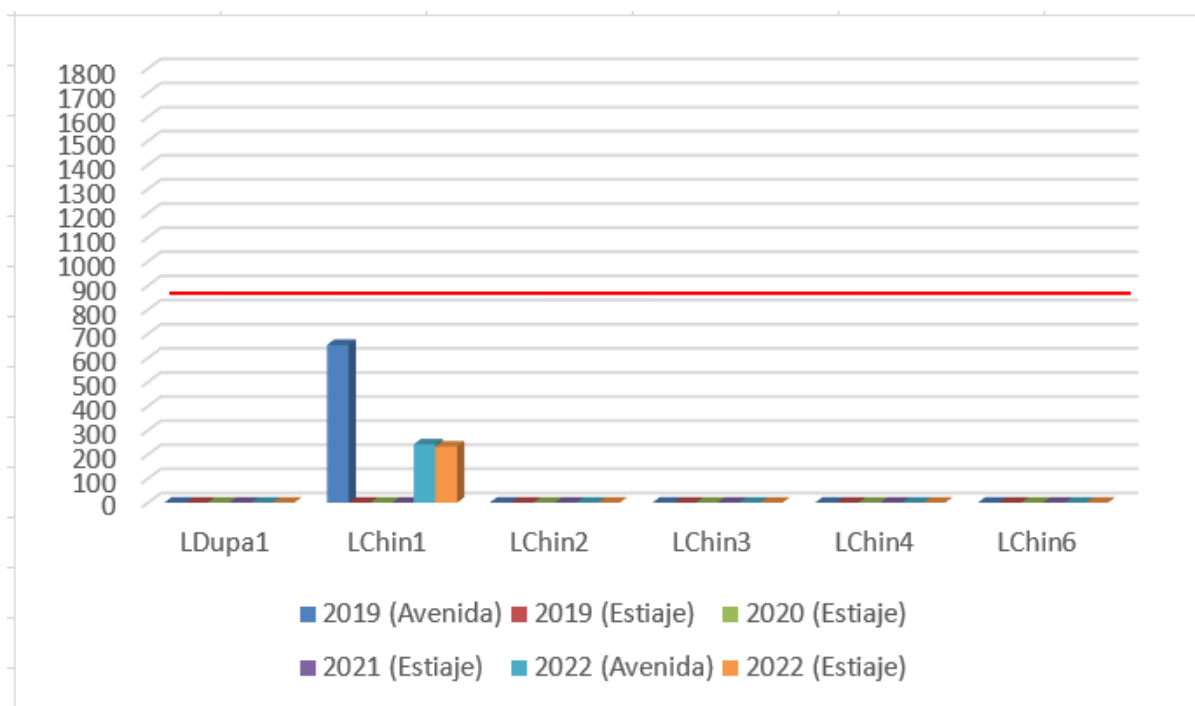
**Tabla 19**

*Resultados de Coliformes Termotolerantes en los periodos 2019,2020,2021 y 2022*

Coliformes Termotolerantes (NMP/100ml)						
Estación de monitoreo	2019 (Avenida)	2019 (Estiaje)	2020 (Estiaje)	2021 (Estiaje)	2022 (Avenida)	2022 (Estiaje)
LDupa1	<1,8	<1,8	<1,8	<1,8	<1,8	<1,8
LChin1	654	<1,8	<1,8	<1,8	242	233
LChin2	<1,8	<1,8	<1,8	<1,8	<1,8	<1,8
LChin3	<1,8	<1,8	<1,8	<1,8	<1,8	<1,8
LChin4	<1,8	<1,8	<1,8	<1,8	<1,8	<1,8
LChin6	<1,8	<1,8	<1,8	<1,8	<1,8	<1,8
D.S. N° 004-2017-MINAM			1000			

**Figura 17**

*Variación de Coliformes Termotolerantes en los periodos 2019,2020,2021 y 2022*



*Nota.* Se muestra en la figura como varía los Coliformes entre los años 2019 (avenida) y 2022 (estiaje). Todos los puntos de muestreo cumplen el ECA (1000 NMP/100ml)

## 2.7. Discusión de resultados

En la revisión de tesis de Lázaro (2024), realizado en la cuenca baja del río Lurín, donde sus resultados de análisis fisicoquímicos y ecotoxicológicas no están dentro del Estándar de Calidad Ambiental (ECA), categoría 3, subcategoría D1 y D2. La estación de monitoreo LU-05 tuvo un valor de Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO) de 29,4 mg/L, en la época seca y de Demanda Química de Oxígeno (DQO) un valor de 63,4 mg/L y 61,6 mg/L para la época seca y húmeda respectivamente, superando el ECA. Asimismo, para las concentraciones inorgánicas de P, Cu, Ni y Zn obtuvo los valores de 9,18;0,02;0,01 y 0,04 mg/L respectivamente que podrían haber sido influenciado en la medición de la ecotoxicidad, estos resultados se deben a que son influenciados por las descargas de efluentes de las Plantas de Tratamientos de Aguas residuales (PTAR) Julio C. Tello y San Bartolo. En el presente trabajo de investigación nuestros resultados no son positivos ya que los parámetros fisicoquímicos, inorgánicos y microbiológicos superan el ECA debido a las actividades mineras, vertimientos domésticos e industriales en la parte alta de la cuenca del río San Juan.

En la revisión de tesis de Condezo y Alarcón (2024), realizado en el río San Juan determina que los parámetros fisicoquímicos y microbiológicos superan el ECA producto de la actividad minera y sus vertimientos industriales como la empresa El Brocal S.A, Pan American Silver. Concluye que el potencial de hidrogeno (pH) supera el ECA, así como las altas concentraciones de cadmio, manganeso, mercurio y zinc. En nuestro trabajo de investigación se obtiene que el parámetro inorgánico

Plomo y Zinc sobrepasa el ECA, esto debido a la actividad minera presente en la zona de estudio.

En el trabajo de investigación se analizó los parámetros fisicoquímicos, inorgánicos y microbiológicos del agua del lago Chinchaycocha, el cual representa concentraciones altas que sobrepasan el ECA D.S N°004-2017 MINAM tales como el Nitrógeno Total y SST en cuanto a parámetros fisicoquímicos. Para los parámetros inorgánicos el Plomo y Zinc sobrepasan el ECA. Los resultados obtenidos son producto de la actividad minera, vertimientos domésticos y botaderos de residuos sólidos, lo cual ocasiona el deterioro de la calidad sanitaria y ambiental.

### III. APORTES MAS DESTACABLES A LA EMPRESA

Desde que vengo desempeñando el cargo de coordinador de monitoreo en la división de Medio Ambiente he hecho aportes significativos a la empresa que ha permitido optimizar tiempo para la entrega de datos a los clientes, mejoramiento de procedimientos de diversas matrices, así como acreditaciones de parámetros, los aportes más destacados son:

- Acreditación de parámetro Clorofila A en aguas de mar en el año 2019 realizado en la playa de Chorrillos en presencia del Instituto Nacional de Calidad (INACAL), esta acreditación ha permitido al laboratorio continuar el alcance en su acreditación de ensayos como laboratorio y así posicionarse en el mercado como el laboratorio con más ensayos acreditados por encima de su competencia.
- Implementación de formatos para la data cruda de las estaciones meteorológicas que graban en tiempo real en las diversas minas del Perú, donde estos formatos se procesan en promedios mínimos y máximos registrando cada hora la data de temperatura, presión, humedad relativa, esto permitió optimizar el tiempo y la entrega de información al área de Estudios Ambientales por parte de los analistas de campo.
- Mejoramiento en el cálculo de caudal por la metodología de Flotador, donde se hicieron pruebas en campo en los ríos Lurín y Mala ajustando los márgenes de error y así obtener una data más precisa de caudal. Esta mejora permite al área y personal de campo minimizar los márgenes de error obtenidos en campo.
- Acreditación de gases con equipos automáticos en calidad de aire ante INACAL como el monóxido de carbono (CO), ozono (O<sub>3</sub>), dióxido de nitrógeno (NO<sub>2</sub>), dióxido de azufre (SO<sub>2</sub>), sulfuro de hidrogeno (H<sub>2</sub>S) y mercurio gaseoso total. El aporte es importante ya que permite diversificar el alcance de acreditación y así la empresa brinde servicios acordes con las exigencias establecidas en las normativas nacionales e internacionales.

#### IV. CONCLUSIONES

- 4.1. Se concluye que los parámetros fisicoquímicos e inorgánicos del lago Chinchaycocha están sobrepasando el ECA en el año 2022 en los puntos de muestreo LDupa 1 y LChin1, donde son cuatro los parámetros más críticos, esto se debe a los impactos generados por la actividad minera, vertimiento de efluentes domésticos e industriales.
- 4.2. En el análisis de parámetros fisicoquímicos, inorgánicos y microbiológicos del lago Chinchaycocha en los años 2019,2020,2021 y 2022 el parámetro SST es el que sobrepasa el ECA en el punto LDupa1 en las épocas de avenida y estiaje del año 2022, el Nitrógeno Total en todos los puntos en las épocas de avenida y estiaje del año 2022. En cuantos a los parámetros inorgánicos el Plomo sobrepasa el ECA en los puntos LDupa1 y LChin1 en los años 2019,2020 y 2022 (avenida y estiaje) y el Zinc en los puntos LDupa1, LChi1, LChin2 y LChin3 en los años 2021 y 2022. Los parámetros microbiológicos cumplen el ECA en todos los puntos de los años 2019,2020,2021 y 2022.
- 4.3. Se realizó la comparación los resultados de los monitoreos históricos con el muestreo realizado en el año 2022, ayudando a la evaluación de la calidad de agua del lago Chinchaycocha.

## V. RECOMENDACIONES

- 5.1. Desarrollar programas de monitoreo priorizando las áreas donde los valores fisicoquímicos están sobrepasando el ECA y hacer seguimiento a las fiscalizaciones que se dan a las empresas mineras que operan en la parte alta de la cuenca del río San Juan.
- 5.2. Realizar periódicamente los monitoreos de los parámetros inorgánicos y microbiológicos de la calidad del agua del Lago Chinchaycocha y capacitar a la población sobre el manejo de fertilizantes y sus consecuencias.
- 5.3. Aplicar sistemas de tratamiento de aguas de origen doméstico como el tanque séptico, y esta pueda ser utilizada por la población local que no cuente con una red de alcantarillado y realizar un estudio socioambiental de la influencia de las aguas del río San Juan, ya que este es el principal aportante del lago Chinchaycocha.

## VI. REFERENCIAS

- Cesar, J., Elorza, F., Rodríguez, R., Iglesias, A. y Esenarro, D. (2023). Assessment of Water Resources Pollution Associated with mining Activities in the Parac Subbasin of the Rímac River. *Water* 2023, 15(5), 965. <https://doi.org/10.3390/w15050965>
- Condezo, J. y Alarcón, J. (2024). *Calidad del agua del río San Juan de acuerdo al D.S. N° 004-2017-MINAM aplicando el Arc Gis – Pasco, 2022*. [Tesis de pregrado, Universidad Nacional Daniel Alcides Carrión]. Repositorio Institucional UNDAC. <http://repositorio.undac.edu.pe/handle/undac/4378>
- Decreto Legislativo N° 997. Decreto Legislativo que aprueba la Ley de organización y funciones del Ministerio de Agricultura. (13 de marzo de 2008). Congreso de la República del Perú. <https://www.ana.gob.pe/normatividad/decreto-legislativo-no-997-0>
- Decreto Legislativo N° 1013. Decreto Legislativo que aprueba la Ley de creación, organización y funciones del Ministerio del Ambiente. (13 de mayo de 2008). Congreso de la República del Perú. <https://www.gob.pe/institucion/sernanp/normas-legales/4544726>
- Decreto Supremo N° 002-2008-MINAM. Decreto Supremo que aprueba los Estándares Nacionales de Calidad Ambiental para agua. (30 de julio de 2008). Ministerio del Ambiente. <https://www.minam.gob.pe/disposiciones/decreto-supremo-n-002-2008-minam/>

Decreto Supremo N° 004-2017-MINAM. Decreto Supremo que aprueba los Estándares de Calidad Ambiental (ECA) para Agua y establecen Disposiciones Complementarias. (06 de junio de 2017). Ministerio del Ambiente. <https://www.minam.gob.pe/disposiciones/decreto-supremo-n-004-2017-minam/>

Estrella, E. (2019). *Absorción de plomo y nitrógeno total, empleando humedales de lenteja de agua (Lemma minor) en la afluyente del Delta Upamayo – Lago Chinchaycocha 2019*. [Tesis de pregrado, Universidad Nacional Daniel Alcides Carrión]. Repositorio Institucional UNDAC. <http://repositorio.undac.edu.pe/handle/undac/2005>

Hernández, C. (2016). *Evaluación de la calidad del agua para consumo humano y propuesta de alternativas tendientes a su mejora, en la Comunidad de 4 millas de Matina, Limón*. [Tesis de pregrado, Universidad Nacional de Costa Rica]. Repositorio Institucional UNA. <https://repositorio.una.ac.cr/handle/11056/13212>

Lázaro, M. (2024). *Estudio fisicoquímico y ecotoxicológico de la calidad del agua en la cuenca baja del río Lurín*. [Tesis de pregrado, Universidad Nacional Agraria La Molina]. Repositorio Institucional UNALM. <https://repositorio.lamolina.edu.pe/handle/20.500.12996/6395>

Ley N.º29338. Ley de Recursos Hídricos. (23 de marzo de 2009). Congreso de la República del Perú. <https://www.minam.gob.pe/wp-content/uploads/2017/04/Ley-N%C2%B0-29338.pdf>



Ley N.º28611. Ley General del Ambiente. (15 de Octubre de 2005). Congreso de la República del Perú. <https://www.minam.gob.pe/wp-content/uploads/2017/04/Ley-N%C2%B0-28611.pdf>

Manrique, M. (2018). *Evaluación de los factores físico-químicos del agua de lago Chinchaycocha, Pasco-Junín*. [Tesis de maestría, Universidad Nacional Federico Villarreal]. Repositorio Institucional de la UNFV. <https://repositorio.unfv.edu.pe/handle/20.500.13084/2645>

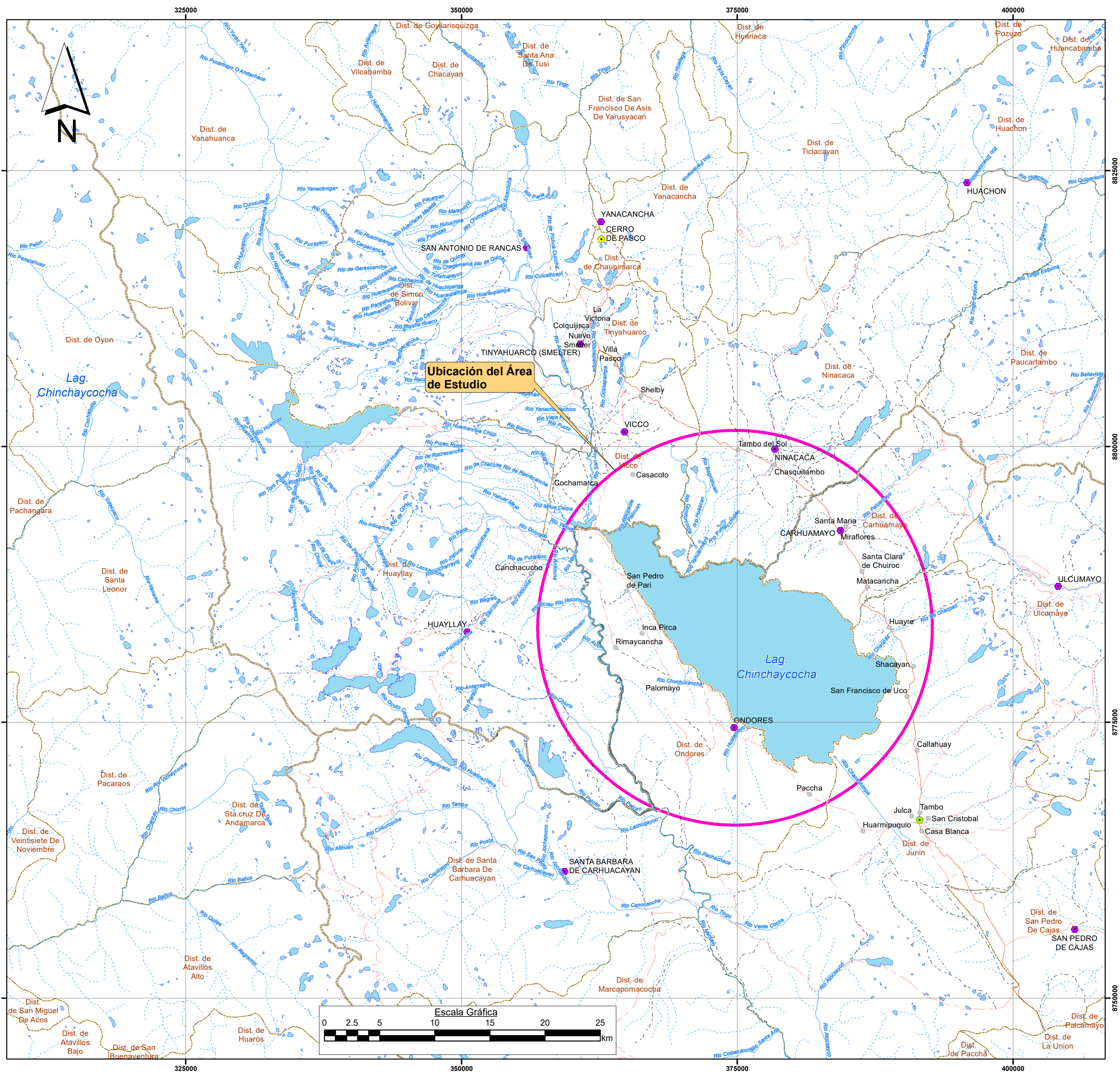
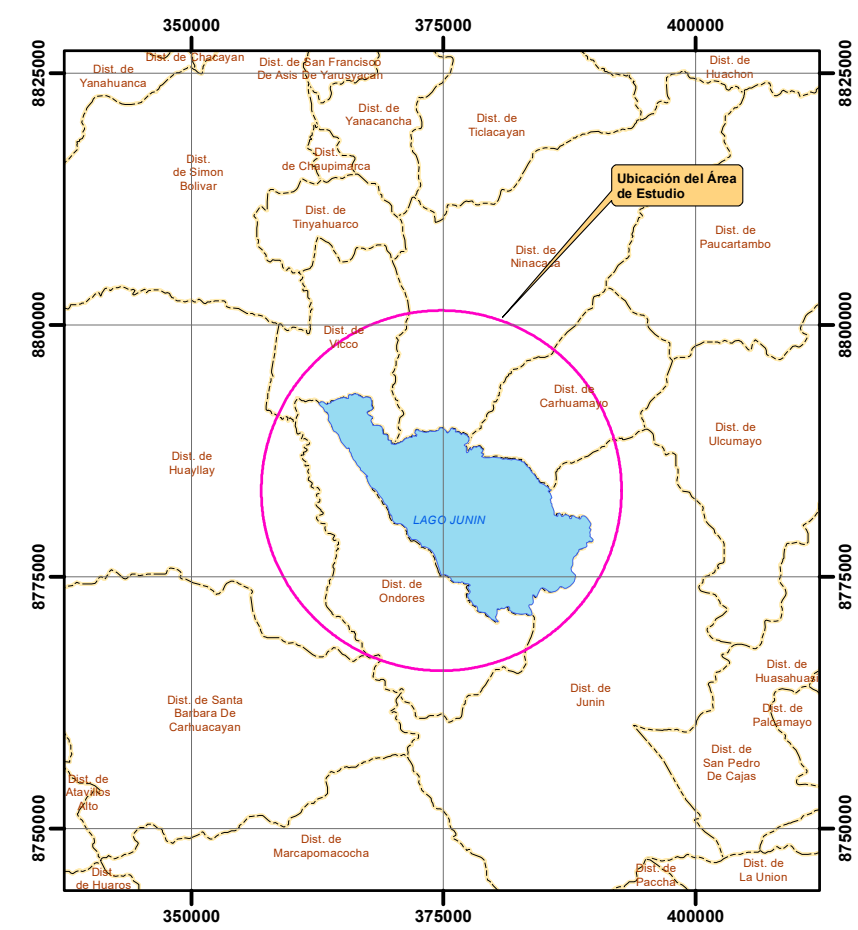
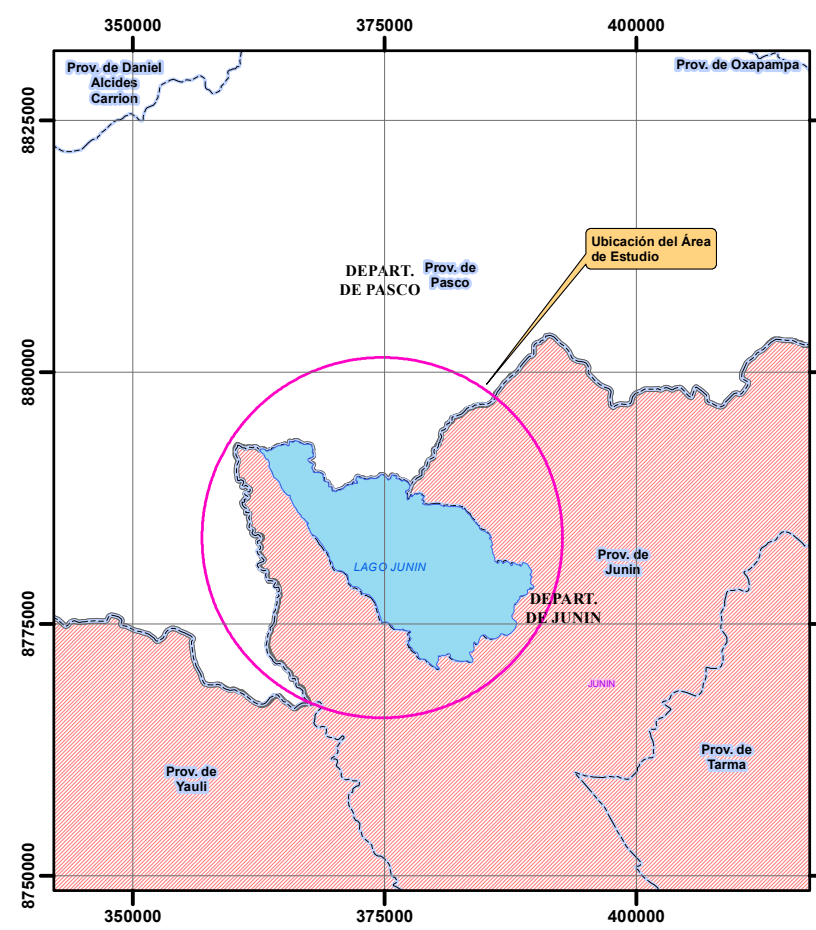
Resolución Jefatural N° 010-2016-ANA, Protocolo Nacional para el monitoreo de la calidad de los recursos hídricos superficiales. (11 de Enero de 2016). Autoridad Nacional del Agua. [https://www.ana.gob.pe/sites/default/files/normatividad/files/r.j.\\_010-2016-ana\\_0.pdf](https://www.ana.gob.pe/sites/default/files/normatividad/files/r.j._010-2016-ana_0.pdf)

Soto, K. (2022). *Propuesta de recuperación del Lago Chinchaycocha en el departamento de Junín, analizando tiempos de estiaje y avenida en los últimos ocho años*. [Tesis de pregrado, Universidad Privada del Norte]. Repositorio Institucional UPN. <https://repositorio.upn.edu.pe/handle/11537/31312>

## VII. ANEXO

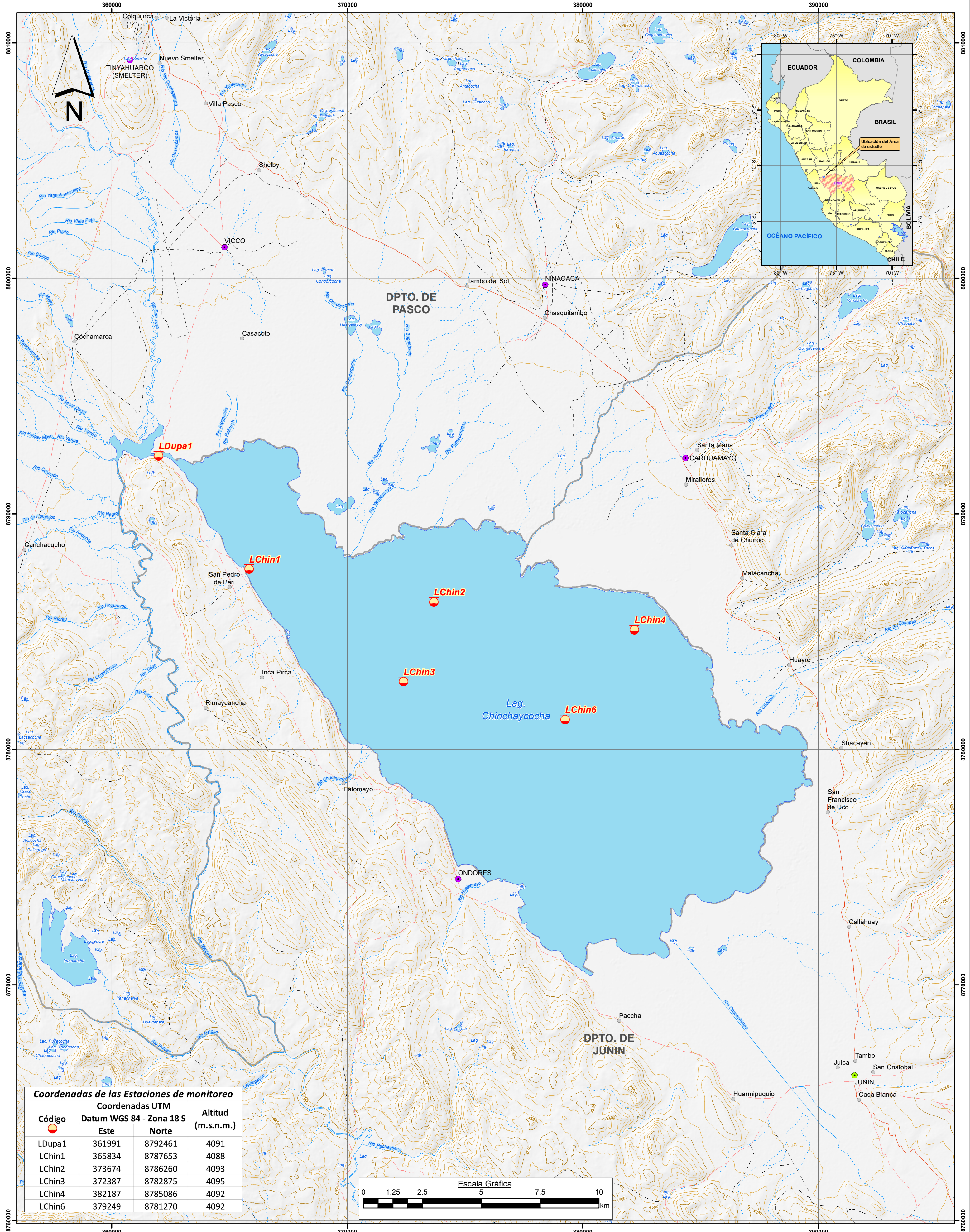
Anexo A Mapas





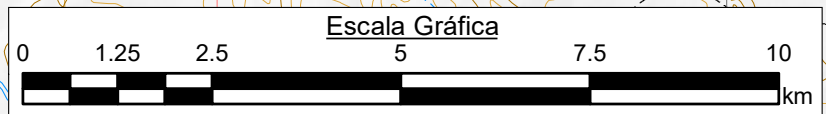
<b>Legenda:</b> <b>Capitales</b> <ul style="list-style-type: none"> <li><span style="color: yellow;">●</span> Capital departamental</li> <li><span style="color: purple;">●</span> Capital distrital</li> <li><span style="color: green;">●</span> Capital provincial</li> <li><span style="color: grey;">●</span> Centro poblado</li> </ul>		<b>Vias</b> <ul style="list-style-type: none"> <li><span style="color: grey;">---</span> Trocha carrozable</li> <li><span style="color: red;">---</span> Vía asfaltada</li> <li><span style="color: pink;">---</span> Vía sin asfaltar</li> </ul>		<b>Limites políticos</b> <ul style="list-style-type: none"> <li><span style="border: 1px solid black; display: inline-block; width: 10px; height: 10px;"></span> Distrito</li> <li><span style="border: 1px solid blue; display: inline-block; width: 10px; height: 10px;"></span> Provincia</li> <li><span style="border: 1px solid grey; display: inline-block; width: 10px; height: 10px;"></span> Departamento</li> </ul>	
<ul style="list-style-type: none"> <li><span style="color: blue;">~</span> Río</li> <li><span style="color: blue;">---</span> Quebrada</li> <li><span style="color: lightblue;">■</span> Lagos</li> </ul>		<b>NOTAS:</b> DATUM: WGS 84 Proyección: UTM - Zona 18 S Fuentes: Cartografía Base extraída del IGN, utilizando las cartas nacionales los cuadrángulos: 22 k (Cerro de Pasco) y 23 k (Ondores) Vías de acceso en base a la información de geodatos del MTC Centros poblados en base a la información del geoservidor "Sigma" del MINEDU, 2019			
<b>TÍTULO:</b> MONITOREO AMBIENTAL Y ANÁLISIS DE LA CONTAMINACIÓN DEL AGUA DEL LAGO CHINCHAYCOCHA, JUNÍN Informe de Suficiencia Profesional para optar el Título Profesional de Ingeniero Ambiental		<b>MAPA:</b> UBICACIÓN GENERAL DEL ÁREA DE ESTUDIO		<b>FACULTAD:</b> 	
<b>ELABORADO POR:</b> Bach. Mamaní Colquehuanca, Marcos Andres		<b>FUENTE:</b> IGN, MTC, MINUEDU, ANA		<b>MAPA N.º:</b> 01	
<b>REVISADO POR:</b> Dra. Esenarro Vargas, Doris		<b>ESCALA:</b> 1:250,000		<b>FECHA:</b> Julio, 2024	





**Coordenadas de las Estaciones de monitoreo**

Código	Coordenadas UTM Datum WGS 84 - Zona 18 S		Altitud (m.s.n.m.)
	Este	Norte	
LDupa1	361991	8792461	4091
LChin1	365834	8787653	4088
LChin2	373674	8786260	4093
LChin3	372387	8782875	4095
LChin4	382187	8785086	4092
LChin6	379249	8781270	4092



**Legenda:**

	Estación de monitoreo		Centro poblado		Vías
	Río		Capitales		Trocha carrozable
	Quebrada		Capital distrital		Vía asfaltada
	Lagos		Capital provincial		Vía sin asfaltar
	Curvas de nivel @250		Departamentos		
	Mayor				
	Menor				

**NOTAS:**  
 DATUM: WGS 84 Proyección: UTM - Zona 18 S  
 Fuentes: Cartografía Base extraída del IGN, utilizando las cartas nacionales los cuadrángulos: 22 k (Cerro de Pasco) y 23 k (Ondores)  
 Vías de acceso en base a la información de geodata del MTC  
 Centros poblados en base a la información del geoservidor "Sigmed" del MINEDU, 2019

**TÍTULO:** MONITOREO AMBIENTAL Y ANÁLISIS DE LA CONTAMINACIÓN DEL AGUA DEL LAGO CHINCHAYCOCHA, JUNÍN  
 Informe de Suficiencia Profesional para optar el Título Profesional de Ingeniero Ambiental

**MAPA:** UBICACIÓN DE LAS ESTACIONES DE MONITOREO

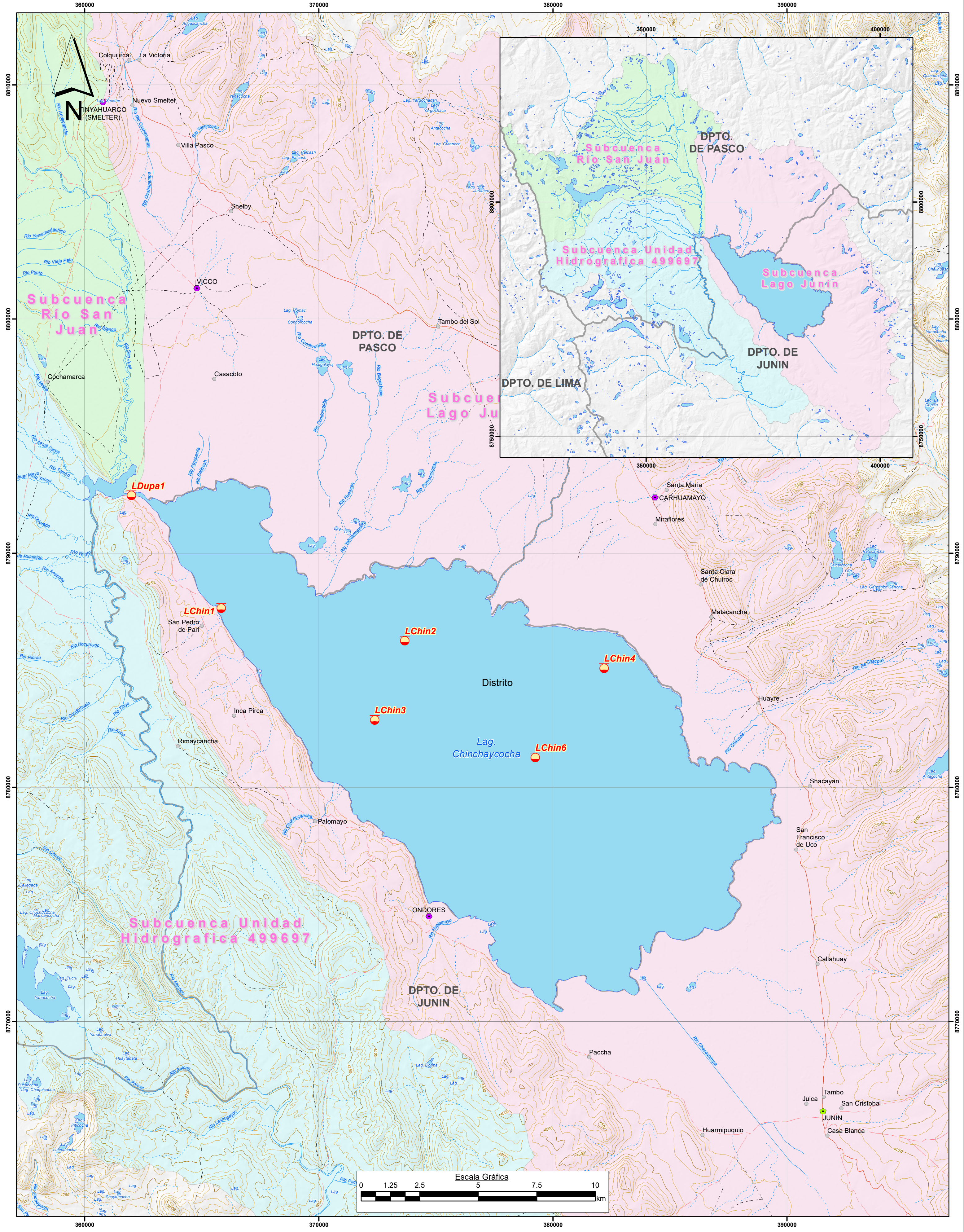
**ELABORADO POR:** Bach. Mamani Colquehuanca, Marcos Andres  
**FUENTE:** IGN, MTC, MINUEDU  
**REVISADO POR:** Dra. Esenarro Vargas, Doris  
**ESCALA:** 1:100,000  
**FECHA:** Julio, 2024

**MAPA N°:** 02

**Facultad:**

**Universidad Nacional Federico Villarreal**





**Legenda:**

Estación de monitoreo	Centro poblado	Vías	Subcuencas
Río	Capitales	Trocha carrozable	Lago Junín
Quebrada	Capital distrital	Vía asfaltada	Río San Juan
Lagos	Capital provincial	Vía sin asfaltar	Unidad Hidrografica 499697
Curvas de nivel @250	Departamentos		
Mayor			
Menor			

**NOTAS:**  
 DATUM: WGS 84 Proyección: UTM - Zona 18 S  
 Fuentes: Cartografía Base extraída del IGN, utilizando las cartas nacionales los cuadrángulos: 22 k (Cerro de Pasco) y 23 k (Ondores)  
 Vías de acceso en base a la información de geodata del MTC  
 Centros poblados en base a la información del geoservidor "Sigmed" del MINEDU, 2019

<b>TÍTULO:</b> MONITOREO AMBIENTAL Y ANÁLISIS DE LA CONTAMINACIÓN DEL AGUA DEL LAGO CHINCHAYCOCHA, JUNÍN Informe de Suficiencia Profesional para optar el Título Profesional de Ingeniero Ambiental		
<b>MAPA:</b> HIDROGRÁFICO		
<b>ELABORADO POR:</b> Bach. Mamani Colquehuanca, Marcos Andres	<b>FUENTE:</b> IGN, MTC, MINEDU, ANA	<b>FACULTAD:</b> 
<b>REVISADO POR:</b> Dra. Esenarro Vargas, Doris	<b>ESCALA:</b> 1:100,000	