

**UNIVERSIDAD NACIONAL DANIEL ALCIDES CARRIÓN**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA**  
**ESCUELA DE FORMACIÓN PROFESIONAL DE INGENIERÍA**  
**AMBIENTAL**



**T E S I S**

**Evaluación de la calidad de aguas del río San Juan antes de la  
confluencia con las aguas del Lago Chinchaycocha en cumplimiento  
de los estándares de calidad ambiental de agua, ubicado en el Distrito  
de Vicco de la Provincia de Pasco - 2022**

**Para optar el título profesional de:  
Ingeniero Ambiental**

**Autor: Bach. Chris Jimmy JIMENEZ HUALLPA**

**Asesor: Mg. Lucio ROJAS VITOR**

**Cerro de Pasco – Perú – 2023**

**UNIVERSIDAD NACIONAL DANIEL ALCIDES CARRIÓN**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA**  
**ESCUELA DE FORMACIÓN PROFESIONAL DE INGENIERÍA**  
**AMBIENTAL**



**T E S I S**

**Evaluación de la calidad de aguas del río San Juan antes de la  
confluencia con las aguas del Lago Chinchaycocha en cumplimiento  
de los estándares de calidad ambiental de agua, ubicado en el Distrito  
de Vicco de la Provincia de Pasco - 2022**

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

---

**Dr. Luis Alberto PACHECO PEÑA**  
**PRESIDENTE**

---

**Dr. Luis Villar REQUIS CARBAJAL**  
**MIEMBRO**

---

**Ing. Miguel Ángel BASUALDO BERNUY**  
**MIEMBRO**

## **DEDICATORIA**

A Dios, por darme vida, salud y sapiencia e  
iluminación en mi camino.

A mis padres y hermanos por su incondicional apoyo,  
amor y paciencia que siempre me han dado.

**Chris Jimmy JIMENEZ HUALLPA**

## **AGRADECIMIENTO**

A mis padres:

Por haberme brindado la oportunidad de concluir con mis propósitos y objetivos trazados en mi vida.

A mi universidad:

Quisiera agradecer a la Universidad Nacional Daniel Alcides Carrión por todo el conocimiento y experiencias impartidas para el desarrollo de mi profesión.

## RESUMEN

El conflicto producto al impacto generado por la mala calidad de aguas del Río San Juan confluente a las aguas de lago Chinchaycocha genero la afectación de tierra de las comunidades, afectación su calidad de agua de la Laguna Chinchaycocha lo cual hasta la actualidad sigue siendo un conflicto ambiental, por lo que es necesario evaluar esta calidad de agua que ingresa las aguas del río en la actualidad a fin de aportar con esta información.

El objetivo de la presente investigación es determinar la calidad de aguas del río San Juan antes de la confluencia con las aguas del Lago Chinchaycocha en cumplimiento de los estándares de calidad ambiental de agua, ubicado en el distrito de Vicco de la provincia de Pasco.

Finalizada la investigación se pudo evaluar la calidad de agua del río San Juan antes de la confluencia con las aguas del Lago Chinchaycocha no cumple con los estándares de calidad ambiental para agua ya que se evidencio en los metales de hierro, plomo, arsénico y cobre superan del estándar permitido en el río San Juan y en los metales de hierro, plomo, arsénico, manganeso y cobre en lago Junín o Chinchaycocha. La presencia de desmontes y relaves antiguos son arrastrados por el río San Juan y aun se va impactando la calidad de agua del río San Juan como se pudo evidencia la alta presencia de metales de hierro, plomo, arsénico y cobre superan del estándar de calidad ambiental para agua.

**Palabras claves:** Lago Junín o Chichaycocha, río San Juan, estándares de calidad ambiental, hierro, plomo, arsénico, manganeso y cobre.

## ABSTRACT

The conflict product of the impact generated by the poor water quality of the San Juan River confluent to the waters of Lake Chichaycocha generated the affectation of the land of the communities, affectation of the water quality of the Chinchaycocha Lagoon, which to this day continues to be a conflict. environment, so it is necessary to evaluate this quality of water that enters the waters of the river today in order to provide this information.

The objective of this research is to determine the water quality of the San Juan River before the confluence with the waters of Lake Chinchaycocha in compliance with environmental water quality standards, located in the Vicco district of the Pasco province.

Once the investigation was completed, it was possible to evaluate the water quality of the San Juan River before the confluence with the waters of Lake Chinchaycocha, which does not meet the environmental quality standards for water, since it was evidenced in the metals of iron, lead, arsenic and copper. of the standard allowed in the San Juan River and in the metals of iron, lead, arsenic, manganese and copper in Lake Junín or Chinchaycocha. The presence of old clearings and tailings are dragged by the San Juan River and the water quality of the San Juan River is still being impacted, as evidenced by the high presence of iron, lead, arsenic and copper metals that exceed the environmental quality standard for water.

**Keywords:** Lake Junín or Chichaycocha, San Juan River, environmental quality standards, iron, lead, arsenic, manganese and copper.

## INTRODUCCIÓN

En el estudio realizado nos permitirá tener información base de la calidad de aguas del río San Juan antes de la confluencia con las aguas de la laguna Chinchaycocha en cumplimiento de los estándares de calidad ambiental de agua, esta información permitirá informar si aún persiste la mala calidad de agua que ingresaba a las aguas de la Laguna Chinchaycocha.

La metodológicamente utilizada fue la toma de muestras de los parámetros físicos, químicos y microbiológicos a fin de evaluar la calidad de agua del río San Juan en cumplimiento del Decreto Supremo N° 004-2017-MINAM.

Nuestra presente investigación es de tipo descriptivo ya que con la información de parámetros físicos, químicos y microbiológicos se describirá la calidad de las aguas del río San Juan antes de la confluencia con las aguas del Lago Chinchaycocha en cumplimiento de los estándares de calidad ambiental de agua, ubicado en el distrito de Vicco de la provincia de Pasco. El nivel de investigación es descriptivo analítico, ya que describió y analizó dos variables, para determinar la calidad de aguas del Río San Juan antes de la Confluencia con las Aguas del Lago Chinchaycocha en cumplimiento de los Estándares de Calidad Ambiental de Agua, Ubicado en el Distrito de Vicco de la Provincia de Pasco

**El autor.**

## INDICE

DEDICATORIA	
AGRADECIMIENTO	
RESUMEN	
ABSTRACT	
INTRODUCCIÓN	
INDICE	

### CAPÍTULO I

#### PROBLEMA DE LA INVESTIGACIÓN

1.1.	Identificación y determinación del problema. ....	1
1.2.	Delimitación de la investigación. ....	5
1.3.	Formulación del problema de investigación. ....	5
1.3.1.	Problema Principal: ....	5
1.3.2.	Problemas Específicos: ....	6
1.4.	Formulación de objetivos. ....	6
1.4.1.	Objetivo General: ....	6
1.4.2.	Objetivos Específicos: ....	6
1.5.	Justificación de la investigación. ....	7
1.5.1.	Justificación Ambiental ....	7
1.5.2.	Justificación Social ....	7
1.5.3.	Justificación Metodológica ....	7
1.5.4.	Justificación Teórica ....	8
1.6.	Limitaciones de la investigación. ....	8

### CAPÍTULO II

#### MARCO TEÓRICO

2.1.	Antecedentes de estudio. ....	9
2.1.1.	Antecedentes Internacional. ....	9
2.1.2.	Antecedente a nivel nacional. ....	10
2.1.3.	Antecedentes a nivel local. ....	12
2.2.	Bases teóricas – científicas. ....	13

2.2.1.	Calidad de agua. ....	13
2.2.2.	Contaminación acuática.....	13
2.2.3.	Los Ríos.....	14
2.2.4.	Río San Juan. ....	14
2.2.5.	¿Qué es un Lago? .....	15
2.2.6.	Lago Chinchaycocha. ....	15
2.2.7.	¿Evaluación de calidad de agua? .....	16
2.2.8.	Indicadores físicos de la calidad del agua. ....	16
2.2.9.	Indicadores químicos de la calidad del agua. ....	17
2.2.10.	Indicadores microbiológicos de la calidad del agua. ....	18
2.2.11.	Normativa Peruana sobre la Calidad del Agua.....	18
2.3.	Definición de los términos.....	21
2.3.1.	Afluente. ....	21
2.3.2.	Agua Superficial.....	21
2.3.3.	Aguas residuales.....	21
2.3.4.	Calidad Ambiental.....	21
2.3.5.	Contaminación ambiental.....	22
2.3.6.	Metales pesados.....	22
2.3.7.	Estándar de Calidad.....	22
2.3.8.	Parámetros. ....	22
2.4.	Formulación de Hipótesis.....	22
2.4.1.	Hipótesis General. ....	22
2.4.2.	Hipótesis Específicos.....	23
2.5.	Identificación de las variables. ....	23
2.5.1.	Variable dependiente.....	23
2.5.2.	Variable independiente.....	23
2.6.	Definición operacional de variables e indicadores. ....	25

### **CAPÍTULO III**

#### **MÉTODOLOGÍA Y TÉCNICAS DE INVESTIGACIÓN**

3.1.	Tipo de investigación.....	26
3.2.	Nivel de la investigación. ....	26
3.3.	Método de investigación.....	27

3.4.	Diseño de la investigación .....	27
3.5.	Población y muestra.....	27
3.5.1.	Población.....	27
3.5.2.	Muestra .....	27
3.6.	Técnicas e instrumentos de recolección de datos. ....	28
3.6.1.	Técnicas.....	28
3.6.2.	Instrumentos.....	28
3.7.	Selección, validación y confiabilidad de los instrumentos de investigación....	28
3.8.	Técnicas de procesamientos y análisis de datos .....	29
3.9.	Tratamiento estadístico.....	29
3.10.	Orientación Etica filosófica y epistémica.....	29

## **CAPÍTULO IV**

### **RESULTADOS Y DISCUSIÓN**

4.1.	Descripción del trabajo de campo.....	30
4.1.1.	Ubicación de la zona de estudio .....	30
4.2.	Presentación, análisis e interpretación de resultados.....	32
4.2.1.	Confluencia de aguas del río San Juan y Lago Chinchaycocha .....	32
4.2.2.	Ubicación de Puntos de Monitoreo del río San Juan y al contorno del Lago Chinchaycocha.....	35
4.2.3.	Resultados de la Calidad de agua del río San Juan y al contorno del Lago Chinchaycocha.....	40
4.3.	Prueba de hipótesis .....	55
4.4.	Discusión de resultados .....	55

CONCLUSIONES

RECOMENDACIONES

REFERENCIA BIBLIOGRÁFICA

ANEXOS

## ÍNDICE DE MAPAS

Mapa 1. Ubicación de la zona de investigación en el distrito de vicco.....	31
Mapa 2. Ubicación de la zona de investigación en el distrito de vicco.....	39

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. ECA – Categoría 3: Riego de vegetales y bebida de animales. ....	19
Tabla 2.ECA – Categoría 3: Riego de vegetales y bebida de animales. ....	20
Tabla 3. Operacionabilidad de Variables e Indicadores. ....	25
Tabla 4. Identificación de puntos de monitoreo. ....	36
Tabla 5. Resultados de Parámetro Físico. ....	40
Tabla 6. Resultado de Parámetro Microbiológico. ....	44
Tabla 7. Resultados de Parámetro Químicos. ....	45

## ÍNDICE DE GRÁFICOS

Gráfico 1. Resultado del potencial hidrogeno (pH).....	41
Gráfico 2. Resultado de la conductividad eléctrica. ....	42
Gráfico 3. Resultado de los sólidos suspendidos totales. ....	43
Gráfico 4. Resultado de coliformes fecales. ....	44
Gráfico 5. Resultado de calcio (Ca) .....	49
Gráfico 6. Resultado de Arsénico (As).....	50
Gráfico 7. Resultado de Manganeseo (Mn) .....	51
Gráfico 8. Resultado de Hierro (Fe) .....	52
Gráfico 9. Resultado de Plomo (Pb).....	53
Gráfico 10. Resultado de Zinc (Zn).....	54

## ÍNDICE DE IMÁGENES

Imagen 1. Ubicación del punto de monitoreo P-1 río San Juan .....	36
Imagen 2. Monitoreo de agua en el P-1 río San Juan. ....	37
Imagen 3. Preservado de muestra en el P-1 río San Juan. ....	37
Imagen 4. Ubicación del punto de monitoreo P-2 cercano a la laguna Chinchaycocha. .....	38
Imagen 5. Monitoreo de agua en el P-2 cercano a la laguna Chinchaycocha .....	38
Imagen 6. Preservado de muestra en el P-2 cercano a la laguna Chinchaycocha. ....	39

## **CAPÍTULO I**

### **PROBLEMA DE LA INVESTIGACIÓN**

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

“Según el reportaje de Panorama, el lago recibe desde hace cuarenta años residuos de actividades formales. Estos (las mineras) han hecho riqueza en el Perú a costa del daño ambiental, a costa de la salud de los pobladores que se ubican en el circuito del lago Chinchaycocha. Han hecho dinero dañando el medio ambiente”, expresó Luis Alberto Solorzano, alcalde provincial de Junín. Junín tuvo la rana gigante y ya no existe. Desapareció hace 20 años, teníamos 157 variedades de aves de las que quedan solo 40 especies nomás. Ha habido un ecocidio lamentable, añadió Solorzano. Ante el hecho, Juan Narciso del Ministerio del Ambiente (Minam), señaló que las empresas que son responsables de hacer estas actividades, en los próximo dos años tienen que desarrollar las actividades que permitan eliminar el contaminante que llega al río San Juan y al lago Chinchaycocha” (Sociedad Peruana de Derecho Ambiental (SPDA), 2014).

“El lago de Junín o Chinchaycocha se ubica en la Pampa de Junín o Meseta de Bombón, sobre 4000 msnm, entre las provincias de Pasco y Junín.

Tiene una superficie aproximada de 53000 hectáreas y es el segundo lago en importancia del país. Tiene numerosos afluentes pequeños y su único efluente es el río Mantaro. El lago es una reserva nacional (1974) y sitio Ramsar (1997). Entre la biodiversidad del lago destaca el Zambullidor de Junín (*Podiceps Taczanowskii*), especie considerada en peligro de extinción. Es un conflicto histórico y originado a partir de la contaminación del río San Juan, por actividades mineras en Cerro de Pasco (hoy Volcán Cía. Minera) y Colquijirca (El Brocal), y el embalse de las aguas del Lago Junín (desde 1929) para la generación eléctrica (Electroandes y ElectroPerú) que provoca la inundación y contaminación de tierras de nueve comunidades y el desplazamiento de algunos pequeños poblados de las comunidades de Pari, Vicco y Cochamarca. La función de la represa Upamayo es almacenar agua del lago Chinchaycocha para asegurar la provisión del recurso necesario para generar energía en la época seca. El almacenamiento de agua requiere la elevación del nivel de agua en el lago durante varios meses al año. A causa del embalse, las aguas contaminadas del río San Juan ingresan al lago afectando su biodiversidad y las tierras de pastoreo, lo que motiva el reclamo de las comunidades. Una nueva etapa en el conflicto se iniciaría en la década de los noventa. En 1994 las comunidades campesinas afectadas de Pasco y Junín realizaron denuncias públicas sobre la situación ambiental del lago convocando a un grupo de congresistas y periodistas; esta acción fue promovida por el Comité de Defensa del Lago que daría origen al Frente Ecológico Alto Andino (Pasco y Junín). En 1996 el aumento en el nivel de la presa y la convocatoria a la privatización de la empresa Electroandes y concretada en julio del 2001, motivaron que las comunidades plantearan su reclamo frente a las inundaciones, ya que con la privatización se pensaba que se

iban a eludir los compromisos de compensaciones anteriores. Debemos sumar a ello otros factores como la constitución de la Comisión Ambiental Regional Andina Central (CAR) del CONAM y de CONACAMI en 1999, cuyas agendas incluían como tema central la problemática del lago Junín. Las comunidades recién se incorporarían al proceso de la CAR al constituirse el Grupo Técnico Multisectorial sobre el lago (diciembre, 2000). A partir del año 2000 las comunidades desarrollan una serie de actividades de sensibilización, movilización y organización. Destaca la Jornada por la Defensa del Lago Chinchayocha que moviliza a científicos, periodistas y comunidades de la zona (octubre, 2000), el paro regional y marcha pacífica en La Oroya (mayo, 2001), la constitución del Comité de Vigilancia Ambiental del Chinchayocha (septiembre, 2001) y en seguida acuerdan desembalsar el lago Junín (octubre, 2003) como medida de presión. En julio de 2001, las comunidades acordaron retirarse del Grupo Técnico del Lago Chinchayocha de la CAR argumentando y haber notado que se excluye a las comunidades de las decisiones y que no hay resultados concretos en la recuperación del lago?. Este último acuerdo se origina por diferencias respecto al monitoreo conjunto del nivel de embalse (mayo, 2001). En enero del 2002, el Congreso de la República declaró por ley en emergencia ambiental la Reserva Nacional de Junín, convocándose inmediatamente a la constitución de una Comisión Multisectorial Descentralizada encargada de elaborar y aprobar el Plan y Sistema de Gestión Ambiental Chinchayocha, el mismo que sería aprobado en diciembre dando lugar a la creación del Comité de Gestión Ambiental. Las comunidades afectadas participaron en este proceso con dos representantes, uno por Pasco y otro por Junín, y solicitaron la incorporación de aportes al plan y la participación

equitativa en el comité, que al no ser discutidos oportunamente por la CAR-CONAM, que consideraba (extemporáneos), originaría la realización de un paro regional de las comunidades afectadas del Lago Junín en mayo del 2003. En el paro regional las comunidades demandaban (soluciones inmediatas) a la contaminación minera y el embalse; esta acción implicó en la práctica un bloqueo de carretera durante los días 13 y 14 de mayo y la amenaza de desembalsar el lago. Como consecuencia del paro regional 24 comuneros y dirigentes fueron denunciados por los delitos de daños y peligro común en agravio del Estado. Posterior a la protesta de las comunidades, la CAR-CONAM elaboró una propuesta de modificación del Plan y Sistema de Gestión Ambiental Chinchaycocha, las que serían incorporadas en el R.S. 092-2004-PCM por el cual incluía en el Comité de Gestión Ambiental Chinchaycocha a un representante de cada una de las nueve comunidades ribereñas del lago, excluyendo la participación de organizaciones de segundo grado como el Comité de Defensa y Vigilancia del Lago o la CORECAMI Pasco. Finalmente, en abril de 2004 se instaló el Comité de Gestión en la comunidad de Vicco y el conflicto paso a una etapa pasiva. Recientemente en septiembre de 2008, la Comunidad de San Pedro de Pari realizó una toma de la represa de Upamayo como medida de protesta por la falta de solución a los problemas ocasionados por represar aguas contaminadas e inundar las tierras de las comunidades. La comunidad solicita compensación económica a las empresas hidroeléctricas por la inundación de sus campos de pastoreo, el uso de sus tierras para la instalación de la presa de Upamayo, sin pago de alquileres ni servidumbre. Solicitan que estas demandas sean atendidas a través de un Plan de Desarrollo Sostenible financiado por la empresa Electroandes. La comunidad tomó la represa de

Upamayo como medida de protesta para reclamar apoyo social de parte de las empresas hidroenergéticas Electroperú y Electroandes. La PCM intervino acordando convocar a una mesa de diálogo y devolviendo el control de la Laguna a la empresa Electroandes. Se instaló la mesa de diálogo el 20 de octubre y el 3 de noviembre se llevó a cabo la segunda reunión en la cual las partes no llegaron a un acuerdo, quedando pendiente una nueva reunión en fecha por definir” (Observatorio de Conflictos Mineros de América Latina, 2011).

Como se puede observar el conflicto producto al impacto generado por la mala Calidad de Aguas del Río San Juan confluida a las aguas de lago Chinchaycocha genero la afectación de tierra de las comunidades, afectación su calidad de agua de la Laguna Chinchaycocha lo cual hasta la actualidad sigue siendo un conflicto ambiental, por lo que es necesario evaluar esta calidad de agua que ingresa a las aguas del río en la actualidad a fin de aportar con esta información.

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

La investigación se realizó antes del ingreso de las aguas del río San Juan a las aguas del lago Chinchaycocha del distrito de Vicco de la Provincia de Pasco.

## **1.3. Formulación del problema de investigación.**

### **1.3.1. Problema Principal:**

**PG:** ¿Cuál es la calidad de aguas del rio San Juan antes de la confluencia con las aguas del Lago Chinchaycocha en cumplimiento de los estándares de calidad ambiental de agua, ubicado en el distrito de Vicco de la provincia de Pasco - 2022?

### **1.3.2. Problemas Específicos:**

**PE1:** ¿Cuál es la Calidad Física de las aguas del río San Juan antes de la confluencia con las aguas del Lago Chinchaycocha en cumplimiento de los estándares de calidad ambiental de agua, ubicado en el distrito de Vicco de la provincia de Pasco -2022?

**PE2:** ¿Cuál es la Calidad Química de las aguas del río San Juan antes de la confluencia con las aguas del Lago Chinchaycocha en cumplimiento de los estándares de calidad ambiental de agua, ubicado en el distrito de Vicco de la provincia de Pasco -2022?

**PE3:** ¿Cuál es la Calidad Microbiológica de las aguas del río San Juan antes de la confluencia con las aguas del Lago Chinchaycocha en cumplimiento de los estándares de calidad ambiental de agua, ubicado en el distrito de Vicco de la provincia de Pasco -2022?

## **1.4. Formulación de objetivos.**

### **1.4.1. Objetivo General:**

**OG:** Determinar la calidad de aguas del río San Juan antes de la confluencia con las aguas del Lago Chinchaycocha en cumplimiento de los estándares de calidad ambiental de agua, ubicado en el distrito de Vicco de la provincia de Pasco -2022.

### **1.4.2. Objetivos Específicos:**

**OE1:** Determinar la calidad física de las aguas del río San Juan antes de la confluencia con las aguas del Lago Chinchaycocha en cumplimiento de los estándares de calidad ambiental de agua, ubicado en el distrito de Vicco de la provincia de Pasco -2022.

**OE2: Determinar** la calidad química de las aguas del río San Juan antes de la confluencia con las aguas del Lago Chinchaycocha en cumplimiento de los estándares de calidad ambiental de agua, ubicado en el distrito de Vicco de la provincia de Pasco -2022.

**OE3:** Determinar la calidad microbiológica de las aguas del río San Juan antes de la confluencia con las aguas del Lago Chinchaycocha en cumplimiento de los estándares de calidad ambiental de agua, ubicado en el distrito de Vicco de la provincia de Pasco -2022.

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

### **1.5.1. Justificación Ambiental**

A la actividad minera desde los años 1950 en adelante arrojaban residuos mineros al río San Juan y posterior llega a parar al lago Chinchaycocha, lo cual estas aguas son impactadas negativamente producto a estos residuos mineros, lo cual la presente investigación es de gran importancia.

### **1.5.2. Justificación Social**

El presente estudio ayuda a informar a las poblaciones vecinas de la a calidad del agua del río San Juan, si estas aguas están cumpliendo con los estándares de calidad ambiental para agua del Decreto Supremo N° 004-2017-MINAM.

### **1.5.3. Justificación Metodológica**

La metodológica utilizada fue la toma de muestras de los parámetros físicos, químicos y microbiológicos a fin de evaluar la calidad de agua del río San Jua en cumplimiento del Decreto Supremo N° 004-2017-MINAM.

#### **1.5.4. Justificación Teórica**

En el estudio realizado nos permitirá tener información base de la calidad de aguas del río San Juan antes de la confluencia con las aguas de la laguna Chinchaycocha en cumplimiento de los estándares de calidad ambiental de agua, esta información permitirá informar si aún persiste la mala calidad de agua que ingresaba a las aguas de la Laguna Chinchaycocha.

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

La limitación para el estudio es que no tenemos información de años anteriores de monitoreo y análisis de calidad de agua en la zona de estudio, si tuviéramos esta información se haría una mejor interpretación.

## **CAPÍTULO II**

### **MARCO TEÓRICO**

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

##### **2.1.1. Antecedentes Internacional.**

**Leandro et al. (2010).** “Calidad del agua de los ríos de la microcuenca IV del río Virilla. En la evaluación de la calidad del agua de los cauces de los Ríos Tibás, Lajas, Tranqueras y Tures de la Microcuenca IV del Río Virilla se aplicaron dos índices basados en parámetros físicos, químicos y bacteriológicos con el fin de brindar recomendaciones para la gestión y el uso del recurso hídrico. Los índices aplicados fueron el Índice de Calidad de la Fundación Nacional de Sanidad de los Estados Unidos de América (ICAFNS) y el Índice del Sistema Holandés de Valoración de la Calidad del Agua. Se realizaron tres muestreos: en la época lluviosa en setiembre del 2004, transición lluviosa seca en diciembre del 2004 y en la época seca en febrero del 2005; en 7 puntos: uno ubicado en el Río Tranqueras, otro en el Río Lajas y cinco en el Río Tibás. También, se determinó cualitativamente la vulnerabilidad de los puntos de

muestreo. Se concluyó que en los puntos superiores la contaminación está asociada a la escorrentía superficial y en los inferiores a los efectos de fuentes de contaminación puntuales y no puntuales. Una adecuada gestión de la microcuenca debe incluir acciones de protección y conservación de suelos en los puntos superiores, mientras que en los inferiores se requieren acciones de remediación y posterior protección, particularmente un manejo adecuado de las aguas negras”.

**Miravet et al. (2016).** “Calidad de las aguas del río Ariguanabo según índices físico-químicos y bioindicadores. El índice de calidad de las aguas superficiales y el basado en la tolerancia de los macroinvertebrados arrojaron resultados muy similares caracterizando las aguas desde contaminadas hasta muy contaminadas para todos los puntos de muestreo del río Ariguanabo. Se destacan las bajas concentraciones de oxígeno disuelto provocadas por un alto nivel de estancamiento de la corriente, crecimiento desmedido de la vegetación acuática y una menor actividad fotosintética producto del alto grado de cubrimiento del bosque de galería. Aparecen valores de DQO y coliformes fecales fuera de norma, debido a la gran cantidad de aportes de aguas residuales, con altas concentraciones de materia orgánica de origen doméstico y porcino. En la fauna macroinvertebrada existe un predominio de familias con alta tolerancia a la contaminación fundamentalmente del orden Molusco”.

### **2.1.2. Antecedente a nivel nacional.**

**Beltrán et al. (2011).** “Calidad de agua de la bahía interior de Puno, lago Titicaca durante el verano del 2011. Con objetivo de evaluar la calidad acuática de la bahía interior de Puno, se establecieron 12 estaciones de muestreo

aleatoriamente, evaluadas mensualmente entre diciembre del 2010 a abril del 2011. Se determinaron parámetros fisicoquímicos utilizando las metodologías validadas de EPA y APHA, los nutrientes se determinaron mediante espectrofotometría. La temperatura, oxígeno disuelto, pH, fosfatos, nitratos y nitritos del agua indican que el área próxima a la salida de la laguna de estabilización de la ciudad (isla Espinar) es una zona crítica de contaminación en la bahía interior de Puno. Los valores de transparencia del agua fueron bajos. La conductividad eléctrica del agua registró valores elevados. Los valores de alcalinidad fueron altos (75 – 150 mg/L) y muy altos (>150 mg/L), indicando un alto contenido de carbonatos y bicarbonatos. La dureza total registrada indica aguas duras (121 – 180 mg/L) y muy duras (>180 mg/L). Las altas cantidades de coliformes fecales (*E. coli*) en aguas cercanas a la isla Espinar serian el resultado de las descargas de aguas residuales de la ciudad de Puno, sin un tratamiento adecuado”.

**Triveño (2016).** “Influencia del agua del río Mariño en la calidad del agua del río Pachachaca, Abancay 2016. El presente trabajo de investigación tuvo como objetivo general determinar en qué medida el agua contaminada del río Mariño, influye en la calidad del agua del río Pachachaca, Abancay 2016. El tipo de investigación fue aplicada. La muestra estuvo conformada por once parámetros: turbidez, sólidos totales disueltos, sólidos suspendidos totales, potencial de hidrogeno, conductividad, aceites y grasas, demanda bioquímica de oxígeno, demanda química de oxígeno, oxígeno disuelto, coliformes fecales y coliformes termotolerantes tomadas entre los meses de febrero, junio y setiembre 2016 en el río Mariño y río Pachachaca en tres puntos de muestreo en las coordenadas WGS84, PM1 (E 724070.920, N 8487595.010), PM2 (E

723981.000, N 8487603.000) y PM3 (E 723877.020, N 8487543.980) para determinar la calidad y su grado de influencia que tienen las aguas del río Mariño en el río Pachachaca. Llegando a la conclusión principal que las aguas del río Mariño, si influyen significativamente en las aguas del río Pachachaca, siendo los parámetros que afectan: la turbidez, sólidos totales disueltos, conductividad, aceites y grasas, demanda química de oxígeno, coliformes fecales y coliformes termotolerantes, según el estadístico de contrastación t de Student, también se encontraron algunos parámetros que exceden los límites máximos permisibles de los estándares de calidad ambiental para el agua”.

### **2.1.3. Antecedentes a nivel local.**

**Villarreal (2016).** “Calidad de Agua del Río San Juan, en el Departamento de Pasco, La presente tesis consiste en determinar la calidad del agua superficial del río San Juan; para lo cual se ha evaluado los monitoreos históricos proporcionados por la Dirección General de Salud Ambiental (DIGESA) durante los años 2001-2011 y también se ha realizado dos monitoreos como parte de la investigación tanto en época de avenida y en época de estiaje durante el año 2014. El objetivo general del presente trabajo radica en identificar a los elementos metálicos, físicos-químicos y microbiológicos, así como las posibles fuentes de contaminación que ocasionan la presencia de aquellos elementos, ante el desarrollo de las actividades mineras y las descargas de aguas residuales domésticas. La zona de estudio se ubica en los distritos de Simón bolívar, Tinyahuarco y Huaraucaca en el departamento de Pasco, a una altitud de 4380 m.s.n.m. Con la finalidad de evaluar la calidad del agua en la zona de estudio se monitorearon en seis estaciones de monitoreo de calidad de

agua a lo largo del río San Juan, las cuales fueron ubicadas por la Dirección General de Salud Ambiental (DIGESA), antes encargada de los monitoreos del agua. Los valores registrados en campo y laboratorio de los cuerpos de agua naturales fueron comparados con los valores establecidos en el Estándar de Calidad Ambiental (ECA), categoría 3: Riego para Vegetales y Bebida de Animales”.

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

### **2.2.1. Calidad de agua.**

“La disponibilidad de recursos hídricos está intrínsecamente ligada a la calidad del agua, ya que la contaminación de las fuentes de agua puede excluir diferentes usos. El aumento en los vertidos de aguas residuales sin tratar, junto con la escorrentía de tierras agrícolas y las aguas residuales industriales con tratamiento inadecuado, han llevado al deterioro de la calidad del agua en el mundo” (UNESCO, 2017).

### **2.2.2. Contaminación acuática.**

“La contaminación acuática es la acción y el efecto de incorporar materias o formas de energía o inducir condiciones en el sistema acuático que, de modo directo o indirecto, generan una alteración perjudicial de su calidad con respecto a los usos posteriores o a su función ecológica. Los arroyos cerca de las ciudades presentan evidentes signos de deterioro asociados principalmente a fuentes puntuales de contaminación (ej. efluentes de fábricas y de saneamiento o vertederos de residuos) -Figura 3-. Por otra parte, la contaminación difusa que se genera en la cuenca y llega al arroyo a través de escorrentía superficial y/o por sus afluentes, está relacionada con el uso de la tierra en la producción

agropecuaria y la forma actual en que se desarrollan actividades como turismo, minería y urbanización. La contaminación difusa puede producirse también en la ciudad cuando la lluvia arrastra combustibles, metales, materia orgánica, plásticos y otros contaminantes” (Aguas urbanas, 2018).

### **2.2.3. Los Ríos.**

“Los Ríos son corrientes de agua que nacen en las montañas y desembocan en un lago, en otro río o en el mar. La cantidad de agua que lleva un río se llama caudal y el caudal depende de la cantidad o escasez de lluvias o precipitaciones. El recorrido de un río, desde que nace en las montañas hasta su desembocadura, se llama cauce del río. En el curso de un río se pueden distinguir tres partes”. (Eduteka, 2020).

**Curso alto:** Es la parte más cerca de su nacimiento; lleva poca agua, pero corre por terrenos pendientes, arrastrando hojas, tierras y piedras.

**Curso medio:** Es la parte donde corren las aguas lentamente, porque los terrenos tienden a ser de llanura. En algunas partes por lo general, recibe el agua de otros ríos, llamados afluentes, con lo cual el caudal aumenta.

**Curso bajo:** En esta parte, las aguas desplazan y avanzan lentamente hasta llegar a su desembocadura.

### **2.2.4. Río San Juan.**

“Río San Juan (Río San Juan) es un/una corriente (class H - Hidrográfica) en Departamento de Pasco (Pasco), Perú (South América). Se encuentra a una altitud de 3,720 metros sobre el nivel del mar” (getamap, 2021).

### **2.2.5. ¿Qué es un Lago?**

“Un lago es una masa de agua continental superficial quieta, cuya superficie supera las 50 ha. Se depositan en depresiones sobre el terreno formando cuerpos de agua temporales” (Iuagua, 2019).

### **2.2.6. Lago Chinchaycocha.**

“El lago Chinchaycocha está situado en la Pampa de Junín o Meseta de Bombón, en la región Junín. Por su extensión (abarca 53 mil hectáreas) es el segundo lago más grande del Perú y por su altitud (4 100 m.s.n.m.) es considerado el más alto del mundo. Pese a estas características que motivarían a su conservación, este espejo de agua está muriendo debido a relaves mineros que contaminan sus aguas con plomo, zinc y cobre” (Sociedad Peruana de Derecho Ambiental (SPDA, 2014).

“El lago Junín o Chinchaycocha debería ser una de las joyas del sistema nacional de áreas naturales protegidas[i]. Además de ser el segundo mayor lago del Perú -y aparentemente el mayor lago del mundo a 4 080 msnm-, en él se encontraban cuatro especies endémicas, una de ellas de gran valor económico. Además, es un humedal reconocido internacionalmente. Pero, como diversas noticias recientes lo recuerdan, ese lago continúa siendo destruido, metódica e irremediablemente[ii]. De todos sus problemas, el peor desde mucho antes de 1975, cuando el lago fue reconocido como reserva nacional, es la contaminación por residuos de la explotación minera que son vertidos en las cuencas de los ríos que alimentan el lago, cuyas aguas son represadas antes de desaguar en el río Mantaro. La agonía del lago Junín es una muestra más de la prioridad brutal que

la Constitución y las leyes otorgan a la minería” (Sociedad Peruana de Derecho Ambiental (SPDA, 2020).

### **2.2.7. ¿Evaluación de calidad de agua?**

“La calidad del agua se puede también determinar por un número de análisis cuantitativos en el laboratorio, tales como pH, sólidos totales (TS), la conductividad y la contaminación microbiana. El pH es el valor que determina si una sustancia es ácida, neutra o básica, calculado el número de iones de hidrógeno presentes” (Lenntech, 2020).

### **2.2.8. Indicadores físicos de la calidad del agua.**

#### **2.2.8.1. Temperatura**

“La temperatura es un indicador en la calidad de agua muy importante ya que determinara el comportamiento microbiológico y de los demás componentes físicos presentes en el agua como son la conductividad eléctrica, el pH, el oxígeno disuelto, el incremento de la temperatura originara a la proliferación de hongos y el cambio de la flora acuática” (Cifuentes, 2004).

#### **2.2.8.2. Conductividad Eléctrica**

“En tanto a la conductividad eléctrica determina la concentración de las sales solubles en el agua y que estas se disuelven en los iones de carga positiva e iones de carga negativa las que conducen la electricidad dado el beneficio de este parámetro físico no implica que los demás parámetros estén por encima de los valores normales favoreciendo la estabilidad de las mismas” (Marco, 2014).

### **2.2.8.3. Sólidos Totales Disueltos**

“Estos sólidos totales disueltos en suspensión la mayor parte son ocasionados por la erosión de los suelos y que son partículas muy pequeñas que no se pueden separar y que son identificados objetivamente estos sólidos totales favorecen también la proliferación de plancton en el agua y afectan la calidad del agua ocasionando una reacción fisiológica desfavorable para el consumidor” (Marco, 2014).

### **2.2.8.4. pH o Índice de Hidrógeno.**

“El potencial de hidrogeniones (pH) es un valor que determina si el agua es acida, neutra o básica y estos valores están expresados que menores 7 indican que es una sustancia es acida y los valores de pH por encima de 7 indican que es básica, y neutra si el número de los átomos de hidrogeno y de oxidrilos son iguales(Ebbing,1990) el pH es un parámetro que mide la calidad de las aguas naturales como de las aguas residuales, la intensidad de las características acidas y básicas una solución bien dada por la acción del ion hidrogeno o pH” (Marco, 2014).

## **2.2.9. Indicadores químicos de la calidad del agua.**

### **2.2.9.1. Metales Totales.**

“Los metales totales expresan la fracción presente en solución y en las partículas suspendidas. En ningún caso las concentraciones de metales totales pueden ser menores a las concentraciones de metales disueltos” (Fernando Medina, 2009).

## **2.2.10 Indicadores microbiológicos de la calidad del agua.**

### **2.2.10.1 Coliformes totales (CT).**

“La denominación de los coliformes totales son bacterias que tienen características aeróbicas y anaeróbicas gran negativas no esporuladas de forma alargada que se desarrollan en colonias y son de rojo brillante metálico en un medio tipo Endo, tengan lactosa tras una incubación de 24 horas a 35C° que son indicadores de la calidad de agua para consumo humano” (Marco, 2014).

### **2.2.10.2. Coliformes termotolerantes.**

“Del mismo modo los coliformes fecales también denominados coliformes termotolerantes llamados así por que soportan temperaturas elevadas hasta los 45°C que son un grupo de microorganismos muy reducidos indicadores también de la calidad de agua ya que estas bacterias son de origen fecal y el cual encontramos a la Ecoli, klepsiella” (Marco, 2014).

## **2.2.11. Normativa Peruana sobre la Calidad del Agua.**

- Decreto Supremo N° 004-2017-MINAM “Estándar de Calidad Ambiental de Agua. Estos estándares son aplicables a los cuerpos de agua del territorio nacional en su estado natural y son obligatorios para el diseño de normas legales y las políticas públicas, siendo un referente obligatorio en el diseño y aplicación de todos los instrumentos de gestión ambiental”

- (Decreto Supremo N° 004-2017-MINAM). Estos estándares dividen a los cuerpos de agua en cuatro categorías:
  - Categoría 1 (Poblacional y Recreacional).
  - Categoría 2 (Actividades Marino Costeras).
  - Categoría 3 (Riego de Vegetales y Bebida de Animales).
  - Categoría 4 (Conservación del ambiente acuático).

Para nuestro caso usaremos la categoría 3 (Riego de Vegetales y Bebida de Animales).

**Tabla 1.**

*ECA – Categoría 3: Riego de vegetales y bebida de animales.*

Parámetros	Unidad de medida	D1: Riego de vegetales		D2: Bebida de animales
		Agua para riego no restringido (c)	Agua para riego restringido	Bebida de animales
<b>FISICOS- QUIMICOS</b>				
Aceites y Grasas	mg/L	5		10
Bicarbonatos	mg/L	518		**
Cianuro Wad	mg/L	0,1		0,1
Cloruros	mg/L	500		**
Color (b)	<u>Color verdadero</u> Escala Pt/Co	100 (a)		100 ( a )
Conductividad	( $\mu$ S/cm)	2 500		5 000
Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO <sub>5</sub> )	mg/L	15		15
Demanda Química de Oxígeno (DQO)	mg/L	40		40
Detergentes ( SAAM )	mg/L	0,2		0 , 5
Fenoles	mg/L	0,002		0,01
Fluoruros	mg/L	1		**
Nitratos (NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> -N) + Nitritos (NO <sub>2</sub> <sup>-</sup> - N )	mg/L	100		100
Nitritos (NO <sub>2</sub> <sup>-</sup> -N)	mg/L	10		10
Oxígeno Disuelto (valor mínimo)	mg/L	≥ 4		≥ 5
Potencial de Hidrógeno (pH)	Unidad de pH	6,5 – 8,5		6 ,5 – 8 , 4
Sulfatos	mg/L	1 000		1 000
Temperatura	°C	Δ 3		Δ 3
<b>INORGANICOS</b>				
Aluminio	mg/L	5		5

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

**Tabla 2.***ECA – Categoría 3: Riego de vegetales y bebida de animales.*

Parámetros	Unidad de medida	D1: Riego de vegetales		D2: Bebida de animales
		Agua para riego no restringido (c)	Agua para riego restringido	Bebida de animales
Arsénico	mg/L	0,1		0,2
Bario	mg/L	0,7		**
Berilio	mg/L	0,1		0,1
Boro	mg/L	1		5
Cadmio	mg/L	0,01		0,05
Cobre	mg/L	0,2		0,5
Cobalto	mg/L	0,05		1
Cromo Total	mg/L	0,1		1
Hierro	mg/L	5		**
Litio	mg/L	2,5		2,5
Magnesio	mg/L	**		250
Manganeso	mg/L	0,2		0,2
Mercurio	mg/L	0,001		0,01
Níquel	mg/L	0,2		1
Plomo	mg/L	0,05		0,05
Selenio	mg/L	0,02		0,05
Zinc	mg/L	2		24
<b>ORGÁNICO</b>				
<b><u>Bifenilos Policlorados</u></b>				
Bifenilos Policlorados (PCB)	µg/L	0,04		0,045
<b>PLAGUICIDAS</b>				
Paratión	µg/L	35		35
<b><u>Organoclorados</u></b>				
Aldrín	µg/L	0,004		0,7
Clordano	µg/L	0,006		7

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

(a) : Para aguas claras. Sin cambio anormal (para aguas que presentan coloración natural).

(b) : Después de filtración simple.

(c) : Para el riego de parques públicos, campos deportivos, áreas verdes y plantas ornamentales, sólo aplican los parámetros microbiológicos y parasitológicos del tipo de riego no restringido.

Δ 3: significa variación de 3 grados Celsius respecto al promedio mensual multianual del área evaluada.

## **2.3. Definición de los términos.**

### **2.3.1. Afluente.**

“El nombre general para el líquido que entra en un lugar o proceso, el efluente de un proceso es el afluente del siguiente” (Emapica, 2020).

### **2.3.2. Agua Superficial.**

“Término para describir las aguas pluviales que corren sobre la tierra (p.ej. no se infiltran en el terreno). El agua superficial, a diferencia del agua subterránea, no es generalmente segura para su consumo ya que acumula patógenos, metales, nutrientes, compuestos químicos y fluye sobre superficies contaminadas" (Emapica, 2020).

### **2.3.3. Aguas residuales.**

“Aguas cuyas características han sido modificadas por actividades antropogénicas, requieren de tratamiento previo y pueden ser vertidas a un cuerpo natural de agua o ser reutilizadas” (Minam, 2020).

### **2.3.4. Calidad Ambiental.**

“Condición de equilibrio natural que describe el conjunto de procesos geoquímicos, biológicos y físicos, y sus diversas y complejas interacciones, que tienen lugar a través del tiempo, en un determinado espacio geográfico. La calidad ambiental se puede ver impactada, positiva o negativamente, por la acción humana; poniéndose en riesgo la integridad del ambiente, así como la salud de las personas” (Minam, 2020).

### **2.3.5. Contaminación ambiental.**

“Acción y estado que resulta de la introducción por el hombre de contaminantes al ambiente por encima de las cantidades y/o concentraciones máximas permitidas tomando en consideración el carácter acumulativo o sinérgico de los contaminantes en el ambiente” (Minam, 2020).

### **2.3.6. Metales pesados.**

“El término metales pesados se refiere a metales con una densidad superior a 4,5 g/cm<sup>3</sup>, como plata, hierro, cobre, oro, plomo, cadmio, mercurio y similares. A medida que estos metales pesados se acumulan en el cuerpo humano, pueden provocar una intoxicación crónica a niveles graves” (Emapica, 2020).

### **2.3.7. Estándar de Calidad.**

Es el que reúne los requisitos mínimos en la calidad de agua (Resolución Jefatural 010-2016-ANA, 2016).

### **2.3.8. Parámetros.**

“Son aquellas características físicas, químicas y biológicas, de calidad del agua, que puede ser sometido a medición” (Resolución Jefatural 010-2016-ANA, 2016).

## **2.4. Formulación de Hipótesis.**

### **2.4.1. Hipótesis General.**

**HG:** La calidad de aguas del río San Juan antes de la confluencia con las aguas del Lago Chinchaycocha no cumple con los estándares de calidad

ambiental de agua, ubicado en el distrito de Vicco de la provincia de Pasco - 2022.

#### **2.4.2. Hipótesis Específicos.**

**HE1:** La Calidad Física de las aguas del río San Juan antes de la confluencia con las aguas del Lago Chinchaycocha cumple con los estándares de calidad ambiental de agua, ubicado en el distrito de Vicco de la provincia de Pasco - 2022.

**HE2:** La Calidad Química de las aguas del río San Juan antes de la confluencia con las aguas del Lago Chinchaycocha cumple con los estándares de calidad ambiental de agua, ubicado en el distrito de Vicco de la provincia de Pasco - 2022.

**HE3:** La Calidad Microbiológica de las aguas del río San Juan antes de la confluencia con las aguas del Lago Chinchaycocha cumple con los estándares de calidad ambiental de agua, ubicado en el distrito de Vicco de la provincia de Pasco -2022.

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

##### **2.5.1. Variable dependiente.**

Calidad de Agua del Río San Juan antes de la confluencia con las aguas del Lago Chinchaycocha.

##### **2.5.2. Variable independiente.**

Decreto Supremo N° 004-2017-MINAM

## 2.6. Definición operacional de variables e indicadores.

La operacional de variables e indicadores son las siguientes:

**Tabla 3.**

*Operacionabilidad de Variables e Indicadores.*

VARIABLE	DEFINICIÓN OPERACIONAL	DIMENSIONES	INDICADORES
<b>Variable Independiente</b>			
	<b>Decreto Supremo N° 004-2017-MINAM :</b>	<b>Dimensiones Independiente:</b>	
• Decreto Supremo N° 004-2017-MINAM	<p>“Decreto Supremo N° 004-2017-MINAM “Estándar de Calidad Ambiental de Agua. Estos estándares son aplicables a los cuerpos de agua del territorio nacional en su estado natural y son obligatorios para el diseño de normas legales y las políticas públicas, siendo un referente obligatorio en el diseño y aplicación de todos los instrumentos de gestión ambiental”</p>	<p>➤ Evaluar la calidad de agua de Río San Juan que confluye con las aguas del Lago Chinchaycocha.</p>	<p>➤ Parámetros físicos, químicos y biológicos, en cumplimiento el Decreto Supremo N° 004-2017-MINAM</p>
<b>Variable Dependiente</b>			
	<b>Calidad del agua</b>	<b>Dimensiones Dependiente:</b>	
• Calidad de Agua del Río San Juan antes de la confluencia con las aguas del Lago Chinchaycocha	<p>(UNESCO, 2017)            “La disponibilidad de recursos hídricos está intrínsecamente ligada a la calidad del agua, ya que la contaminación de las fuentes de agua puede excluir diferentes usos. El aumento en los vertidos de aguas residuales sin tratar, junto con la escorrentía de tierras agrícolas y las aguas residuales industriales con tratamiento inadecuado, han llevado al deterioro de la calidad del agua en el mundo”</p>	<p>➤ Evaluar los parámetros físicos, químicos y microbiológicos.</p>	

**Nota.** Fuente: El investigador.

## **CAPÍTULO III**

### **MÉTODOLOGÍA Y TÉCNICAS DE INVESTIGACIÓN**

#### **3.1. Tipo de investigación.**

Nuestra presente investigación fue de tipo descriptivo ya que con la información de parámetros físicos, químicos y microbiológicos se describirá la calidad de las aguas del río San Juan antes de la confluencia con las aguas del Lago Chinchaycocha en cumplimiento de los estándares de calidad ambiental de agua, ubicado en el distrito de Vicco de la provincia de Pasco.

#### **3.2. Nivel de la investigación.**

El nivel de investigación es descriptivo analítico, ya que describió y analizó dos variables, para determinar la calidad de aguas del Río San Juan antes de la Confluencia con las Aguas del Lago Chinchaycocha en cumplimiento de los Estándares de Calidad Ambiental de Agua, Ubicado en el Distrito de Vicco de la Provincia de Pasco

### **3.3. Método de investigación.**

#### **➤ Ubicación de la Zona de Estudio**

- Ubicación del área de la zona de estudio
- Identificación de los puntos de monitoreo

#### **➤ Evaluación en base al Decreto Supremo N° 004-2017-MINAM**

- Evaluar los estándares de calidad ambiental en bases al Decreto Supremo N° 004-2017-MINAM.

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

El estudio de investigación será transversal ya que se contempla el monitoreo y análisis en una sola fecha con lo cual se determinará la calidad de las aguas del río San Juan antes de la confluencia con las aguas del Lago Chinchaycocha.

### **3.5. Población y muestra.**

#### **3.5.1. Población.**

Nuestra población está comprendida por 532 km<sup>2</sup> lo cual está comprendido en el área de la confluencia del río San Juan y Lago Chinchaycocha.

#### **3.5.2. Muestra**

La muestra está comprendida por 2 puntos de monitoreo, de las cuales un punto en el río San Juan antes de la confluencia con el Lago Chinchaycocha y un punto después de la confluencia a 100 metros.

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

#### **3.6.1. Técnicas.**

**Identificación de puntos de monitoreo:** Identificación y georreferenciación de los 2 puntos de monitoreo.

**Monitoreo y Análisis:** Se realizó el monitoreo cumpliendo el protocolo de monitoreo en base a lo que detalla la Autoridad Nacional del Agua y el análisis se realizó con un laboratorio acreditado por INACAL.

#### **3.5.2. Instrumentos.**

- Fichas de recolección de información
- Dispositivo fotográfico
- GPS
- Instrumentos de monitoreo
- Multiparámetro

### **3.7. Selección, validación y confiabilidad de los instrumentos de investigación.**

- **Procedimiento de Selección.** Para la selección de la investigación se realizó producto a que en la actualidad no se tiene la evaluación de la calidad del agua del río San Juan con la interacción con el Lago Junín.
- **Procedimiento de validación.** La presente investigación será validada por el asesor de tesis.
- **Procedimiento de confiabilidad de los instrumentos de investigación.** La confianza del estudio será verificada por la unidad de investigación de la UNDAC.

### **3.8. Técnicas de procesamientos y análisis de datos**

- Ordenamiento
- Codificación de datos.
- Tabulación.
- Análisis e interpretación.

### **3.9. Tratamiento estadístico.**

Para el presente estudio se con datos obtenidos de las encuestas se procederá utilizando el software Excel.

### **3.10. Orientación Ética filosófica y epistémica.**

Nuestra investigación planteada se realizó desempeñando los compendios éticos y científicos de investigación y respetando los reglamentos de grados y títulos de la facultad de Ingeniería UNDAC.

## **CAPÍTULO IV**

### **RESULTADOS Y DISCUSIÓN**

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

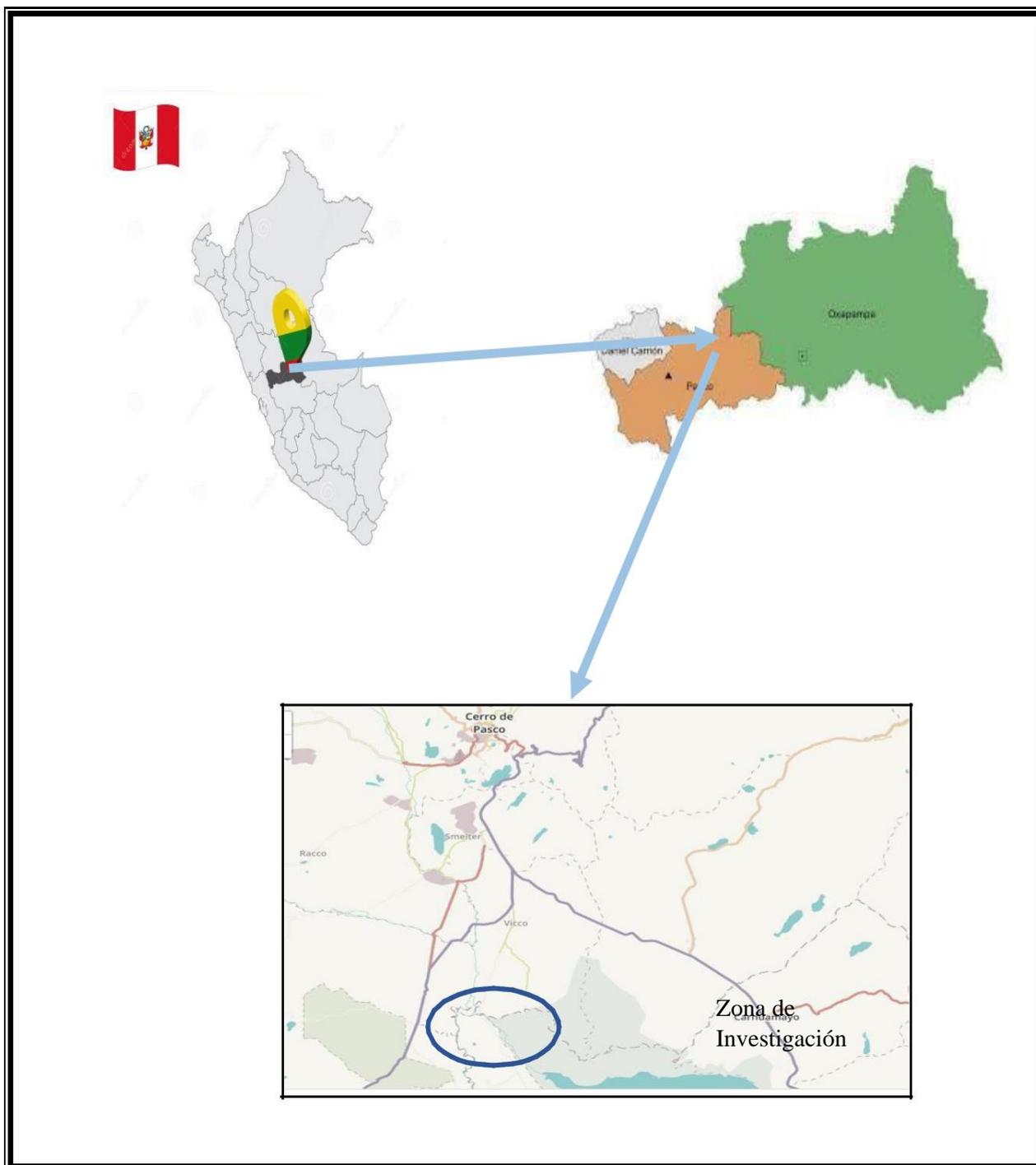
##### **4.1.1. Ubicación de la zona de estudio**

La evaluación de la calidad de aguas del río San Juan antes de la confluencia con las aguas del Lago Chinchaycocha se realizará específicamente cercano al lago de Chinchaycocha en la pampa de la Meseta de Bombón, sobre 4000 msnm en la provincia de Pasco distrito de Vicco.

La accesibilidad desde la ciudad de Cerro de Pasco es de 25.7 km por la vía carretera central, cruce Huayllay-Vicco, ciudad de Vicco y hacia la vía Vicco – represa Upamayo, asimismo desde la ciudad de Lima es mediante La Oroya-Cruce Huayllay 289 Km desde allí la misma vía anterior mencionada, la vía de acceso hasta la ciudad de Vicco es pavimentada y de Vicco hasta la zona de investigación es una vía afirmada.

**Mapa 1.**

*Ubicación de la zona de investigación en el distrito de Vicco.*



**Nota.** Fuente: *Elaboración Propia*

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

### **4.2.1. Confluencia de aguas del río San Juan y Lago Chinchaycocha**

Es bueno tener un poco de historia a fin de poder entender la investigación, el Río San Juan que nace en el tierras del distrito de Simón Bolívar recorre este distrito donde vierten sus aguas las empresas mineras Cerro SAC, Sociedad minera El Brocal, Aurex, empresas no metálicas como son las areneras y asimismo las poblaciones como son Cerro de Pasco, Yurajhuanca, Quiulacocha, Rancas, Sacrafamilia, Huaracaca lo cual afectando en su calidad de agua estas aguas llegan a parar al lago Junin o Chinchaycocha afectando en su calidad a continuación también presentamos información textual de la afectación de estos recursos hídricos:

“Es un conflicto histórico y originado a partir de la contaminación del río San Juan, por actividades mineras en Cerro de Pasco (hoy Volcán Cía. Minera) y Colquijirca (El Brocal), y el embalse de las aguas del Lago Junín (desde 1929) para la generación eléctrica (Electroandes y ElectroPerú) que provoca la inundación y contaminación de tierras de nueve comunidades y el desplazamiento de algunos pequeños poblados de las comunidades de Pari, Vicco y Cochamarca. La función de la represa Upamayo es almacenar agua del lago Chinchaycocha para asegurar la provisión del recurso necesario para generar energía en la época seca. El almacenamiento de agua requiere la elevación del nivel de agua en el lago durante varios meses al año. A causa del embalse, las aguas contaminadas del río San Juan ingresan al lago afectando su biodiversidad y las tierras de pastoreo, lo que motiva el reclamo de las comunidades. Una nueva etapa en el conflicto se iniciaría en la década de los

noventa. En 1994 las comunidades campesinas afectadas de Pasco y Junín realizaron denuncias públicas sobre la situación ambiental del lago convocando a un grupo de congresistas y periodistas; esta acción fue promovida por el Comité de Defensa del Lago que daría origen al Frente Ecológico Alto Andino (Pasco, Junín). En 1996 el aumento en el nivel de la presa y la convocatoria a la privatización de la empresa Electroandes (concretada en julio del 2001) motivaron que las comunidades plantearan su reclamo frente a las inundaciones, ya que con la privatización se pensaba que se iban a eludir los compromisos de compensaciones anteriores. Debemos sumar a ello otros factores como la constitución de la Comisión Ambiental Regional Andina Central (CAR) del CONAM y de CONACAMI en 1999, cuyas agendas incluían como tema central la problemática del lago Junín. Las comunidades recién se incorporarían al proceso de la CAR al constituirse el Grupo Técnico Multisectorial sobre el lago (diciembre, 2000). A partir del año 2000 las comunidades desarrollan una serie de actividades de sensibilización, movilización y organización. Destaca la Jornada por la Defensa del Lago Chinchayocha que moviliza a científicos, periodistas y comunidades de la zona (octubre, 2000), el paro regional y marcha pacífica en La Oroya (mayo, 2001), la constitución del Comité de Vigilancia Ambiental del Chinchaycocha (septiembre, 2001) y en seguida acuerdan desembalsar el lago Junín (octubre, 2003) como medida de presión. En julio de 2001, las comunidades acordaron retirarse del Grupo Técnico del Lago Chinchayocha de la CAR argumentando haber notado que se excluye a las comunidades de las decisiones y que no hay resultados concretos en la recuperación del lago. Este último acuerdo se origina por diferencias respecto al monitoreo conjunto del nivel de embalse (mayo, 2001). En enero del 2002, el

Congreso de la República declaró por ley en emergencia ambiental la Reserva Nacional de Junín, convocándose inmediatamente a la constitución de una Comisión Multisectorial Descentralizada encargada de elaborar y aprobar el Plan y Sistema de Gestión Ambiental Chinchaycocha, el mismo que sería aprobado en diciembre dando lugar a la creación del Comité de Gestión Ambiental. Las comunidades afectadas participaron en este proceso con dos representantes, uno por Pasco y otro por Junín, y solicitaron la incorporación de aportes al plan y la participación equitativa en el comité, que al no ser discutidos oportunamente por la CAR-CONAM, que consideraba extemporáneos, originaría la realización de un paro regional de las comunidades afectadas del Lago Junín en mayo del 2003. En el paro regional las comunidades demandaban soluciones inmediatas a la contaminación minera y el embalse; esta acción implicó en la práctica un bloqueo de carretera durante los días 13 y 14 de mayo y la amenaza de desembalsar el lago. Como consecuencia del paro regional 24 comuneros y dirigentes fueron denunciados por los delitos de daños y peligro común en agravio del Estado. Posterior a la protesta de las comunidades, la CAR-CONAM elaboró una propuesta de modificación del Plan y Sistema de Gestión Ambiental Chinchaycocha, las que serían incorporadas en el R.S. 092-2004-PCM por el cual incluía en el Comité de Gestión Ambiental Chinchaycocha a un representante de cada una de las nueve comunidades ribereñas del lago, excluyendo la participación de organizaciones de segundo grado como el Comité de Defensa y Vigilancia del Lago o la CORECAMI Pasco. Finalmente, en abril de 2004 se instaló el Comité de Gestión en la comunidad de Vicco y el conflicto paso a una etapa pasiva. Recientemente en septiembre de 2008, la Comunidad de San Pedro de Pari realizó una toma de la

represa de Upamayo como medida de protesta por la falta de solución a los problemas ocasionados por represar aguas contaminadas e inundar las tierras de las comunidades. La comunidad solicita compensación económica a las empresas hidroeléctricas por la inundación de sus campos de pastoreo, el uso de sus tierras para la instalación de la presa de Upamayo, sin pago de alquileres ni servidumbre. Solicitan que estas demandas sean atendidas a través de un Plan de Desarrollo Sostenible financiado por la empresa Electroandes. La comunidad tomó la represa de Upamayo como medida de protesta para reclamar apoyo social de parte de las empresas hidroenergéticas Electroperú y Electroandes. La PCM intervino acordando convocar a una mesa de diálogo y devolviendo el control de la Laguna a la empresa Electroandes. Se instaló la mesa de diálogo el 20 de octubre y el 3 de noviembre se llevó a cabo la segunda reunión en la cual las partes no llegaron a un acuerdo, quedando pendiente una nueva reunión en fecha por definir” (Observatorio de Conflictos Mineros de América Latina, 2008).

#### **4.2.2. Ubicación de Puntos de Monitoreo del río San Juan y al contorno del Lago Chinchaycocha.**

Para nuestra investigación se realizó el monitoreo el 14 de octubre del 2022 y allí se pudo identificar dos puntos de monitoreo uno en el río San Juan y el siguiente en después del 400 metro de la confluencia de río San Juan con el ingreso hacia el Lago Junín o Chinchaycocha lo cual podemos observar en la siguiente tabla e imágenes.

**Tabla 4.**

*Identificación de puntos de monitoreo.*

Punto de identificación	Descripción del punto de monitoreo	Coordenadas en UTM Datum WGS-1984	
		ESTE	NORTE
P-1	Río San Juan	361724.00	8792966.00
P-2	Lago Chinchaycocha	361977.00	8792472.00

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

Detallamos a continuación las imágenes de las actividades de campo realizados en los puntos de monitoreo:

**Imagen 1.**

*Ubicación del punto de monitoreo P-1 rio San Juan*



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

**Imagen 2.**

*Monitoreo de agua en el P-1 rio San Juan.*



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

**Imagen 3.**

*Preservado de muestra en el P-1 rio San Juan.*



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

**Imagen 4.**

*Ubicación del punto de monitoreo P-2 cercano a la laguna Chinchaycocha.*



*Nota. Fuente: Elaboración propia.*

**Imagen 5.**

*Monitoreo de agua en el P-2 cercano a la laguna Chinchaycocha*



*Nota. Fuente: Elaboración propia.*

## Imagen 6.

*Preservado de muestra en el P-2 cercano a la laguna Chinchaycocha.*



**Nota.** Fuente: Elaboración propia.

Asimismo, adjuntamos el mapa de ubicación de los puntos de monitoreo y a más detalle en el anexo N° 03:

## Mapa 2.

*Ubicación de la zona de investigación en el distrito de Vicco*



**Nota.** Fuente: Elaboración propia.

### 4.2.3. Resultados de la Calidad de agua del río San Juan y al contorno del Lago Chinchaycocha.

Para el análisis de los resultados se tiene los valores otorgados por el laboratorio acreditado por INACAL, para más detalle adjuntamos los resultados en el Anexo N° 01 y detallamos los resultados a continuación:

#### 4.2.3.1. Resultados del parámetro físico de la Calidad de agua del río San Juan y al contorno del Lago Chinchaycocha.

**Tabla 5.**

*Resultados de Parámetro Físico.*

PARÁMETRO		NORMATIVA	P-1 Río San Juan	P-2 Lago Chinchaycocha
pH		<b>Resultado</b>	<b>7.38</b>	<b>7.76</b>
		DECRETO SUPREMO N° 004-2017-MINAM CATEGORÍA III	6.0-9.0	6.0-9.0
Conductividad	mg/l	<b>Resultado</b>	<b>954</b>	<b>1,002</b>
		DECRETO SUPREMO N° 004-2017-MINAM CATEGORÍA III	2,000.0	2,000.0
Sólidos suspendidos	mg/l	<b>Resultado</b>	<b>173.8</b>	<b>2,011</b>
<b>totales (TSS)</b>		DECRETO SUPREMO N° 004-2017-MINAM CATEGORÍA III	0.050	0.050

**Nota.** Fuente: Servicios analíticos generales.

### Gráfico 1.

Resultado del potencial hidrogeno (pH)



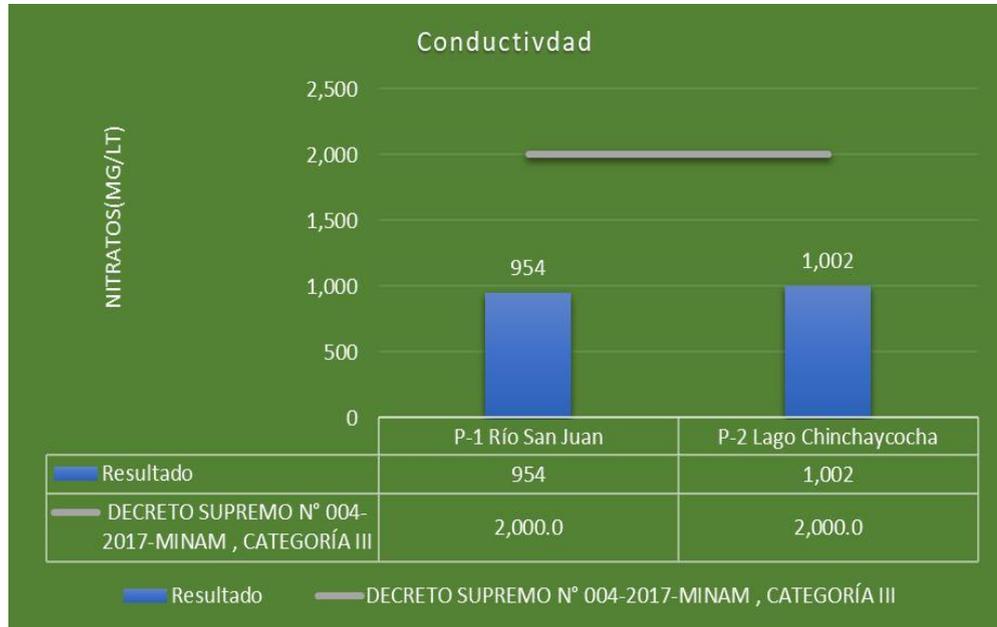
**Nota.** Fuente: Elaboración propia.

### Interpretación del parámetro potencial de hidrogeno (pH) en P-1 y P-2.

Para la evaluación tomaremos como referencia la normativa D.S-004-2017 MINAM (Estándar de Calidad Ambiental para agua en su Categoría III), para el parámetro físico que es el potencial de hidrogeno (pH) el estándar permitido es de 6 – 9; evaluando los resultados en la tabla N° 04 y grafico N° 01, de donde se tiene la evaluación de dos puntos de monitoreo que es el P-1 (Río San Juan) y P-2 (Lago Chinchaycocha) teniendo como resultado en estos puntos 7.38 y 7.76 respectivamente donde como evaluación podemos mencionar que en ambas estaciones se encuentra cumpliendo el D.S-004-2017 MINAM para el parámetro pH.

## Gráfico 2.

Resultado de la conductividad eléctrica.



**Nota.** Fuente: Elaboración propia

### Interpretación del parámetro conductividad eléctrica en P-1 y P-2

Para la evaluación tomaremos como referencia la normativa D.S-004-2017 MINAM (Estándar de Calidad Ambiental para agua en su Categoría III), para el parámetro físico que es la conductividad el estándar permitido es de 2000  $\mu\text{S}/\text{cm}$  evaluando los resultados en la tabla N° 04 y grafico N° 02, de donde se tiene la evaluación de dos puntos de monitoreo que es el P-1 (Río San Juan) y P-2 (Lago

Chinchaycocha) teniendo como resultado en estos puntos 954  $\mu\text{S}/\text{cm}$  y 1002  $\mu\text{S}/\text{cm}$  respectivamente donde como evaluación podemos mencionar que en ambas estaciones se encuentra cumpliendo el D.S-004-2017 MINAM para

el conductividad, pero se evidencia que representa alta conductividad por lo cual podría tener gran presencia de metales disueltos.

**Gráfico 3.**

*Resultado de los sólidos suspendidos totales.*



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

**Interpretación del parámetro sólidos suspendidos totales en P-1 y P-2**

Para la evaluación tomaremos como referencia la normativa D.S-004-2017 MINAM (Estándar de Calidad Ambiental para agua en su Categoría III), para el parámetro físico que es el estándar no menciona un estándar permitido pero evaluando los resultados en la tabla N° 04 y grafico N° 03, de donde se tiene la evaluación de dos puntos de monitoreo que es el P-1 (Río San Juan) y P-2 (Lago Chinchaycocha) teniendo como resultado en estos puntos 173.8 mg/l y 2011.0 mg/l respectivamente donde como evaluación podemos mencionar que en la estación P-2 lago Chinchaycocha se tiene buena presencia de solidos suspendidos totales esto se debería al arrastre de la temporada de lluvias que se estuviera dando en estas fechas.

**4.2.3.2. Resultados del parámetro microbiológico de la Calidad de agua del río San Juan y al contorno del Lago Chinchaycocha.**

**Tabla 6.**

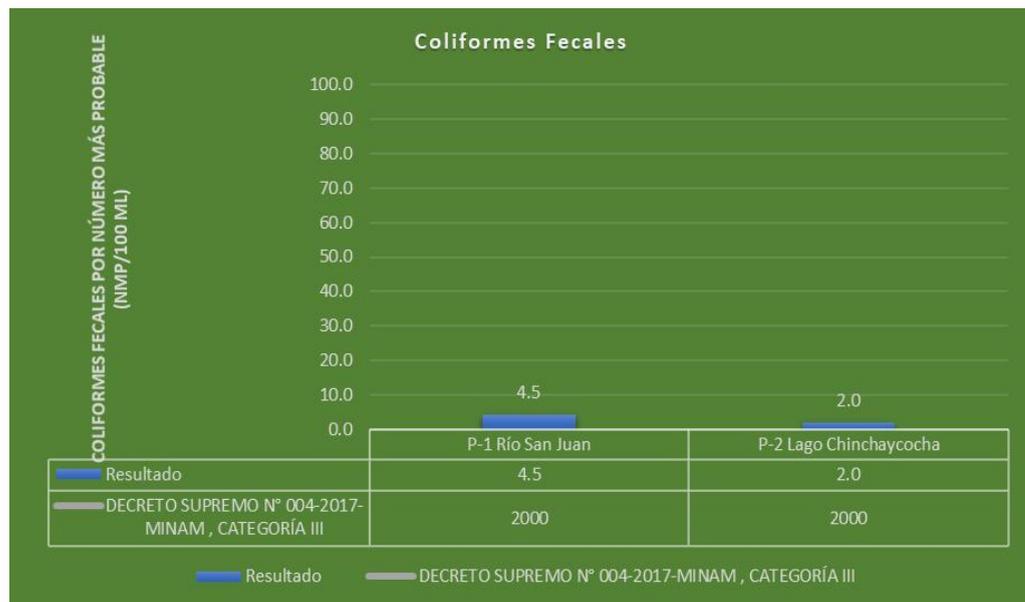
*Resultado de Parámetro Microbiológico.*

PARÁMETRO	NORMATIVA	P-1 Río San Juan	P-2 Lago Chinchaycocha
Coliformes Fecales	NMP/100 mL	<b>4.5</b>	<b>2.0</b>
	DECRETO SUPREMO N° 004-2017-MINAM CATEGORÍA III	2000	2000

**Nota.** Fuente: Servicios analíticos generales.

**Gráfico 4.**

*Resultado de coliformes fecales.*



**Nota.** Fuente: Elaboración propia.

### Interpretación del parámetro coliformes fecales en P-1 y P-2

Para la evaluación tomaremos como referencia la normativa D.S-004-2017 MINAM (Estándar de Calidad Ambiental para agua en su Categoría III), para el parámetro microbiológico que es coliformes fecales el estándar no menciona un estándar permitido pero evaluando los resultados en la tabla N° 05 y grafico N° 04, de donde se tiene la evaluación de dos puntos de monitoreo que es el P-1 (Río San Juan) y P-2 (Lago Chinchaycocha) teniendo como resultado en estos puntos 4.5 mg/l y 2.0 mg/l respectivamente donde como evaluación podemos mencionar que en ambas estaciones se encuentra cumpliendo el D.S-004-2017 MINAM para el parámetro coliformes fecales .

#### 4.2.3.3. Resultados del parámetro químico de la Calidad de agua del río San Juan y al contorno del Lago Chinchaycocha

Tabla 7.

Resultados de Parámetro Químicos.

PARAMETRO		NORMATIVA	P-1 Río San Juan	P-2 Lago Chinchaycocha
Litio (Li)	mg/l	<b>Resultado</b>	<b>0.01347</b>	<b>0.0065</b>
		DECRETO SUPREMO N° 004-2017-MINAM, CATEGORÍA III	_____	_____
Berilio (Be)	mg/l	<b>Resultado</b>	<b>0.00051</b>	<b>0.00341</b>
		DECRETO SUPREMO N° 004-2017-MINAM, CATEGORÍA III	0.040	0.0400
Boro (B)	mg/l	<b>Resultado</b>	<b>0.0166</b>	<b>0.018</b>
		DECRETO SUPREMO N° 004-2017-MINAM, CATEGORÍA III	0.5	0.5
Sodio (Na)	mg/l	<b>Resultado</b>	<b>7.669</b>	<b>5.062</b>
		DECRETO SUPREMO N° 004-2017-MINAM, CATEGORÍA III	_____	_____
Magnesio (Mg)	mg/l	<b>Resultado</b>	<b>13.471</b>	<b>10.016</b>
		DECRETO SUPREMO N° 004-2017-MINAM, CATEGORÍA III	_____	_____
Aluminio	mg/l	<b>Resultado</b>	<b>4.407</b>	<b>26.132</b>

(Al)		DECRETO SUPREMO N° 004-2017-MINAM, CATEGORÍA III	0,2	0,2
<b>Silicio (Si)</b>	mg/l	<b>Resultado</b>	<b>7.104</b>	<b>25.099</b>
		DECRETO SUPREMO N° 004-2017-MINAM, CATEGORÍA III	_____	_____
<b>Sílice (SiO2)</b>	mg/l	<b>Resultado</b>	<b>15.202</b>	<b>53.711</b>
		DECRETO SUPREMO N° 004-2017-MINAM, CATEGORÍA III	_____	_____
<b>Silicato (SiO3)</b>	mg/l	<b>Resultado</b>	<b>19.250</b>	<b>68.020</b>
		DECRETO SUPREMO N° 004-2017-MINAM, CATEGORÍA III	_____	_____
<b>Fosforo (P)</b>	mg/l	<b>Resultado</b>	<b>0.747</b>	<b>0.253</b>
		DECRETO SUPREMO N° 004-2017-MINAM, CATEGORÍA III	_____	_____
<b>Potasio (K)</b>	mg/l	<b>Resultado</b>	<b>1.618</b>	<b>1.282</b>
		DECRETO SUPREMO N° 004-2017-MINAM, CATEGORÍA III	_____	_____
<b>Calcio (Ca)</b>	mg/l	<b>Resultado</b>	<b>166.717</b>	<b>116.385</b>
		DECRETO SUPREMO N° 004-2017-MINAM, CATEGORÍA III	_____	_____
<b>Titanio (Ti)</b>	mg/l	<b>Resultado</b>	<b>0.01273</b>	<b>0.01170</b>
		DECRETO SUPREMO N° 004-2017-MINAM, CATEGORÍA III	_____	_____
<b>Vanadio (V)</b>	mg/l	<b>Resultado</b>	<b>0.02534</b>	<b>0.15135</b>
		DECRETO SUPREMO N° 004-2017-MINAM, CATEGORÍA III	0,1	0,1
<b>Cromo (Cr)</b>	mg/l	<b>Resultado</b>	<b>0.0030</b>	<b>0.0559</b>
		DECRETO SUPREMO N° 004-2017-MINAM, CATEGORÍA III	0,05	0,05
<b>Manganeso (Mn)</b>	mg/l	<b>Resultado</b>	<b>1.78285</b>	<b>12.55663</b>
		DECRETO SUPREMO N° 004-2017-MINAM, CATEGORÍA III	0,1	0,1
<b>Hierro (Fe)</b>	mg/l	<b>Resultado</b>	<b>32.01572</b>	<b>200,0</b>
		DECRETO SUPREMO N° 004-2017-MINAM, CATEGORÍA III	0,30	0,30
<b>Cobalto (Co)</b>	mg/l	<b>Resultado</b>	<b>0.004086</b>	<b>0.006220</b>
		DECRETO SUPREMO N° 004-2017-MINAM, CATEGORÍA III	_____	_____
<b>Niquel (Ni)</b>	mg/l	<b>Resultado</b>	<b>0.00958</b>	<b>0.01711</b>
		DECRETO SUPREMO N° 004-2017-MINAM, CATEGORÍA III	0,02	0,02
<b>Cobre (Cu)</b>	mg/l	<b>Resultado</b>	<b>0.7982</b>	<b>4.6065</b>
		DECRETO SUPREMO N° 004-2017-MINAM, CATEGORÍA III	2	2
<b>Zinc (Zn)</b>	mg/l	<b>Resultado</b>	<b>3.60185</b>	<b>17.81737</b>
		DECRETO SUPREMO N°	3	3

		004-2017-MINAM, CATEGORÍA III		
<b>Galio (Ga)</b>	mg/l	<b>Resultado</b>	<b>0.00378</b>	<b>0.01965</b>
		DECRETO SUPREMO N° 004-2017-MINAM, CATEGORÍA III	_____	_____
<b>Germanio (Ge)</b>	mg/l	<b>Resultado</b>	<b>0.00095</b>	<b>0.00412</b>
		DECRETO SUPREMO N° 004-2017-MINAM, CATEGORÍA III	_____	_____
<b>Arsenico (As)</b>	mg/l	<b>Resultado</b>	<b>0.10189</b>	<b>0.19201</b>
		DECRETO SUPREMO N° 004-2017-MINAM, CATEGORÍA III	0.01	0.01
<b>Selenio (Se)</b>	mg/l	<b>Resultado</b>	<b>&lt;0.0002</b>	<b>0.0003</b>
		DECRETO SUPREMO N° 004-2017-MINAM, CATEGORÍA III	0,01	0,01
<b>Rubidio (Rb)</b>	mg/l	<b>Resultado</b>	<b>0.00639</b>	<b>0.00454</b>
		DECRETO SUPREMO N° 004-2017-MINAM , CATEGORÍA III	_____	_____
<b>Estroncio (Sr)</b>	mg/l	<b>Resultado</b>	<b>0.34315</b>	<b>0.3141</b>
		DECRETO SUPREMO N° 004-2017-MINAM, CATEGORÍA III	_____	_____
<b>Zirconio (Zr)</b>	mg/l	<b>Resultado</b>	<b>0.00033</b>	<b>0.00083</b>
		DECRETO SUPREMO N° 004-2017-MINAM , CATEGORÍA III	_____	_____
<b>Niobio (Nb)</b>	mg/l	<b>Resultado</b>	<b>0.00003</b>	<b>0.00007</b>
		DECRETO SUPREMO N° 004-2017-MINAM, CATEGORÍA III	_____	_____
<b>Molibdeno (Mo)</b>	mg/l	<b>Resultado</b>	<b>0.00018</b>	<b>0.00172</b>
		DECRETO SUPREMO N° 004-2017-MINAM, CATEGORÍA III	_____	_____
<b>Plata (Ag)</b>	mg/l	<b>Resultado</b>	<b>0.00631</b>	<b>0.0746</b>
		DECRETO SUPREMO N° 004-2017-MINAM, CATEGORÍA III	0,01	0,01
<b>Cadmio (Cd)</b>	mg/l	<b>Resultado</b>	<b>0.01264</b>	<b>0.0413</b>
		DECRETO SUPREMO N° 004-2017-MINAM, CATEGORÍA III	_____	_____
<b>Indio (In)</b>	mg/l	<b>Resultado</b>	<b>0.00408</b>	<b>0.143610</b>
		DECRETO SUPREMO N° 004-2017-MINAM, CATEGORÍA III	_____	_____
<b>Estaño (Sn)</b>	mg/l	<b>Resultado</b>	<b>&lt;0.0004</b>	<b>&lt;0.0004</b>
		DECRETO SUPREMO N° 004-2017-MINAM, CATEGORÍA III	_____	_____
<b>Antimonio (Sb)</b>	mg/l	<b>Resultado</b>	<b>0.00370</b>	<b>0.0154</b>
		DECRETO SUPREMO N° 004-2017-MINAM, CATEGORÍA III	0,006	0,006
<b>Cesio (Cs)</b>	mg/l	<b>Resultado</b>	<b>0.00302</b>	<b>0.0041</b>

<b>Bario (Ba)</b>	mg/l	<b>Resultado</b>	<b>0.25647</b>	<b>1.24085</b>
		DECRETO SUPREMO N° 004-2017-MINAM, CATEGORÍA III	0,7	0,7
<b>Lantano (La)</b>	mg/l	<b>Resultado</b>	<b>0.008995</b>	<b>0.005929</b>
		DECRETO SUPREMO N° 004-2017-MINAM, CATEGORÍA III	_____	_____
<b>Cerio (Ce)</b>	mg/l	<b>Resultado</b>	<b>0.021893</b>	<b>0.017400</b>
		DECRETO SUPREMO N° 004-2017-MINAM, CATEGORÍA III	_____	_____
<b>Terbio (Tb)</b>	mg/l	<b>Resultado</b>	<b>0.00044</b>	<b>0.00098</b>
		DECRETO SUPREMO N° 004-2017-MINAM, CATEGORÍA III	_____	_____
<b>Lutecio (Lu)</b>	mg/l	<b>Resultado</b>	<b>0.000147</b>	<b>0.000592</b>
		DECRETO SUPREMO N° 004-2017-MINAM, CATEGORÍA III	_____	_____
<b>Tantalio (Ta)</b>	mg/l	<b>Resultado</b>	<b>&lt;0.0001</b>	<b>&lt;0.0001</b>
		DECRETO SUPREMO N° 004-2017-MINAM, CATEGORÍA III	_____	_____
<b>Wolframio (W)/ Tungsteno</b>	mg/l	<b>Resultado</b>	<b>0.00008</b>	<b>0.00058</b>
		DECRETO SUPREMO N° 004-2017-MINAM, CATEGORÍA III	_____	_____
<b>Mercurio (Hg)</b>	mg/l	<b>Resultado</b>	<b>0.00133</b>	<b>0.00127</b>
		DECRETO SUPREMO N° 004-2017-MINAM, CATEGORÍA III	0,001	0,001
<b>Talio (Tl)</b>	mg/l	<b>Resultado</b>	<b>0.00149</b>	<b>0.00671</b>
		DECRETO SUPREMO N° 004-2017-MINAM, CATEGORÍA III	_____	_____
<b>Plomo (Pb)</b>	mg/l	<b>Resultado</b>	<b>1.51840</b>	<b>1.78630</b>
		DECRETO SUPREMO N° 004-2017-MINAM, CATEGORÍA III	0.01	0.01
<b>Bismuto (Bi)</b>	mg/l	<b>Resultado</b>	<b>0.006376</b>	<b>0.061364</b>
		DECRETO SUPREMO N° 004-2017-MINAM, CATEGORÍA III	_____	_____
<b>Torio (Th)</b>	mg/l	<b>Resultado</b>	<b>0.002022</b>	<b>0.105625</b>
		DECRETO SUPREMO N° 004-2017-MINAM, CATEGORÍA III	_____	_____
<b>Uranio (U)</b>	mg/l	<b>Resultado</b>	<b>0.00202</b>	<b>0.105625</b>
		DECRETO SUPREMO N° 004-2017-MINAM, CATEGORÍA III	0,02	0,02

**Nota.** Fuente: Servicios analíticos generales.

### Gráfico 5.

Resultado de calcio (Ca)



**Nota.** Fuente: Elaboración propia.

### Interpretación del parámetro calcio en los puntos de monitoreo de P-1 y P-2

Para la evaluación tomaremos como referencia la normativa D.S-004-2017 MINAM (Estándar de Calidad Ambiental para agua en su Categoría III), para el parámetro químico específicamente para calcio (Ca) el estándar no menciona un estándar permitido pero evaluando los resultados en la tabla N° 07 y gráfico N° 05, de donde se tiene la evaluación de dos puntos de monitoreo que es el P-1 (Río San Juan) y P-2 (Lago Chinchaycocha) teniendo como resultado en estos puntos 166.71 mg/l y 116.38 mg/l respectivamente donde como evaluación podemos mencionar que en ambos puntos de monitoreo se tiene buena presencia de calcio que ayudaría a neutralizar en caso se presentara acidez en el agua.

## Gráfico 6.

### Resultado de Arsénico (As)



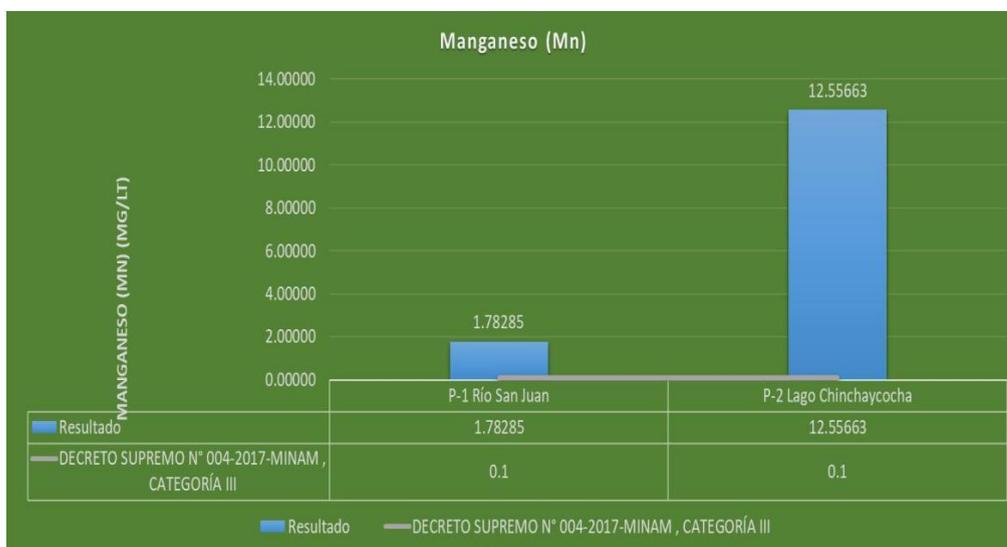
**Nota.** Fuente: Elaboración propia.

### Interpretación del parámetro arsénico en los puntos de monitoreo de P-1 y P-2

Para la evaluación tomaremos como referencia la normativa D.S-004-2017 MINAM (Estándar de Calidad Ambiental para agua en su Categoría III), para el parámetro químico específicamente para arsénico (As) el estándar permitido es de 0.01 mg/l donde evaluando los resultados en la tabla N° 07 y gráfico N° 06, de donde se tiene la evaluación de dos puntos de monitoreo que es el P-1 (Río San Juan) y P-2 (Lago Chinchaycocha) teniendo como resultado en estos puntos 0.101 mg/l y 0.192 mg/l respectivamente donde podemos observar que pasa de los estándares de calidad ambiental de agua en 10 veces más de lo permitido por lo que se debe tomar medidas de monitoreo en el río San Juan y específicamente en los vertimientos de las empresas mineras y no mineras de donde estaría procediendo estas altas concentraciones.

## Gráfico 7.

### Resultado de Manganeso (Mn)



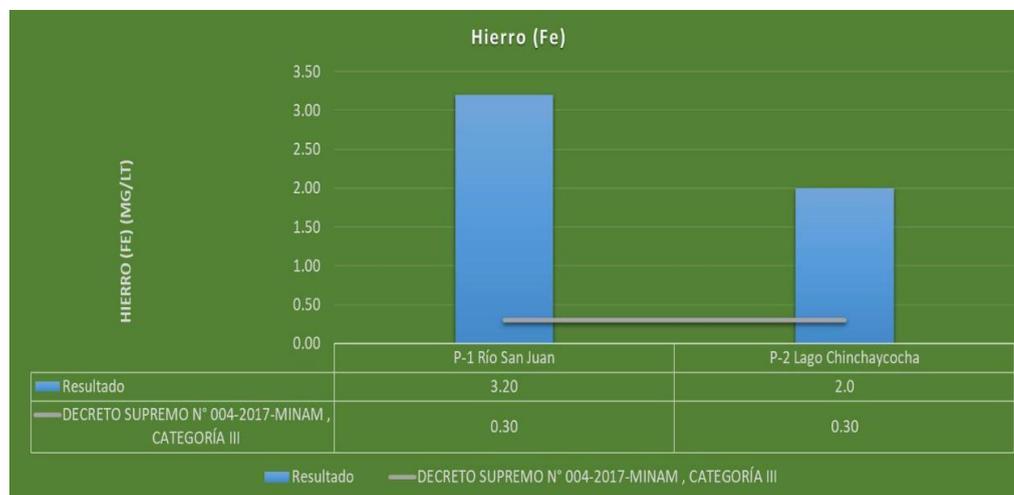
**Nota.** Fuente: Elaboración propia.

### Interpretación del parámetro manganeso en los puntos de monitoreo de P-1 y P-2

Para la evaluación tomaremos como referencia la normativa D.S-004-2017 MINAM (Estándar de Calidad Ambiental para agua en su Categoría III), para el parámetro químico específicamente para manganeso (Mn) el estándar permitido es de 0.1 mg/l donde evaluando los resultados en la tabla N° 07 y gráfico N° 07, de donde se tiene la evaluación de dos puntos de monitoreo que es el P-1 (Río San Juan) y P-2 (Lago Chinchaycocha) teniendo como resultado en estos puntos 1.78 mg/l y 12.55 mg/l respectivamente donde podemos observar que pasa de los estándares de calidad ambiental de agua en 17 veces más de lo permitido por lo que se debe tomar medidas de monitoreo en el río San Juan y específicamente en los vertimientos de las empresas mineras y no mineras de dónde estaría procediendo estas altas concentraciones.

### Gráfico 8.

#### Resultado de Hierro (Fe)



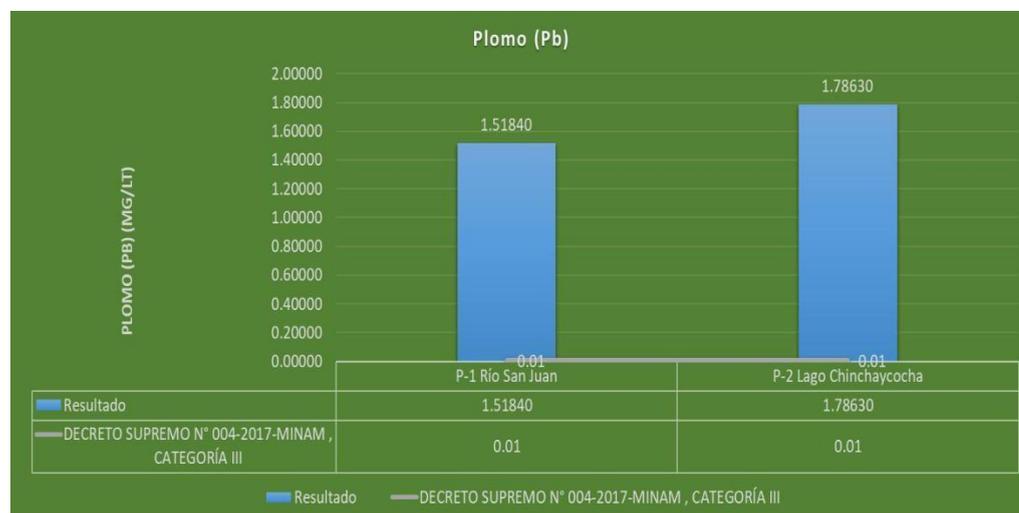
**Nota.** Fuente: Elaboración propia.

### Interpretación del parámetro Hierro en los puntos de monitoreo de P-1 y P-2

Para la evaluación tomaremos como referencia la normativa D.S-004-2017 MINAM (Estándar de Calidad Ambiental para agua en su Categoría III), para el parámetro químico específicamente para Hierro (Fe) el estándar permitido es de 0.3 mg/lit donde evaluando los resultados en la tabla N° 07 y grafico N° 08, de donde se tiene la evaluación de dos puntos de monitoreo que es el P-1 (Río San Juan) y P-2 (Lago Chinchaycocha) teniendo como resultado en estos puntos 3.20 mg/l y 2.0 mg/l respectivamente donde podemos observar que pasa de los estándares de calidad ambiental de agua en 10 veces más de lo permitido por lo que se debe tomar medidas de monitoreo en el río San Juan y específicamente en los vertimientos de las empresas mineras y no mineras de dónde estaría procediendo estas altas concentraciones.

### Gráfico 9.

#### Resultado de Plomo (Pb)



**Nota.** Fuente: Elaboración propia.

### Interpretación del parámetro plomo en los puntos de monitoreo de P-1 y P-2

Para la evaluación tomaremos como referencia la normativa D.S-004-2017 MINAM (Estándar de Calidad Ambiental para agua en su Categoría III), para el parámetro químico específicamente para Plomo (Pb) el estándar permitido es de 0.01 mg/lit donde evaluando los resultados en la tabla N° 07 y grafico N° 08, de donde se tiene la evaluación de dos puntos de monitoreo que es el P-1 (Río San Juan) y P-2 (Lago Chinchaycocha) teniendo como resultado en estos puntos 1.51 mg/l y 1.78 mg/l respectivamente donde podemos observar que pasa de los estándares de calidad ambiental de agua en 10 veces más de lo permitido por lo que se debe tomar medidas de monitoreo en el río San Juan y específicamente en los vertimientos de las empresas mineras y no mineras de dónde estaría procediendo estas altas concentraciones.

### Gráfico 10.

#### Resultado de Zinc (Zn)



**Nota.** Fuente: Elaboración propia.

#### Interpretación del parámetro zinc en los puntos de monitoreo de P-1 y P-2

Para la evaluación tomaremos como referencia la normativa D.S-004-2017 MINAM (Estándar de Calidad Ambiental para agua en su Categoría III), para el parámetro químico específicamente para Zinc (Zn) el estándar permitido es de 0.01 mg/lit donde evaluando los resultados en la tabla N° 07 y gráfico N° 09, de donde se tiene la evaluación de dos puntos de monitoreo que es el P-1 (Río San Juan) y P-2 (Lago Chinchaycocha) teniendo como resultado en estos puntos 3.60 mg/l y 1.78 mg/l respectivamente donde podemos observar que pasa de los estándares de calidad ambiental de agua en donde en el río San Juan pasa de los estándar permitido.

#### **4.3. Prueba de hipótesis**

Concluida la investigación evaluaremos la hipótesis donde planteamos la siguiente hipótesis:

*“La calidad de aguas del río San Juan antes de la confluencia con las aguas del Lago Chinchaycocha no cumple con los estándares de calidad ambiental de agua, ubicado en el distrito de Vicco de la provincia de Pasco - 2022.”*

La hipótesis planteada al inicio de investigación es válida ya que como se pudo evaluar la calidad de agua del río San Juan antes de la confluencia con las aguas del Lago Chinchaycocha no cumple con los estándares de calidad ambiental para agua ya que se evidencio en los metales de hierro, plomo, arsénico y cobre superan del estándar permitido en el río San Juan y en los metales de hierro, plomo, arsénico, manganeso y cobre en lago Junín o Chinchaycocha.

#### **4.4. Discusión de resultados**

Concluida con la investigación puedo concluir en los siguientes:

- Desde los años de 1900 en adelante se menciona que producto a la actividad minera se viene realizando sin tratar las aguas al río San Juan lo cual trae y trajo con ella la mala calidad de agua que tiene este río, a la vez por la zona de Upamayo como se puede en las imágenes presentadas de monitoreo se evidencia presencia de desmonte y relave minero.
- Esta presencia de desmontes y relaves son arrastrados por el río San Juan y aun se va impactando la calidad de agua del río San Juan como se pudo evidencia la alta presencia de metales de hierro, plomo, arsénico y cobre superan del estándar de calidad ambiental para agua.

- Estas aguas llegan a confluir con las aguas del Lago Junín impactando en su calidad tal como se pudo evaluar en los resultados que tuvimos donde los metales totales como son hierro, plomo, arsénico, manganeso y cobre.
- Es de urgencia no solo terminar la remediación de la zona de Upamayo, sino también a través de activos mineros y las empresas involucradas de Cerro SAC, Sociedad Minera El Brocal, Aurex deben en conjunto poner el hombro para recuperar principalmente toda cuenca del río San Juan en caso contrario seguirá siendo un afluente de impacto para el Lago Junín.

## CONCLUSIONES

- i. Como se pudo evaluar la calidad de agua del río San Juan antes de la confluencia con las aguas del Lago Chinchaycocha no cumple con los estándares de calidad ambiental para agua ya que se evidencio en los metales de hierro, plomo, arsénico y cobre superan del estándar permitido en el río San Juan y en los metales de hierro, plomo, arsénico, manganeso y cobre en lago Junín o Chinchaycocha.
- ii. La presencia de desmontes y relaves antiguos son arrastrados por el río San Juan y aun se va impactando la calidad de agua del río San Juan como se pudo evidencia la alta presencia de metales de hierro, plomo, arsénico y cobre superan del estándar de calidad ambiental para agua.
- iii. Las aguas del río San Juan llegan a confluir con las aguas del Lago Junín impactando en su calidad tal como se pudo evaluar en los resultados que tuvimos donde los metales totales como son hierro, plomo, arsénico, manganeso y cobre.
- iv. Es de suma urgencia no solo terminar la remediación de la zona de Upamayo, sino también a través de activos mineros y las empresas involucradas de Cerro SAC, Sociedad Minera El Brocal, Aurex deben en conjunto poner el hombro para recuperar principalmente toda cuenca del río San Juan en caso contrario seguirá siendo un afluente de impacto para el Lago Junín.

## RECOMENDACIONES

- i. El organismo de evaluación y fiscalización ambiental (OEFA) y otros organismos de fiscalización de la actividad minera debe empezar de realizar monitoreo a los efluentes mineros y al cuerpo receptor por se tiene sospecha de las empresas asentadas alrededor del río San Juan siguen impactando a este recurso hídrico.
- ii. Debe de terminar con el cierre de los sedimentos depositados en la zona de upamayo y recuperar el material de relave y desmonte del contorno del río San Juan ya que este material está siendo arrastrado por las aguas del río San Juan afectando en su calidad.
- iii. El ministerio de vivienda debe de exigir a la municipalidad provincial de Pasco, municipalidades de Tinyahuarco, Simón Bolívar, Vicco para el tratamiento de sus aguas ya que también están afectando en la calidad de agua del río San Juan y por ende la calidad de agua del Lago Chinchaycocha.

## REFERENCIA BIBLIOGRÁFICA

- Beltrán, Diana; Palomino, Rocio; Moreno Edmundo (2011) “Calidad de agua de la bahía interior de Puno, lago Titicaca durante el verano del 2011”.
- Emapica (2020) “Glosario de conceptos en temas hídricos”
- Leandro, Hugo; Coto, Juana María; Salgado, Viviana (2011) “Calidad del agua de los ríos de la microcuenca IV del río Virilla”.
- Marco, 2014. “Calidad de agua microbiológica”.
- Miravet, Liz; García Alberto; Castillo, Pedro; Alayón, Giraldo (2016). “Calidad de las aguas del río Ariguanabo según índices físico-químicos y bioindicadores.
- Minam (2016). Definiciones de calidad de agua.
- Minam (2016). Protocolo de monitoreo de los Recursos Hidricos con Resolución Jefatural 010-2016-ANA, 2016).
- Minam (2017) Decreto Supremo N° 004-2017-MINAM “Estándar de Calidad Ambiental de Agua.
- Observatorio de Conflictos Mineros de América Latina (2008). Problemática de la calidad de agua del río San Juan y su confluencia con Lago Junín o Chinchaycocha.
- Triveño David (2016). “Influencia del agua del río Mariño en la calidad del agua del río Pachachaca, Abancay 2016”.
- Villarreal, Meredith (2016). “Calidad de Agua del Río San Juan, en el Departamento de Pasco.
- UNESCO, 2017. “Calidad de Agua”

### **Páginas de Internet:**

- Aguas urbanas, 2018 extraído de la siguiente página web:  
<http://www.aguasurbanas.ei.udelar.edu.uy/index.php/2018/11/17/conceptos-sobre-monitoreo-de-calidad-de-agua/>
- Aguas urbanas, 2018 extraído de la siguiente página web:  
<http://www.aguasurbanas.ei.udelar.edu.uy/index.php/2018/11/17/conceptos-sobre-monitoreo-de-calidad-de-agua/>
- Sociedad Peruana de Derecho Ambiental (SPDA), 2014 “Extraído de la siguiente página web:<https://www.actualidadambiental.pe/junin-lago-mas-alto-del-mundo-y-el-segundo-mas-grande-del-peru-es-contaminado-por-relaves-mineros>.

# **ANEXOS**

# INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS MEDIANTE EL RECOJO DE MUESTRAS EN CAMPO Y ANÁLISIS DE LABORATORIO



**LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO POR EL  
ORGANISMO DE ACREDITACIÓN INACAL-DA  
CON REGISTRO N° LE - 047**



## INFORME DE ENSAYO N° 166606-2022 CON VALOR OFICIAL

<b>RAZÓN SOCIAL</b>	: CHRIS JIMMY JIMÉNEZ HUALLPA
<b>DOMICILIO LEGAL</b>	: JR. GAMANIEL BLANCO Nº200 SAN JUAN - YANACANCHA - PASCO
<b>SOLICITADO POR</b>	: CHRIS JIMMY JIMÉNEZ HUALLPA
<b>REFERENCIA</b>	: RESERVADO POR EL CLIENTE
<b>PROCEDENCIA</b>	: DISTRITO DE VICÓD - PASCO
<b>FECHA(S) DE RECEPCIÓN DE MUESTRAS</b>	: 2022-10-15
<b>FECHA(S) DE ANÁLISIS</b>	: 2022-10-15 AL 2022-10-21
<b>FECHA(S) DE MUESTREO</b>	: 2022-10-14
<b>MUESTREADO POR</b>	: EL CLIENTE
<b>CONDICIÓN DE LA MUESTRA</b>	: LOS RESULTADOS DE ANÁLISIS SE APLICAN A LA MUESTRA(S) TAL COMO SE RECIBIÓ.

### I. METODOLOGÍA DE ENSAYO:

Ensayo	Método	L.C.	Unidades
Sólidos suspendidos totales (TSS)	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 2540 D, 23rd Ed. 2017, Solids Total Suspended Solids Dried at 103-105°C.	3.00	mg/L
Numeración de Coliformes Fecales	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 9221 E-1, 23rd Ed. 2017, Multiple-Tube Fermentation Technique for Members of the Coliform Group, Fecal Coliform Procedure.	1.8 <sup>60</sup>	NMP/100mL
METALES TOTALES por ICP-MS: Plata, Aluminio, Arsénico, Bario, Berilio, Cadmio, Cobalto, Cromo, Cobre, Mercurio, Manganeso, Molibdeno, Niquel, Plomo, Antimonio, Selenio, Talio, Torio, Uranio, Vanadio, Zinc.	EPA Method 200.8 Revision 5.4 (1994). Determination of trace elements in waters and wastes by Inductively Coupled Plasma - Mass Spectrometry	ver lista	mg/L
METALES TOTALES por ICP-MS: Litio, Bismuto, Boro, Sodio, Magnesio, Silicio, Silice, Silicato, Fósforo, Potasio, Calcio, Titanio, Hierro, Galio, Germanio, Rubidio, Estroncio, Zirconio, Niobio, Indio, Estaño, Cesio, Lantano, Cerio, Terbio, Lutecio, Tantalio, Wolframio	EPA Method 200.8, Revisión 5.4, 1994. Validado (Aplicado fuera del alcance), 2019. Determination of trace elements in waters and wastes by Inductively Coupled Plasma - Mass Spectrometry	ver lista	mg/L

(a) Límite de detección del método para estas metodologías por ser semicuantitativas.

### II. RESULTADOS:

Producto declarado	Agua Superficial	Agua Superficial
Matriz analizada	Agua Natural	Agua Natural
Fecha de muestreo	2022-10-14	2022-10-14
Hora de inicio de muestreo (h)	13:50	14:15
Condiciones de la muestra	Refrigerada/ Preservada	Refrigerada/ Preservada
Código del Cliente	P-1 Río San Juan	P-2 Lago Chinchaycocha
Código del Laboratorio	22101195	22101196
<b>ENSAYOS ACREDITADOS ANTE INACAL-DA (SEDE LIMA 1)</b>		
Ensayo	Unidades	Resultados
Sólidos suspendidos totales (TSS)	mg/L	173.80      2011.00
Numeración de Coliformes Fecales <sup>(1)</sup>	NMP/100mL	4.5              2

(1) Coliformes Fecales es lo mismo que coliformes termotolerantes.

**ing. Mario Tello Paucar**  
 Director Técnico  
 C.I.P. N° 219624  
 Servicios Analíticos Generales S.A.C.

**EXPERTS  
WORKING  
FOR YOU**

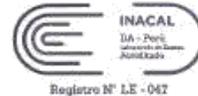
Cod. F1002 / Versión 10 / F.E. 05/2022

OBSERVACIONES: • Este procedimiento es una reproducción parcial o total del presente documento a menos que sea bajo la autorización escrita de Servicios Analíticos Generales S.A.C. • Los resultados emitidos en este documento sólo son válidos para las muestras referidas en el presente informe. • Las muestras serán conservadas de acuerdo al periodo de preservación del parámetro analizado con un máximo de 30 días de haber ingresado las muestras al laboratorio. El tiempo extra eliminadas. • Para corroborar la AUTENTICIDAD del presente informe comunicarse al correo laboratorio@sagperu.com. • Cualquier modificación no autorizada, fraude o falsificación del contenido o de la apariencia de este documento es ilegal y los culpables padecerán los procesos de acuerdo a ley.

**SERVICIOS ANALÍTICOS GENERALES S.A.C.**

Laboratorios: Av. Naciones Unidas N° 1565 Urb. Chacra Ríos Norte - Lima y Pasaje Clorinda Matto de Turner N° 2079 Urb. Chacra Ríos Norte - Lima  
• Central Telefónica (511) 425-8885 • Web: [www.sagperu.com](http://www.sagperu.com) • Contacto Electrónico [sagperu@sagperu.com](mailto:sagperu@sagperu.com)

Página 1 de 2



INFORME DE ENSAYO N° 166606-2022 CON VALOR OFICIAL

II. RESULTADOS:

Producto declarado	Agua Superficial	Agua Superficial	
Matriz analizada	Agua Natural	Agua Natural	
Fecha de muestreo	2022-10-14	2022-10-14	
Hora de inicio de muestreo (h)	13:50	14:15	
Condiciones de la muestra	Refrigerada/Preservada	Refrigerada/Preservada	
Código del Cliente	P-1 Río San Juan	P-2 Lago Chinchaycocha	
Código del Laboratorio	22101195	22101196	
<b>ENSAYO ACREDITADO ANTE INACAL-DA (SEDE LIMA 1)</b>			
Ensayo	L.D.M.	Unidades	Resultados
<b>Metales totales</b>			
Litio (Li)	0.00005	mg/L	0.01347
Berilio (Be)	0.00001	mg/L	0.00051
Boro (B)	0.0002	mg/L	0.0166
Sodio (Na)	0.001	mg/L	7.669
Magnesio (Mg)	0.004	mg/L	13.473
Aluminio (Al)	0.004	mg/L	4.407
Silicio (Si)	0.004	mg/L	7.104
Silice (SiO <sub>2</sub> )	0.006	mg/L	15.202
Silicato (SiL)	0.01	mg/L	19.25
Fósforo (P)	0.002	mg/L	0.747
Potasio (K)	0.007	mg/L	1.618
Calcio (Ca)	0.004	mg/L	166.717
Titanio (Ti)	0.00005	mg/L	0.01273
Vanadio (V)	0.00004	mg/L	0.02534
Cromo (Cr)	0.0002	mg/L	0.0030
Manganeso (Mn)	0.00001	mg/L	1.76285
Hierro (Fe)	0.00005	mg/L	3.20217
Cobalto (Co)	0.000006	mg/L	0.00486
Níquel (Ni)	0.00002	mg/L	0.00958
Cobre (Cu)	0.0001	mg/L	0.7982
Zinc (Zn)	0.00005	mg/L	3.60195
Cadmio (Cd)	0.00002	mg/L	0.00378
Plomo (Pb)	0.00002	mg/L	0.00095
Arsénico (As)	0.00001	mg/L	0.10189
Selenio (Se)	0.0002	mg/L	<0.0002
Mercurio (Hg)	0.00002	mg/L	0.00454
Estroncio (Sr)	0.00001	mg/L	0.14315
Zirconio (Zr)	0.00002	mg/L	0.00033
Niobio (Nb)	0.00001	mg/L	0.00002
Moibdeno (Mo)	0.00005	mg/L	0.00018
Plata (Ag)	0.00002	mg/L	0.00531
Cadmio (Cd)	0.00002	mg/L	0.01254
Indio (In)	0.00002	mg/L	0.00408
Estaño (Sn)	0.00001	mg/L	<0.0004
Antimonio (Sb)	0.0001	mg/L	0.0027
Cesio (Cs)	0.00002	mg/L	0.00302
Bario (Ba)	0.00002	mg/L	0.75647
Lantano (La)	0.00001	mg/L	0.00895
Cerio (Ce)	0.00004	mg/L	0.021893
Torio (Th)	0.00001	mg/L	0.00044
Lutecio (Lu)	0.00001	mg/L	0.000147
Tantalo (Ta)	0.00001	mg/L	<0.00001
Wolframio (W) / Tungsteno	0.00002	mg/L	0.00000
Mercurio (Hg)	0.00002	mg/L	0.00133
Talio (Tl)	0.00002	mg/L	0.00149
Plomo (Pb)	0.0001	mg/L	1.5184
Bismuto (Bi)	0.00004	mg/L	0.006126
Torio (Th)	0.00005	mg/L	0.00865
Uranio (U)	0.00002	mg/L	0.002022

L.D.M.: límite de detección del método.

Lima, 25 de Octubre del 2022.

EXPERTS WORKING FOR YOU

Cod. FI 002 / Versión 10 / F.E.-05/2022

OBSERVACIONES: • Está prohibida la reproducción parcial o total del presente documento a menos que sea bajo la autorización expresa de Servicios Analíticos Generales S.A.C. • Los resultados emitidos en este documento solo son válidos para las muestras referidas en el presente informe. • Las muestras serán conservadas de acuerdo al período de preservabilidad del parámetro analizado con un máximo de 90 días de haber ingresado las muestras al laboratorio. Luego serán eliminadas. • Para corroborar la AUTENTICIDAD del presente informe comuníquese al correo laboratorio@sagperu.com. • Cualquier modificación se autoriza, sujeta a validación del contenido a fin de garantizar la legalidad y la integridad de este documento. • Puede ser procesado de acuerdo a ley.

SERVICIOS ANALÍTICOS GENERALES S.A.C.

Laboratorios Av. Naciones Unidas N° 1565 Urb. Chacra Ríos Norte - Lima y Pasaje Clorinda Matto de Turner N° 2079 Urb. Chacra Ríos Norte - Lima  
 • Central Telefónica (511) 425-5885 • Web: www.sagperu.com • Contacto Electrónico sagperu@sagperu.com

Página 2 de 2

## IMÁGENES DE LA INVESTIGACIÓN REALIZADA

### Monitoreo de calidad de agua al ingreso del lago Chinchaycocha



### Vista de sedimentos, posiblemente desmonte y relaves depositados al contorno del río San Juan



**Vista de sedimentos, posiblemente desmonte y relaves depositados al contorno del río San Juan**



**Vista de sedimentos, posiblemente desmonte y relaves depositados al contorno del río San Juan**



**Vista de sedimentos, posiblemente desmonte y relaves depositados al contorno del lago Junín**



**Vista de sedimentos, posiblemente desmonte y relaves depositados al contorno del río San Juan**



**Vista de la cuneta de coronación debajo de la relavera el Porvenir**

