

**UNIVERSIDAD NACIONAL DANIEL ALCIDES CARRIÓN**

**FACULTAD DE INGENIERÍA**

**ESCUELA DE FORMACIÓN PROFESIONAL DE INGENIERÍA AMBIENTAL**



**T E S I S**

**Identificación y análisis de los impactos ambientales por la  
producción de la trucha arcoíris en las jaulas flotantes en la  
laguna Punrún, Pasco - 2022**

**Para optar el título profesional de:**

**Ingeniero Ambiental**

**Autor:**

**Bach. Jesica Paola GUTIERREZ CCUNO**

**Bach. Oscar Luis TORIBIO HURTADO**

**Asesor:**

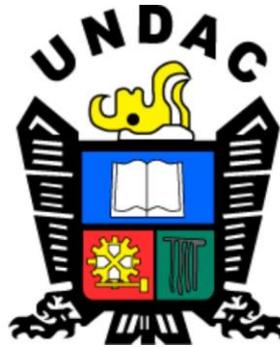
**Mg. Lucio ROJAS VITOR**

**Cerro de Pasco – Perú – 2024**

**UNIVERSIDAD NACIONAL DANIEL ALCIDES CARRIÓN**

**FACULTAD DE INGENIERÍA**

**ESCUELA DE FORMACIÓN PROFESIONAL DE INGENIERÍA AMBIENTAL**



**T E S I S**

**Identificación y análisis de los impactos ambientales por la  
producción de la trucha arcoíris en las jaulas flotantes en la  
laguna Punrún, Pasco - 2022**

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

---

Dr. Luis Alberto PACHECO PEÑA  
PRESIDENTE

---

Mg. Eleuterio Andrés ZAVALETA SANCHEZ  
MIEMBRO

---

Mg. Edgar Walter PEREZ JUZCAMAYTA  
MIEMBRO



Universidad Nacional Daniel Alcides  
Carrión Facultad de Ingeniería

Unidad de Investigación

## INFORME DE ORIGINALIDAD N° 177-2023-UNDAC/UIFI

La Unidad de Investigación de la Facultad de Ingeniería de la Universidad Nacional Daniel Alcides Carrión en mérito al artículo 23° del Reglamento General de Grados Académicos y Títulos Profesionales aprobado en Consejo Universitario del 21 de abril del 2022, La Tesis ha sido evaluado por el software antiplagio Turnitin Similarity, que a continuación se detalla:

Tesis:

Identificación y análisis de los impactos ambientales por la producción de la trucha arcoíris en las jaulas flotantes en la laguna Punrún, Pasco-2022

Apellidos y nombres de los tesistas:

Bach. GUTIERREZ CCUNO, Jesica Paola

Bach. TORIBIO HURTADO, Oscar Luis

Apellidos y nombres del Asesor:

**Mg. ROJAS VITOR, Lucio**

Escuela de Formación Profesional

**Ingeniería Ambiental**

Índice de Similitud

**16%**

**APROBADO**

Se informa al decanato para los fines pertinentes:

Cerro de Pasco, 15 de diciembre del 2023

  
UNDA UNIVERSIDAD NACIONAL DANIEL ALCIDES CARRIÓN  
FACULTAD DE INGENIERÍA  
UNIDAD DE INVESTIGACIÓN  
**Luis Villa Reguis Carbajal**  
DOCTOR EN CIENCIAS - DIRECTOR

## **DEDICATORIA**

A Dios, fuente inagotable de sabiduría y guía, le dedico este logro, reconociendo su constante luz que iluminó mi camino académico. A mis amados padres, cuyo inquebrantable apoyo y amor incondicional han sido mi mayor inspiración, les agradezco por ser mis pilares en este viaje. A mi querida familia, cuyo aliento y comprensión han sido mi fortaleza, les dedico este logro con gratitud. Este trabajo es un tributo a sus sacrificios, amor y fe en mí. Que este logro honre la memoria de quienes me precedieron y sea un testimonio de la bendición que ustedes representan en mi vida. Con profundo agradecimiento.

## **AGRADECIMIENTO**

Quisiera expresar mi profundo agradecimiento a todas las personas que han contribuido de manera significativa a la realización de este trabajo. En primer lugar, agradezco a Dios por brindarme la fortaleza, la inspiración y la claridad mental necesarias para llevar a cabo este proyecto.

A mis queridos padres y familia, les debo una deuda de gratitud que va más allá de las palabras. Su apoyo incondicional, comprensión y amor constante han sido mi ancla durante este desafiante viaje académico, por su orientación experta, paciencia y dedicación inquebrantable. Sus conocimientos y guía fueron fundamentales para dar forma a este trabajo.

Este logro no habría sido posible sin la colaboración y el apoyo de Universidad Nacional Daniel Alcides Carrión y su cuerpo docente. Agradezco la oportunidad de aprender y crecer en este entorno académico.

Cada persona que de alguna manera influyó en este proceso merece mi agradecimiento. Este trabajo es el resultado de un esfuerzo colectivo y refleja la contribución de muchos.

Finalmente, agradezco a todos aquellos que, de una forma u otra, han sido parte de este viaje. Este logro no solo es mío, sino también de quienes han dejado una huella en mi camino.

## RESUMEN

El presente documento tiene por finalidad identificar los impactos ambientales por la producción de la trucha arcoíris (*Oncorhynchus mykiss*) en las jaulas flotantes ubicados en la Laguna Punrun. La trucha arcoíris es originaria de Norte América; se introdujo al Perú hace más de 90 años, adaptándose principalmente a las condiciones ambientales de los ecosistemas altoandinos. La acuicultura es un sector productivo primario de mayor crecimiento de toda la economía. La producción de la especie trucha arcoíris con respecto a un panorama mundial de la producción de trucha arco iris desde el año 2011 al año 2016 ha tenido sus fluctuaciones, sin embargo, a nivel nacional ha alcanzado un nivel de producción importante en nuestro país. Según el Ministerio del Ambiente, el Perú ocupó el quinto lugar en producción de trucha en el año 2016, con un volumen de 52 217 TM.

Esta actividad se desarrolla principalmente en los departamentos altoandinos, siendo Puno quien presenta la mayor producción en el 2019 (64.08 %), seguido de Pasco (14.2 %), Huancavelica (8.51 %) y Junín (6.3 %); los demás departamentos representan producciones menores al 1.6 % según indican los informes del Ministerio de Producción.

Mar Andino Perú S.A.C, siendo AMYGE, exporta a diversos mercados en el mundo, tales como Estados Unidos y Canadá. Uno de los lugares de producción que tiene la empresa se encuentra en las concesiones ubicadas en la Laguna de Punrún.

De la identificación y calificación de las posibles interacciones o efectos a generarse como consecuencia de la ejecución de la actividad acuícola, se identificaron los principales impactos ambientales que presentan un determinado grado de relevancia ambiental en función de sus índices de calificación obtenidas. Luego del análisis específico de cada una de las interacciones identificadas, los impactos ambientales

negativos con mayor calificación fueron los Residuos sólidos peligrosos, no peligrosos e hidrobiológicos.

**Palabras clave:** Trucha arcoiris, Laguna Punrun, Acuicultura, Impactos ambientales negativos.

## **ABSTRACT**

The purpose of this document is to identify the environmental impacts due to the production of rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) in the floating cages located in the Punrun Lagoon. The rainbow trout is native to North America; it was introduced to Peru more than 90 years ago, adapting mainly to the environmental conditions of the high Andean ecosystems.

Aquaculture is a primary productive sector with the highest growth in the entire economy. The production of the rainbow trout species with respect to a global panorama of rainbow trout production from 2011 to 2016 has had its fluctuations, but at the national level, it has reached an important level of production in our country. According to the Ministry of the Environment, Peru ranked fifth in trout production in 2016, with a volume of 52,217 MT.

This activity is mainly developed in the high Andean departments, with Puno being the one with the highest production in 2019 (64.08%), followed by Pasco (14.2%), Huancavelica (8.51%), and Junín (6.3%); the other departments represent productions of less than 1.6% according to the reports of the Ministry of Production.

Mar Andino Peru S.A.C., being AMYGE, exports to various markets in the world, such as the United States and Canada. One of the production sites that the company has is in the concessions located in the Punrun Lagoon.

From the identification and qualification of the possible interactions or effects to be generated as a consequence of the execution of the aquaculture activity, the main environmental impacts that present a certain degree of environmental relevance were identified based on their qualification indices obtained. After the specific analysis of each

of the identified interactions, the negative environmental impacts with the highest rating were hazardous, non-hazardous, and hydrobiological solid waste.

**Keywords:** rainbow trout, Punrun lagoon, aquaculture, negative environmental impacts.

## INTRODUCCIÓN

La presente investigación se enfoca en la identificación de los impactos ambientales derivados de la producción de trucha arcoíris (*Oncorhynchus mykiss*) en las jaulas flotantes ubicadas en la Laguna Punrun. Originaria de América del Norte, la trucha arcoíris se introdujo en el Perú hace más de 90 años, adaptándose de manera destacada a las condiciones ambientales de los ecosistemas altoandinos. La acuicultura, como sector productivo primario, ha experimentado un crecimiento significativo en la economía global, y la producción de trucha arcoíris a nivel nacional ha alcanzado niveles notables, situando al Perú en el quinto lugar en producción de trucha según datos del Ministerio del Ambiente en el año 2016, con un volumen de 52 217 toneladas.

Este estudio se centra especialmente en las operaciones de Mar Andino Perú S.A.C, en particular, en sus concesiones ubicadas en la Laguna de Punrún, desde donde exporta sus productos a mercados internacionales, incluyendo Estados Unidos y Canadá. Si bien la trucha arcoíris ha contribuido significativamente al desarrollo económico de la región altoandina, es imperativo examinar críticamente los posibles impactos ambientales asociados con la acuicultura en este entorno específico.

A través de la identificación y evaluación de las posibles interacciones y efectos generados por la actividad acuícola, este estudio destaca los principales impactos ambientales con un grado significativo de relevancia, según los índices de calificación obtenidos. En este contexto, se observa que los residuos sólidos, tanto peligrosos como no peligrosos, junto con los residuos hidrobiológicos, se destacan como los impactos ambientales negativos de mayor calificación.

Este análisis específico permitirá no solo comprender los desafíos medioambientales asociados con la producción de trucha arcoíris en la Laguna Punrun, sino también proporcionar recomendaciones y estrategias para mitigar estos impactos y fomentar una acuicultura sostenible en la región de Pasco.

## ÍNDICE

DEDICATORIA

AGRADECIMIENTO

RESUMEN

ABSTRACT

INTRODUCCIÓN

ÍNDICE

### CAPÍTULO I

#### PROBLEMA DE INVESTIGACION

1.1. Identificación y determinación del problema .....	1
1.2. Delimitación de la investigación .....	2
1.3. Formulación del problema.....	2
1.3.1. Problema general .....	2
1.3.2. Problemas específicos.....	3
1.4. Formulación de objetivos .....	3
1.4.1. Objetivo General.....	3
1.4.2. Objetivos específicos .....	3
1.5. Justificación de la investigación .....	4
1.6. Limitación de la investigación.....	5

### CAPÍTULO II

#### MARCO TEÓRICO

2.1. Antecedentes de estudio .....	6
2.1.1. Antecedentes nacionales .....	6
2.1.2. Antecedentes internacionales .....	9
2.2. Bases teóricas – científicas .....	10
2.2.1. Evaluación de impacto ambiental.....	10

2.2.2. Matriz de Leopold .....	11
2.2.3. Parámetros físicos y químicos del agua.....	12
2.2.4. Estándares de calidad de agua .....	14
2.2.5. Factores biológicos y culturales .....	15
2.2.6. La acuicultura .....	15
2.2.7. La acuicultura peruana.....	19
2.2.8. La trucha arcoíris .....	20
2.2.9. Ubicación del área de estudio .....	30
2.3. Definición de términos básicos.....	42
2.4. Formulación de hipótesis .....	44
2.4.1. Hipótesis general .....	44
2.4.2. Hipótesis específicas.....	45
2.5. Identificación de variables .....	45
2.5.1. Variable independiente .....	45
2.5.2. Variable dependiente .....	45
2.6. Definición operacional de variables e indicadores .....	45

### **CAPÍTULO III**

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

3.1. Tipo de investigación.....	48
3.2. Nivel de investigación .....	48
3.3. Métodos de investigación .....	49
3.3.1. Trabajo de gabinete .....	49
3.3.2. Trabajo de campo .....	59
3.4. Diseño de investigación .....	60
3.5. Población y muestra.....	60
3.5.1. Población .....	60
3.5.2. Muestra .....	61

3.6. Técnicas e instrumentos de recolección de datos .....	61
3.6.1. Parámetros físicos medidos en el agua .....	61
3.6.2. Interpretación de resultados .....	61
3.6.3. Selección y toma de muestras .....	61
3.7. Selección, validación y confiabilidad de los instrumentos de investigación .....	62
3.8. Técnicas de procesamiento y análisis de datos .....	63
3.9. Tratamiento estadístico .....	67
3.10. Orientación ética filosófica y epistémica .....	68

## **CAPÍTULO IV**

### **RESULTADOS Y DISCUSIÓN**

4.1. Descripción del trabajo de campo .....	69
4.2. Presentación, análisis e interpretación de resultados .....	70
4.2.1. Descripción del trabajo en gabinete .....	70
4.2.2. Resultado de los titulares de las concesiones acuícolas en la laguna Punrún .....	70
4.2.3. Componentes ambientales del proyecto potencialmente a ser afectados .	72
4.2.4. Identificación de los principales impactos ambientales que genera la acuicultura de la especie trucha arcoíris de Punrún .....	75
4.2.5. Alternativas para los impactos negativos identificados en la laguna de Punrún .....	78
4.3. Prueba de hipótesis .....	80
4.4. Discusión de resultados .....	82
4.4.1. Impactos ambientales negativos que genera la acuicultura de la especie trucha arcoíris en la Laguna de Punrún, ubicada en el distrito de Tinyahuarco, provincia Pasco y región Pasco .....	82
4.4.2. Estado actual de la acuicultura de la especie trucha arcoíris en la laguna Punrún en la región de Pasco .....	83

4.4.3. Alternativas para la mitigación de los impactos ambientales negativos identificados.....	84
--	----

CONCLUSIONES

RECOMENDACIONES

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ANEXO

## ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

Ilustración 1: Estado mundial de la Pesca y acuicultura .....	18
Ilustración 2: Especie <i>Oncorhynchus mykiss</i> .....	21
Ilustración 3: Ciclo de vida.....	23
Ilustración 4: Oxígeno disuelto .....	24
Ilustración 5: Caudal del agua para 1000 individuos .....	25
Ilustración 6: Incubación hasta primera alimentación.....	26
Ilustración 7: pH Necesario para la trucha arcoiris .....	27
Ilustración 8: Mapa geográfico de la laguna Punrun.....	32
Ilustración 9: Delimitación de la laguna de Punrún .....	33
Ilustración 10: Registro de individuos de aves por órdenes .....	37
Ilustración 11: Detalle de especies según orden.....	38
Ilustración 12: Análisis socioeconómico de la Laguna Punrún en la comunidad de Racracancha.....	40
Ilustración 13: Análisis socioeconómico de la Laguna Punrún en la comunidad de Ucrucancha .....	41
Ilustración 14: Fotografía del monitoreo de la Laguna de Punrún.....	59
Ilustración 15: Lectura de resultados obtenidos en el Multiparámetro .....	60
Ilustración 16: Selección y toma de muestras .....	62
Ilustración 17: Análisis estadístico.....	67
Ilustración 18: Producción acuícola de trucha arcoíris de la región Pasco del 2012 – 2019 .....	70
Ilustración 19: Empresas Exportadoras de Trucha HG /entera congelada (US\$ FOB) .	71
Ilustración 20: Resultados de evaluación .....	72
Ilustración 21: Centro poblado "LACSACOCCHA" .....	94
Ilustración 22: Centro poblado "CAMPO DIQUE".....	94
Ilustración 23: Centro poblado "CASA LAGUNA" .....	95
Ilustración 24: Centro poblado "COLPA" .....	95

## ÍNDICE DE FOTOGRAFÍAS

Fotografía 1: Vista frontal Noreste de la laguna de Punrun .....	102
Fotografía 2: Identificación del área de estudio .....	102
Fotografía 3: Análisis de componentes ambientales .....	103
Fotografía 4: Identificación del recurso flora del área del estudio .....	103
Fotografía 5: Identificación del componente de la actividad de la empresa Mar Andino Perú SAC .....	104
Fotografía 6: Identificación de los puntos de monitoreo de la calidad de agua de la laguna Punrún.....	105
Fotografía 7: Monitoreo de la calidad de agua de la laguna Punrún .....	105
Fotografía 8: Generan trabajo en las zonas donde operamos: más del 90% de nuestros colaboradores pertenecen a las comunidades locales .....	107
Fotografía 9: Promueve inclusión de mujeres en sus faenas, promoviendo la equidad de género y la igualdad de remuneraciones. ....	107
Fotografía 10: En la comunidad de Choclococha, aportó con una guardería que alberga a los hijos de los colaboradores y prestadores de servicios, donde gente de la comunidad apoya en la educación de los niños mientras los padres trabajan. Asisten niños de 1 a 4 años.....	108
Fotografía 11: Componente de la actividad acuícola de la empresa Mar Andino Perú S.A.C. ....	108

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1: Operacionalización de variables.....	46
Tabla 2: Identificación de centros poblados .....	51
Tabla 3: Datos Generales de la empresa Mar Andino Peru S.A.C.....	53
Tabla 4: Datos Generales de la empresa Surlux Peru S.A.C.....	53
Tabla 5: Puntos de muestreo de la Laguna Punrún en Pasco UTM WGS84 Zona SUR 18L.....	55
Tabla 6: Parámetros físicos medidos del agua .....	55
Tabla 7: Estándares de Calidad de Agua Superficial (ECA – Agua) – Categoría 4 .....	58
Tabla 8: Selección de la validación .....	62
Tabla 9: Evaluación de indicadores.....	62
Tabla 10: Puntaje total.....	63
Tabla 11: Matriz de Leopold .....	65
Tabla 12: Registro de certificaciones ambientales y/o instrumentos de gestión ambiental para la acuicultura en la región Pasco .....	71
Tabla 13: Resultados de los parámetros en los puntos de monitoreo.....	72
Tabla 14: Cuadro de impactos ambientales generados por la actividad de acuicultura de la trucha Arcoíris .....	76
Tabla 15: Variables ambientales identificadas .....	77
Tabla 16: Residuos sólidos peligrosos y no peligrosos .....	78
Tabla 17: Residuos sólidos hidrobiológicos.....	80

## ÍNDICE DE MAPAS

Mapa 1: Ubicación del área de estudio a nivel Georeferencial .....	50
Mapa 2: Determinación de centros poblados y comunidades con una distancia no mayor a 125m2. ....	52
Mapa 3: Georreferenciación de empresas acuícolas productoras de trucha arcoíris en la laguna de Punrún .....	54
Mapa 4: Georreferenciación de empresas .....	56

# **CAPÍTULO I**

## **PROBLEMA DE INVESTIGACION**

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

La producción de truchas en el Perú, en estos últimos años ha tenido un crecimiento significativo, por las condiciones medioambientales de las zonas altoandinas a su vez la presencia de recursos hídricos en condiciones óptimas, sin embargo, este alto crecimiento ha tornado preocupación por las externalidades en el medio ambiente, por posibles daños que generaría en la calidad del agua y afectar negativamente a los ecosistemas.

La trucha arcoíris es una especie nativa de Norte América, a partir del año 1874 fue introducida en diversas partes del mundo, se caracteriza por tener coloración verde olivo en el dorso y en los flancos un tinte mas claro, con una franja iridiscente de color rosa, azul, violeta y cobrizo debido al reflejo de la luz, similar a un arcoíris, del cual proviene su nombre. Esta especie prefiere las corrientes moderadas y generalmente está en tramos medios de fondos pedregosos, soporta la temperatura entre 25°C y cercanos a la congelación (INAGRO, 2008). Cabe

resaltar que un modelo mal gestionado de acuicultura, provoca preocupación en los diversos sectores y organismos por los posibles daños que estuviera generando sobre el medio ambiente y esta pueda presentar grandes deterioros ambientales, más aún al ser considerada una actividad en proceso de expansión, esta actividad acuícola atenta contra la biodiversidad, a su vez representa un impacto negativo en los cuerpos de agua receptores, los grandes problemas de eutrofización en lagos y ríos con exceso de nutrientes que generan la aceleración del proceso y los compuestos químicos utilizados para el tratamiento de las enfermedades de las especies.

El estudio se basará en identificar y analizar los impactos ambientales por la actividad de la acuicultura de la especie trucha arcoíris, en la Laguna de Punrún, ubicada en el distrito de Tinyahuarco, provincia Pasco, región Pasco, siendo esta el área de estudio de la presente investigación se encuentra en una altitud de 4340 msnm.

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

El estudio se basará en identificar y analizar los impactos ambientales que origina la actividad de la acuicultura de la especie trucha arcoíris, en el área de estudio de la Laguna de Punrún, ubicada en el distrito de Tinyahuarco, provincia Pasco, región Pasco.

## **1.3. Formulación del problema**

### **1.3.1. Problema general**

¿De qué manera evaluar la sostenibilidad ambiental de la acuicultura de la especie trucha arcoíris en la Laguna de Punrún, situada en el distrito de Tinyahuarco, provincia Pasco y región Pasco?

### **1.3.2. Problemas específicos**

- ¿Cuáles serán los impactos ambientales que genera la acuicultura de la especie trucha arcoíris en la Laguna de Punrún, ubicada en el distrito de Tinyahuarco, provincia Pasco y región Pasco?
- ¿Cuál será el estado actual de la acuicultura de la especie trucha arcoíris en la región Pasco?
- ¿Cuáles serán las alternativas para los impactos negativos identificados en la laguna de Punrún?

## **1.4. Formulación de objetivos**

### **1.4.1. Objetivo General**

Evaluar la sostenibilidad ambiental de la acuicultura de la especie trucha arcoíris en la Laguna de Punrún, situada en el distrito de Tinyahuarco, provincia Pasco y región Pasco.

### **1.4.2. Objetivos específicos**

- Identificar los impactos ambientales que genera la acuicultura de la especie trucha arcoíris en la Laguna de Punrún, ubicada en el distrito de Tinyahuarco, provincia Pasco, región Pasco en el 2022.
- Determinar el estado actual de la acuicultura de la especie trucha arcoíris en la región Pasco.
- Identificar las alternativas para los impactos negativos identificados en la laguna de Punrún.

## 1.5. Justificación de la investigación

El crecimiento exponencial de la acuicultura ha generado seria preocupación tanto en el gobierno como en los grupos ambientalistas, al ser considerado como una actividad en proceso de expansión.

**Justificación Teórica:** Una evaluación ambiental requiere de la identificación de varios componentes ambientales como el físico biológico socioeconómico de esa manera a través de una matriz de calificación y valoración a través de diversos métodos como la evaluación rápida permite tener un resultado cualitativo asimismo la eutrofización de la Laguna se basa en la concentración de fósforo según la ecuación de Thomann y Mueller (1987). Se conoce por amplios estudios que las actividades acuícolas con llevan a efectos contra la biodiversidad cuya conservación ha generado motivo de preocupación tanto a nivel mundial, como nacional, producto de esto se emite la Ley General de Acuicultura aprobado con Decreto Legislativo N°1195, donde con su respectivo reglamento se regulan los criterios, procesos y procedimientos.

**Justificación Practica:** La actividad económica que genera esta comercialización por la creciente demanda de la población en la que se estimó un incremento de un 50% para el año 2015 entendiéndose que el 2012 es del 32.2%, las comunidades campesinas en la zona andina del Perú tienen a disposición los recursos hídricos como las lagunas y ríos con alta concentración de fitoplancton Y qué hace viable la producción de esta actividad acuícola.

**Justificación Social:** El Ministerio de desarrollo Agrario y riego (Midagri, 2016) manifiesta qué la actividad de la crianza de la trucha es rentable para la comunidad campesina con un costo de comercialización de 9 soles el kg y que en

los supermercados se vende a 13 soles bajo la designación trucha de la reserva paisajística Nor Yauyos que se ubica a una altura de 3800 m sobre el nivel del mar en la laguna o al guau viéndose esta especie entre 8 a 12 grados su producción es a través de jaulas flotantes zona en el que se ubica en la cuenca del Río cañete las campañas o cosechas requieren de 15 personas llegando a concluir ya la inversión de un capital inicial de 17500 soles la producción a medio plazo es de 70 toneladas por campaña.

#### **1.6. Limitación de la investigación**

Considero que dentro de las limitaciones para el desarrollo de la investigación es la escasa bibliografía y la falta de actualización de la información que proporcionan el Ministerio de Producción y el gobierno regional de Pasco, por lo que recurrimos a los repositorios de acceso abierto de diversas universidades.

- El acceso a la zona por su accidentado lugar geográfico.
- El permiso para toma de muestras por la comunidad.
- La disponibilidad de equipos en materia química para el análisis en laboratorio de la calidad de agua de la laguna inmersión.

## **CAPÍTULO II**

### **MARCO TEÓRICO**

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

##### **2.1.1. Antecedentes nacionales**

El (Gobierno Regional de Apurímac, 2018) en aras de incrementar la actividad económica de su región entrega jaulas flotantes para la crianza de la trucha en la laguna de Atacocha, a fin de que participen mujeres de la comunidad campesina de Lliupapuquio e incrementen sus ingresos económicos por el creciente mercado de la crianza de la trucha arcoiris en el distrito de San Jerónimo provincia de andahuaylas, estos módulos presentan una estructura de almacén y guardianía equipados con energía fotovoltaica siendo sus medidas de 5 m de largo por 5 de ancho por 3 de profundidad llamada bolsa de cultivo en estas se realizan cuatro compartimientos de características iguales en función a la crianza hablamos de alevinaje juveniles y acabado asimismo otorga una lancha a motor para el transporte de la crianza entre 2.5 a 3 toneladas por campaña, concluyendo que este tipo de proyectos eleva el crecimiento de la cadena productiva mejorando La

cosecha de la trucha para su comercialización en los mercados locales regionales y nacionales.

Desde el punto de vista de económico en la investigación de (Salinas-Castillo & Alarcón-Vera, 2017) se realiza un análisis de Mercado con llevando a que estas actividades viene generando muchos puestos de trabajo y va incrementándose progresivamente sus exportaciones por la demanda mundial en el consumo de los filetes de la trucha la cual propone como estudio la acuicultura de la trucha como una opción en el desarrollo de las comunidades andinas amparado en una ley que promociona y fomenta la producción como aprovechamiento de los recursos naturales el mercado mundial demanda más de un 80% el consumo de pescados siendo los salmones las truchas el 7,2 lo refiere la FAO, concluyendo la sostenibilidad a través de piscigranjas en uso de jaulas en las lagunas como medios para elevar la producción de esta especie.

En la investigación de (Vásquez Quispesivana et al., 2016) se determina el impacto ambiental en la calidad del agua por el cultivo de 70000 truchas cada tres meses, estudiando los alimentos balanceados para truchas los aminoácidos los índices de carbohidratos los minerales las vitaminas y las calorías, realizando mediciones significativas de los índices de acidez dióxido de carbono fósforo y conductividad eléctrica teniendo como resultados que 611 kg fueron vertidos a la laguna producto de la digestión de los alimentos incrementándose la concentración de fósforo por el incremento de la actividad de la crianza de trucha llegando a la conclusión que el lago tiene una clasificación eutrófica porque alcanzó los valores de 32.79mg/m<sup>3</sup> de PO<sub>4</sub>-P.

Los impactos ambientales según (Castro Machaca & Vera Olve, 2022) que puede generar la crianza de la trucha en las diversas lagunas por su incremento y creciente comercialización en estos últimos años motivan a tomar acciones de prevención a fin de que esta actividad sea sostenible ambientalmente y económicamente, uno de los posibles daños es la eutrofización del cuerpo de agua cambiando la flora natural del lugar evaluamos los estándares nacionales de calidad ambiental la 015-2015 esta actividad viene superando los límites máximos permisibles. La metodología para evaluar el impacto ambiental requiere de muestreos y equipos multiparámetros para medir las características físicas del cuerpo de agua, teniendo como resultado en el componente físico considera la cobertura vegetal y el tipo de suelo en el componente se evalúa la flora y la fauna y el socioeconómico los ambientes educativos la central hidroeléctrica en la que el indicador predominante es la concentración de fósforo concluir que la actividad acuicultura en las lagunas son negativos sin embargo devaluación fisicoquímica no muestran indicios de contaminación orgánica y biológica lo que llama la atención es el elevado concentración de Arsénico y de Boro para una laguna con esta actividad la presencia del fósforo califica el tipo de la laguna.

En la evaluación de impacto ambiental de la actividad de cultivo de la trucha *Oncorhynchus mykiss* en la laguna Suches de la Región de Tacna (Calixto Quispe, 2019) concluye que según las evidencias encontradas los impactos ambientales negativos son poco significativos garantizando el cumplimiento de las medidas de mitigación propuestas y menciona que esta actividad trae consigo impactos positivos en el factor socio económico cuya magnitud es media y la importancia permanente en la generación de empleo.

El objetivo del estudio (Choque Vargas, 2021) ha sido el de evaluar el efecto en el ambiente en una zona de crianza de trucha en las jaulas flotantes que se encuentran ubicadas en el distrito de Pomata del Centro Poblado de Huacani, la evaluación se realizó con una metodología de un estudio descriptivo considerando cuatro estaciones de muestreo, evaluando parámetros fisicoquímicos del agua, la flora y fauna de las zonas, donde los resultados indica que el parámetro fisicoquímico afectado por la crianza de truchas en jaulas flotantes en la ubicación mencionada fue de 49.29 mg/L en la zona de crianza y de 15.19 mg/L en la zona de control, con un mayor desarrollo de alga Potamogeton en la zona de crianza y con menor riqueza de especies (04 especies) a comparación de la zona de control (05 especies). Así mismo se concluyó que el componente cultural fue afectado debido que para la crianza se ha cambiado el tipo de tecnología tradicional por la introducción de la especie de trucha para su crianza.

Se evaluaron la contaminación de las aguas del río Chía en la investigación (Oré Velásquez, 2016) originado por la actividad truchicola, estableciendo tres estaciones de muestreo, en cada estación se midieron los parámetros fisicoquímicos y bacteriológicos, a su vez se colectaron macroinvertebrados bentónicos y se identificaron mediante claves taxonómicas hasta el nivel de familias, para determinar el índice de diversidad de Shannon-Wiener ( $H'$ ) y el índice de biótico para los Ríos del Norte del Perú, en las tres estaciones, se valoró como agua moderada o ligeramente contaminada y de calidad biológica regular, los parámetros fisicoquímicos y bacteriológicos se hallaron dentro de los límites de los ECA-2015.

### **2.1.2. Antecedentes internacionales**

En el estudio de (Rust et al., 2019) realiza los análisis de incendios forestales y esto cómo impacta en la calidad del agua, evidenciando afectaciones a los ecosistemas acuáticos analizando los parámetros como el caudal la temperatura el oxígeno disuelto el pH la conductividad y los sólidos disueltos totales en el Río Bravo de Estados Unidos muestreando anualmente a la población de macroinvertebrados teniendo como resultado la turbidez del agua generado por las lluvias en la que depositaron sedimentos en el río lo que impactó negativamente en la población de truchas alcanzando un índice de turbidez hasta 505 NTU elevándose hasta 3000 NTU durante los eventos de precipitaciones, llegan a concluir que a durante un tiempo de 3 años diversas especies recuperando sus unidades previos al incendio. El artículo de (Torres Barrera & Grandas Rincón, 2017) estima los desperdicios generados por la producción de trucha arcoíris en el lago de Tola, ecosistema de agua dulce ubicado en el departamento de Boyacá, Colombia, y el potencial impacto sobre este, la producción de trucha se desarrolla de manera intensiva con jaulas inmersas, el método de la investigación utilizado fue exploratorio, partiendo de la información sobre acuicultores y producción que es suministrada por la Aunap (2011) según los resultados obtenidos, se evidenció la contaminación del lago, ingresando por la producción de trucha en jaulas en los últimos diez años mas de cinco mil (5, 000) toneladas de desecho, donde estos sedimentos disminuyen la profundidad del lago y genera la disminución de oxígeno disuelto, aumenta el fosforo total, la demanda química y bioquímica de oxígeno y los sólidos suspendidos totales.

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

### **2.2.1. Evaluación de impacto ambiental**

La evaluación de impacto ambiental es un proceso participativo, técnico administrativo, destinado a prevenir, minimizar, corregir y/o mitigar e informar acerca de los potenciales impactos ambientales negativos que pudieran derivarse de las políticas, planes, programas y proyectos de inversión, y asimismo, intensificar sus impactos positivos. (Ministerio del Ambiente, 2011)

Este proceso además comprende medidas que aseguren, entre otros, el cumplimiento de los Estándares de Calidad Ambiental, los Límites Máximos Permisibles y otros parámetros y requerimientos aprobados de acuerdo con la legislación ambiental vigente. Los resultados de la evaluación de impacto ambiental deben ser utilizados por la Autoridad Competente para la toma de decisiones respecto de la viabilidad ambiental del proyecto, contribuyendo a su mayor eficiencia, bajo los mandatos, criterios y procedimientos establecidos en la Ley, el presente Reglamento y las demás normas complementarias. (Ministerio del Ambiente, 2011)

### **2.2.2. Matriz de Leopold**

Consiste en un cuadro de doble entrada en el que se dispone como filas los factores ambientales que pueden ser afectados y como columnas las acciones propuestas que tienen lugar y que pueden causar posibles impactos. (Dellavedova, 2016)

Se debe entender que el impacto ambiental es considerado como todas aquellas acciones realizadas por el ser humano, que alteran el equilibrio natural del ambiente en sus distintos aspectos, por tanto, son considerados como acciones de origen antrópico, en el caso de los sistemas de crianza de truchas, se considera a la fase de instalación de las jaulas, al proceso de crianza y también a la cosecha y su posible transformación en subproductos.

### **2.2.3. Parámetros físicos y químicos del agua**

Las aguas naturales, al estar en contacto con diferentes agentes (aire, suelo, vegetación, subsuelo, etc.), incorporan parte de los mismos por disolución o arrastre, o incluso, en el caso de ciertos gases, por intercambio. A esto es preciso unir la existencia de un gran número de seres vivos en el medio acuático que interrelacionan con el mismo mediante diferentes procesos biológicos en los que se consumen y desprenden distintas sustancias. Esto hace que las aguas dulces pueden presentar un elevado número de sustancias en su composición química natural, dependiendo de diversos factores tales como las características de los terrenos atravesados, las concentraciones de gases disueltos, etc. (García de la Fuente, 2013)

#### **2.2.3.1. Conductividad**

Se define la conductividad eléctrica como la capacidad de que una sustancia pueda conducir la corriente eléctrica, y por tanto, es lo contrario de la resistencia eléctrica. Es una variable que depende de la cantidad de sales disueltas en un líquido. La unidad de medición utilizada comúnmente es el siemens/cm (S/cm), microsiemens/cm ( $\mu\text{S/cm}$ ), o milisiemens/cm (mS/cm). (García de la Fuente, 2013).

En soluciones acuosas el valor de la conductividad es directamente proporcional a la concentración de sólidos disueltos. Por lo tanto, cuanto mayor sea dicha concentración mayor será la conductividad, como puede observarse en los valores apuntados a continuación:

- Agua pura: 0,055  $\mu\text{S/cm}$ .
- Agua destilada: 0,5  $\mu\text{S/cm}$ .
- Agua de montaña: 1,0  $\mu\text{S/cm}$ .

- Agua de uso doméstico: 500-800  $\mu\text{S}/\text{cm}$ .
- Agua de mar: 50.000-60.000  $\mu\text{S}/\text{cm}$ .

#### **2.2.3.2. Dureza**

La dureza del agua corresponde a la suma de calcio y magnesio, a los que se añaden los iones hierro, aluminio, manganeso, etc. Su medida se expresa habitualmente en  $^{\circ}\text{F}$  (grados franceses)  $^{\circ}\text{dH}$  (grados alemanes) o ppm de carbonato cálcico ( $\text{CaCO}_3$ ). (García de la Fuente, 2013).

#### **2.2.3.3. Sólidos disueltos totales o salinidad**

La cantidad de sólidos disueltos totales (TDS) es uno de los principales indicadores de la calidad del agua. El TDS es el total de sales disueltas y se puede expresar en  $\text{mg}/\text{l}$ ,  $\text{g}/\text{m}^3$  o ppm ( $\text{mg}/\text{l}$ ). El hecho de que el agua tenga sales en disolución, hace que ésta sea conductiva a la electricidad. Así un agua con muchas sales, es muy conductiva y la medida de la conductividad nos permite evaluar de una forma rápida la salinidad del agua. (García de la Fuente, 2013).

#### **2.2.3.4. pH o índice de hidrogeno**

Existen ácidos fuertes (sulfúrico, clorhídrico) y ácidos débiles (acético, carbónico) y de la misma forma existen bases fuertes (sosa cáustica) y bases débiles (amoníaco, hidróxido de amonio).

La fuerza de un ácido está determinada por su anión; anión fuerte (sulfúrico, clorhídrico) anión débil (carbonato, bicarbonato) y todos tienen el mismo catión ( $\text{H}^+$ ). Lo mismo ocurre con las bases. (García de la Fuente, 2013)

- Cuando se une un anión (ácido) fuerte con un catión (base) fuerte, la sal resultante es neutra, ya que la acidez y basicidad están compensadas.
- Cuando se une un anión (ácido) fuerte, con un catión (base) débil, la sal resultante será ácida.
- Cuando se une un anión (ácido) débil con un catión (base) fuerte, la sal resultante será básica.

#### **2.2.4. Estándares de calidad de agua**

Los parámetros de los ECA para Agua que se aplican como referente obligatorio en el diseño y aplicación de los instrumentos de gestión ambiental, se determinan considerando las siguientes variables (Ministerio del Ambiente, 2017), según corresponda:

- a) Los parámetros asociados a los contaminantes que caracterizan al efluente del proyecto o la actividad productiva, extractiva o de servicios.
- b) Las condiciones naturales que caracterizan el estado de la calidad ambiental de las aguas superficiales que no han sido alteradas por causas antrópicas.
- c) Los niveles de fondo de los cuerpos naturales de agua; que proporcionan información acerca de las concentraciones de sustancias o agentes físicos, químicos o biológicos presentes en el agua y que puedan ser de origen natural o antrópico.
- d) El efecto de otras descargas en la zona, tomando en consideración los impactos ambientales acumulativos y sinérgicos que se presenten aguas arriba y aguas abajo de la descarga del efluente, y que influyan en el estado actual de la calidad ambiental de los cuerpos naturales de agua donde se realiza la actividad.

- e) Otras características particulares de la actividad o el entorno que pueden influir en la calidad ambiental de los cuerpos naturales de agua

La aplicación de los ECA para Agua como referente obligatorio está referida a los parámetros que se identificaron considerando las variables del numeral anterior, según corresponda, sin incluir necesariamente todos los parámetros establecidos para la categoría o subcategoría correspondiente.

#### **2.2.5. Factores biológicos y culturales**

La evaluación de la presencia de la macrofauna bentónica en los sedimentos influenciados por jaulas de cultivos de peces son de mucha importancia para determinar el estado del proceso de contaminación de un cuerpo de agua, puesto que muchas de las familias de especies que habitan en estos ecosistemas, se encuentran adaptadas a ciertos niveles de contaminación como producto de dicha actividad, siendo algunas de ellas tolerantes y otras sensibles a la presencia de nutrientes y materia orgánica que son los principales componentes de contaminación. (García de la Fuente, 2013)

#### **2.2.6. La acuicultura**

La acuicultura es una actividad productora de alimentos que depende de ecosistemas o sitios gestionados (Knowler, 2008), hecho que le hace sensible a la planificación estratégica y al desarrollo sostenible; constituye uno de los sectores de mayor crecimiento para la producción de alimentos que aporta actualmente cerca del 50 % de la oferta mundial de pescado y es una de las principales actividades económicas del presente siglo. (Arias Schreiber, 1996)

Se trata de una importante actividad económica de producción de alimentos; materias primas de uso industrial y farmacéutico; y de producción de organismos vivos para la reproducción, repoblación u ornamentación. El cultivo, no solo

supone alguna forma de intervención en el proceso de cría para aumentar la producción, sino también conlleva la propiedad individual o empresarial de la población que se cultiva y la planificación, el desarrollo y la utilización de sistemas, emplazamientos, instalaciones y prácticas de la acuicultura, así como la producción y el transporte. (FAO Organizational Chart, 2023).

Sin embargo, dados los esfuerzos actuales para desarrollar la acuicultura de manera exitosa y sostenible tanto en los países en desarrollo como en los desarrollados, es esencial que se aborden adecuadamente todos los problemas sociales y ambientales. (Welcome, Barg, & División de Gestión de la Pesca y la Acuicultura, 1998)

#### **2.2.6.1. El enfoque ecosistémico de la acuicultura**

El crecimiento de la acuicultura en todo el mundo (con diferencias entre las regiones y economías) siempre implica la expansión de las áreas cultivadas, granjas de cultivo de mayor tamaño, mayor densidad de individuos en los cultivos y la utilización de recursos alimenticios a menudo producidos fuera del área inmediata. A nivel mundial, la acuicultura ha aumentado su impacto social y económico a través de la producción de alimentos, la contribución a los medios de subsistencia y la generación de ingresos. Otros efectos positivos sobre el ecosistema incluyen, por ejemplo, el suministro de semillas para la repoblación de especies acuáticas amenazadas o sobreexplotadas.

Sin embargo, cuando es mal administrada, la acuicultura puede afectar las funciones de los ecosistemas y los servicios con consecuencias ambientales, sociales y económicas negativas. La acuicultura por lo general también se enfrenta a riesgos derivados de otras actividades humanas como

la contaminación de cursos de agua por la agricultura y las actividades industriales. (FAO, 2011).

#### **2.2.6.2. Los sistemas de la acuicultura**

Los sistemas de cultivo son muy diversos. Estos pueden realizarse con agua de mar tanto en la costa como en alta mar, agua dulce o una mezcla de ambos. Se puede cultivar directamente en el medio acuático (sistema abierto) o en instalaciones bajo condiciones totalmente controladas (sistema cerrado). De acuerdo con este control, los cultivos pueden ser:

##### **a. Extensivo**

Con muy poca intervención del ser humano. Se da en programas de repoblamiento en lagunas, embalses o represas en beneficio de una comunidad o uso recreativo.

##### **b. Semi – extensivo**

La intervención humana se limita a la siembra, complementando la dieta natural con algo de alimentación y manejo de nivel de aguas. Los animales pueden estar confinados pero la cantidad de ellos por metro cuadrado (densidad) es baja. Esta técnica es usada en acuicultura de subsistencia.

##### **c. Intensivos**

Se manejan todos los parámetros de vida del animal. La siembra se realiza en altas densidades, con dietas diseñadas por edades. Hay recambio continuo de agua con flujo mecánico y oxigenación, y las temperaturas se mantienen constantes. En algunos casos, se maneja el fotoperiodo e, incluso, hay reciclaje del agua. Esta técnica se da cuando existen altos costos por el uso del agua, hay fuerte competencia por el

espacio y principalmente cuando se realiza producción industrial de semillas de cultivo (alevinos o larvas).

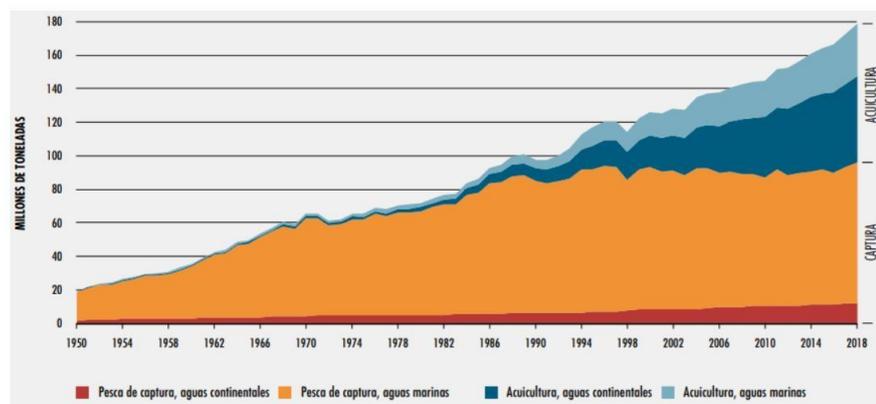
#### **d. Semi – intensivos**

Los animales están confinados en grandes estructuras, como jaulas o estanques, en los cuales se maneja la densidad de siembra, alimentación artificial, recambio de agua que se complementa con aireación de esta. Es la más común de acuiculturas industriales.

#### **2.2.6.3. El éxito de la acuicultura**

En las últimas décadas, la producción mundial de peces de cría se ha multiplicado por 12, convirtiéndose en el sector de producción de alimentos que ha crecido con más rapidez. La FAO estima que para el año 2018, de los 179 millones de toneladas de producción mundial de pescado, 82 millones procedieron de la producción acuícola, representando el 46% de la producción total y el 52% del pescado para consumo humano. (<https://www.fao.org/3/ca9229es/ca9229es.pdf> – El Estado Mundial de la Pesca y Acuicultura 2020).

**Ilustración 1: Estado mundial de la Pesca y acuicultura**



Nota: Excluidos los mamíferos acuáticos, cocodrilos, lagartos y caimanes, las algas y otras plantas acuáticas.

Fuente: FAO

Si bien durante las décadas de 1980 y 1990 la tasa de crecimiento anual de la acuicultura fue del 10.8% y 9.5% respectivamente, en el periodo 2001-2010 la tasa fue decreciendo hasta alcanzar un 5.8% y 4.5% en el periodo 2011-2018. (FAO Organizational Chart, 2023).

### **2.2.7. La acuicultura peruana**

Las primeras versiones del manejo de especies acuáticas en el Perú están dadas por los historiadores de la conquista, que relatan las costumbres de las poblaciones costeras autóctonas de aprovechar los cuerpos de agua cercanos al mar, para conectarlos con éste mediante canales que permitían el ingreso de peces diádromos, presumiblemente “lisas” (*Mugil sp.*), para engordarlos y disponer de ellas en el momento deseado. Sin embargo, siendo en la colonia la agricultura la actividad principal, la evolución de las técnicas de acuicultura quedó paralizada. En la época republicana, la pesca - principalmente marítima - fue desarrollándose paulatinamente, alcanzando su auge en la década de los años de 1960. (Rivas Plata, 1982)

#### **2.2.7.1. Retos para la acuicultura peruana**

Para la Sociedad Nacional de Pesquería, los retos para el desarrollo de la acuicultura en el Perú son tres: innovación, seguridad y relacionamiento con las comunidades.

La producción acuícola peruana se llegó a multiplicar en el Perú, al pasar de las 10 mil toneladas en el año 2003, a un poco más de 143 mil toneladas en el 2020, con un pico en el 2019 de un poco más de 161 mil toneladas. Sin embargo, los retos aún son grandes si queremos posicionar a la acuicultura nacional como una de las más importantes de la región y por

qué no, del mundo. Para que la acuicultura sea competitiva y sostenible su problemática se debe abordar desde distintos ángulos, que cubran aspectos tecnológicos, de mercado, logístico, de desarrollo de capacidades, crédito, calidad, etc. (Sociedad Nacional de Pesquería, 2023)

## **2.2.8. La trucha arcoíris**

### **2.2.8.1. Datos de interés**

La trucha arco iris es una especie originaria de América del Norte, con cierto grado de domesticidad y proveniente de varias especies del Pacífico, presente de forma natural en los ríos que desembocan en el Pacífico, desde el sur de Alaska hasta el norte de México. (Ministerio de Agricultura, pesca y alimentación, 2021).

Fue introducida para la pesca deportiva y la acuicultura en todos los continentes (salvo la Antártida) a finales del siglo XIX, iniciándose su cría en España en los años 60. Se reproduce sólo de forma esporádica en nuestros ríos, por lo que no suele dar lugar a poblaciones estables (Ministerio de Agricultura, pesca y alimentación, 2021).

En lo que a su producción se refiere, se realiza con poblaciones mayoritariamente hembras, que alcanzan la talla comercial de ración, de manera más eficiente (Ministerio de Agricultura, pesca y alimentación, 2021).

## Ilustración 2: Especie *Oncorhynchus mykiss*



Fuente: Sociedad Nacional de Pesquería - <https://www.snp.org.pe/industria-pesquera/>

### 2.2.8.2. **Habitad y comportamiento**

Vive en las aguas frías y limpias de ríos y lagos. Por su mayor grado de domesticidad frente a otras especies de salmónidos, se la considera más sencilla de estabular. Algunas variedades soportan temperaturas más cálidas y aguas con menos movimiento que la trucha común. Puede tolerar temperaturas que van desde los 0 a los 28-30°C, aunque el desove y crecimiento ocurren en un rango más estrecho, entre los 9 y los 14°C. (Ministerio de Agricultura, pesca y alimentación, 2021).

Es un pez muy resistente y tolerante a una amplia gama de ambientes, lo que le hace muy apto para la cría. (Ministerio de Agricultura, pesca y alimentación, 2021).

Crece más rápido que la trucha común, alcanzando la madurez sexual por lo general a los 2 o 3 años de vida. Las hembras pueden poner hasta 2.000 huevos por kg de peso corporal. La mayoría desovan sólo una vez, en primavera, entre enero y mayo. (Ministerio de Agricultura, pesca y alimentación, 2021).

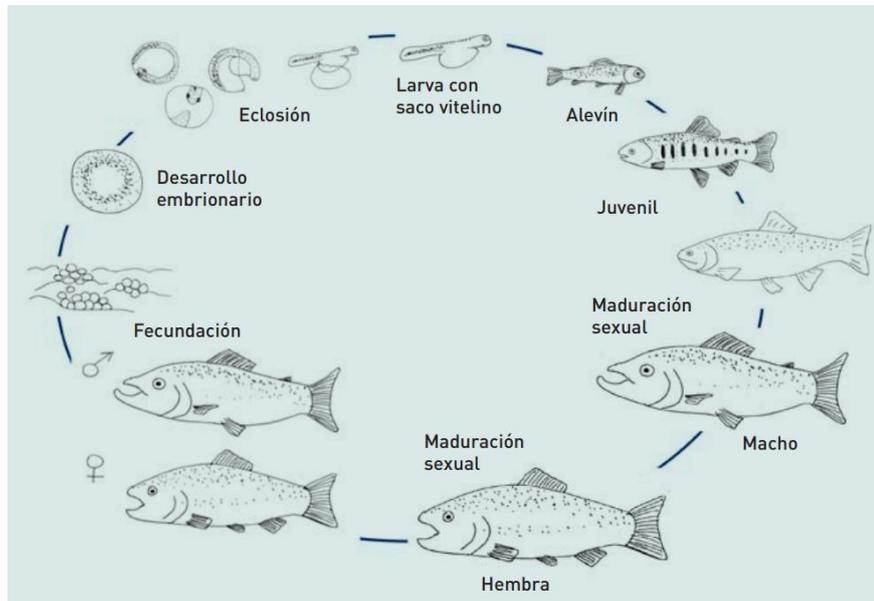
Habita de forma permanente en ríos y lagos, pero existe una variedad, conocida como cabeza de acero (“steelhead”) que migra al mar para crecer y alimentarse y regresa al agua dulce a desovar. Variedades extensamente criadas en Chile, Noruega, Dinamarca, etc. Su alimentación es muy variada y consiste principalmente en invertebrados (insectos, moluscos y crustáceos), huevos y pequeños peces (Ministerio de Agricultura, pesca y alimentación, 2021).

### **2.2.8.3. Reproducción**

Cuando se acerca la puesta las hembras tienen el vientre más abultado, con un ano prominente y enrojecido. Los machos oscurecen y adelgazan, el maxilar inferior se encorva en los más viejos y se vuelven agresivos. (Arregui Maraver, 2013)

Cada macho produce unos 25 millones de espermatozoides. La hembra excava un hoyo y libera unos 2000 óvulos por kg peso. Los huevos son relativamente grandes, de 3 a 6 mm de diámetro. Esta medida está relacionada con la talla de las hembras y no con su edad. El macho los fecunda inmediatamente, la hembra tapa el hoyo y los abandona. Los huevos eclosionan tras un mes aproximadamente. La época de puesta de arco iris es de diciembre a mayo, pero en todas las especies y subespecies existen diferencias individuales, de raza, por clima, estado sanitario, turbidez (puede retrasar la puesta), horas de luz (el desarrollo de los órganos sexuales tiene lugar a partir del verano y la maduración en los días cortos), etc. Estas diferencias tan acusadas en el período de puesta se han aprovechado por los piscicultores para mantener líneas genéticas con puestas de otoño o primavera. (Arregui Maraver, 2013)

### Ilustración 3: Ciclo de vida



Fuente: El cultivo de la trucha arco iris, 2013

#### 2.2.8.4. Condiciones ambientales

Necesitamos asegurar a la trucha condiciones ambientales óptimas o lo más cercanas posibles durante todas las fases de cultivo. Para ello lo primero es que el piscicultor conozca cuáles son estos requisitos de cultivo. (Arregui Maraver, 2013).

Estas condiciones pueden ser modificadas gracias a, por ejemplo, la oxigenación, la recirculación o el tratamiento del agua. (Arregui Maraver, 2013).

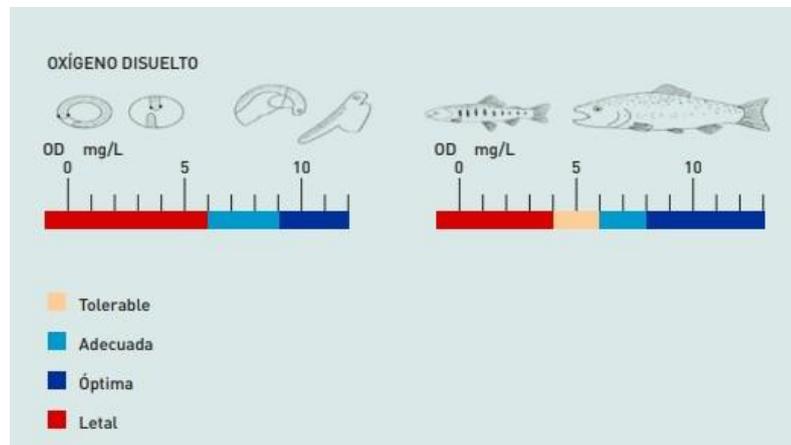
##### a. Oxígeno disuelto

La concentración óptima o aceptable de oxígeno dependerá de la fase del ciclo a cultivar. La necesidad de oxígeno en la trucha varía entre 200 y 500 mg/kg /h, según su edad. Las más jóvenes necesitan más oxígeno. (Arregui Maraver, 2013)

El rango óptimo es próximo a saturación (100%), pero los límites de cultivo para incubación de huevos y primeras fases embrionarias suelen

rondar los 6 mg/L, en etapas posteriores el límite puede encontrarse en los 4-5 mg/L, aunque conviene mantenerlo en niveles superiores, ya que no sólo ha de permitir la supervivencia de los peces sino un buen índice de conversión del alimento. La demanda de oxígeno aumenta significativamente durante la alimentación y digestión. (Arregui Maraver, 2013).

#### **Ilustración 4: Oxígeno disuelto**



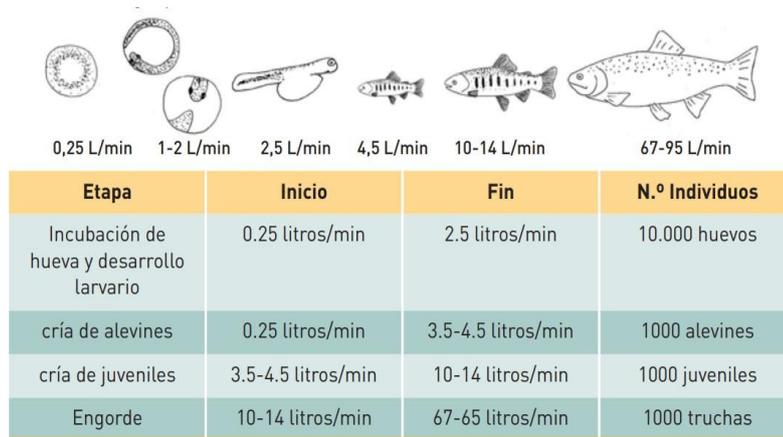
Fuente: El cultivo de la trucha arco iris, 2013

La cantidad máxima de oxígeno disuelto en el agua (saturación) depende principalmente de la temperatura. A mayor temperatura, menor cantidad de oxígeno disuelto, y viceversa. Existen otros factores a tener en cuenta: a mayor salinidad del agua o a menor presión atmosférica, menor solubilidad de oxígeno. Durante la noche la vegetación del río también va a consumir oxígeno. (Arregui Maraver, 2013).

#### **b. Caudal**

El suministro de agua que requiere la trucha arco iris se detalla a continuación según la fase de desarrollo para mil (1,000) especies.

### Ilustración 5: Caudal del agua para 1000 individuos



Fuente: El cultivo de la trucha arco iris, 2013

#### c. Velocidad del agua

Para calcular la velocidad óptima para la talla del pez los productores aplican una regla muy sencilla: 1 cm /s por cada cm de longitud del pez, hasta un máximo de 20 cm/s. A partir de aquí, aunque el pez tenga mayor longitud, no es aconsejable aumentar la velocidad del agua. Tanto el exceso como la falta de velocidad de agua puede ser muy perjudicial para los peces, especialmente durante su desarrollo larvario. (Arregui Maraver, 2013)

Si la velocidad es excesiva los peces tienden a agruparse en el final de los tanques rectangulares o en el centro de los circulares. (Arregui Maraver, 2013) Si la velocidad es excesiva los peces tienden a agruparse en el final de los tanques rectangulares o en el centro de los circulares. (Arregui Maraver, 2013).

#### d. Temperatura

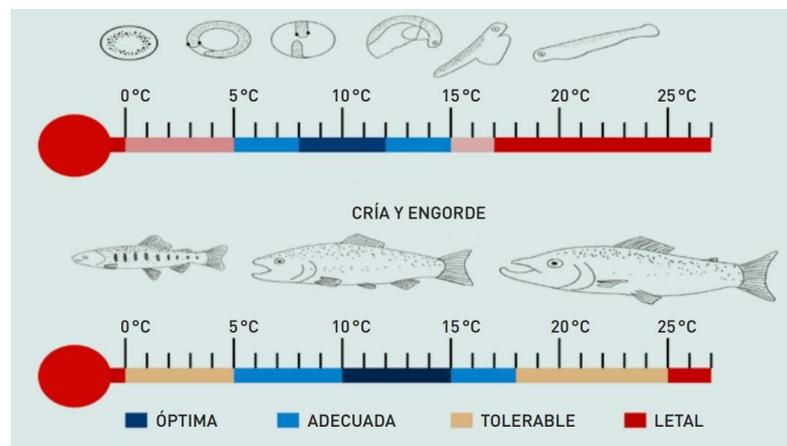
La temperatura preferente de cultivo (engorde) es de 14-18 °C para arco iris. (Boeuf 1988). Esta zona térmica preferente puede variar por otros

factores como caudal, profundidad, alimentación, etc. (Arregui Maraver, 2013)

Si las variaciones de temperatura son lentas, existe capacidad de adaptación en ambos sentidos, hasta los 0 a 25 °C. (Arregui Maraver, 2013)

El apetito es óptimo de los 7 a los 18 °C, siendo mayor el apetito según se incrementa la temperatura, aunque al superar los 18 °C decae otra vez (Arregui Maraver, 2013).

### Ilustración 6: Incubación hasta primera alimentación



Fuente: El cultivo de la trucha arco iris, 2013

#### e. Materia en suspensión

Las truchas necesitan aguas claras para la incubación y la alimentación.

En las avenidas, por contaminaciones o por otros motivos pueden darse grandes incrementos de materia en suspensión.

Las concentraciones subletales de partículas en suspensión suelen estar asociadas a actividades humanas, por presencia de núcleos urbanos, intervenciones en los cauces y/ o actividades agroganaderas (Birtwell, 1999).

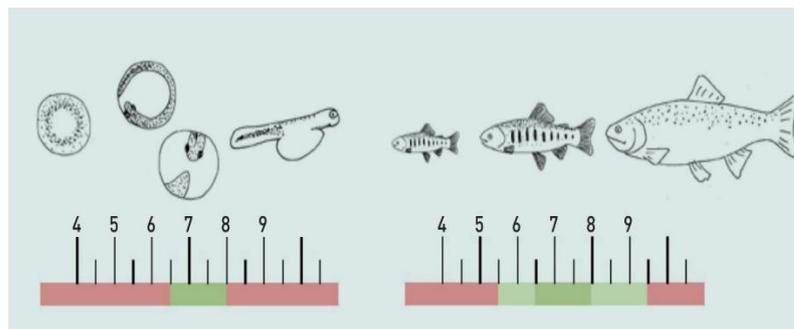
#### f. pH

El carácter ácido o básico de un agua es determinante en piscicultura; los salmónidos son poco tolerantes con los cambios bruscos, cosa que puede suceder en zonas de pH ácido, con lluvias persistentes que lavan terrenos graníticos, o zonas de coníferas. Por otra parte, la eliminación de anhídrido carbónico durante la fotosíntesis diurna hace que aumente el pH de las aguas. Cuando los niveles de eutrofización son elevados, los cambios de pH de la noche al día pueden ser acusados por los peces.

Dependiendo de la edad, la trucha tolera rangos menores o mayores de pH. La trucha arco iris de engorde tolera rangos entre 5,5 y pH 9,5, en las incubaciones y primeras fases sin embargo podemos considerar un rango de 6.5 y 8.

Por debajo del pH 5,0 los salmónidos pierden la facultad para regular la concentración de cloro y sodio en el plasma (Roberts, 2001). Las aguas excesivamente ácidas producen erosiones en piel y branquias y alteraciones en la osmorregulación, (Brown, 2000). Los límites básicos del agua también pueden ser letales para los peces, produciendo erosiones en piel, hipertrofia e hiperplasia en las branquias e incluso ceguera por lesiones en el cristalino (Daye y Garside, 1976; Fivelstad, 2003).

### **Ilustración 7: pH Necesario para la trucha arcoiris**



Fuente: El cultivo de la trucha arco iris, 2013

#### **2.2.8.5. Sistema de cultivo**

Las truchas arco iris se crían en sistemas de monocultivo, generalmente de estanques de hormigón, que permite aumentar las densidades y producir más eficientemente. En otros países existen grandes producciones de esta especie en viveros o jaulas flotantes, donde alcanza mayores tamaños para su comercialización (Ministerio de Agricultura, pesca y alimentación, 2021).

Un requerimiento indispensable para su producción comercial es contar con un suministro de agua de alta calidad durante todo el año (Ministerio de Agricultura, pesca y alimentación, 2021).

La existencia de una piscifactoría operativa, es un testigo permanente de la calidad del agua de dicha masa. (Ministerio de Agricultura, pesca y alimentación, 2021).

Las fases del ciclo de cultivo son las siguientes:

##### **a. Reproducción**

Las truchas no desovan de forma natural en las instalaciones acuícolas, por lo que se hace necesario el desove artificial de los huevos, utilizando para ello peces reproductores maduros de 3 o 4 años de edad. La proporción sexual de los reproductores suele ser de un macho por cada tres hembras. Machos y hembras se mantienen generalmente separados.

##### **b. Fertilización**

El método más empleado es la fertilización en seco, sin adición de agua. Los huevos y el semen son recolectados manualmente de los ejemplares anestesiados y mezclados a continuación. Suele usarse el semen de más de un macho para evitar la endogamia. Los huevos son incubados

hasta que se alcanza la etapa de huevos embrionados (con ojos visibles), en bandejas de incubación, o incubadores de flujo vertical.

#### **c. Cría de alevines**

El tiempo de eclosión varía en función de la temperatura, siendo de 100 días a 3,9 °C y 21 días a 14,4°C. A medida que los huevos eclosionan, los alevines, llamados “con saco” por tener una reserva de alimento en el saco vitelino, caen en una bandeja, donde pueden permanecer hasta que comienzan a tener un comportamiento pelágico, permaneciendo en la columna de agua, a los 10 o 14 días. En este momento, en el que el saco vitelino ha sido absorbido y comienzan la búsqueda activa de alimento, son trasladados a distintos tipos de pilas o estanques de fibra de vidrio de 2 m de diámetro, donde son alimentados con dietas iniciales especializadas por alimentadores automáticos. Conforme van creciendo son movidos a tanques más grandes.

#### **d. Engorde**

Cuando los alevines alcanzan 8-10 cm de longitud son trasladados a instalaciones de engorde al aire libre, generalmente tanques o estanques abastecidos con flujo de agua abierto, proporcionando a las truchas aguas bien oxigenadas y de calidad. Estas instalaciones suelen tener de 2 a 3 m de ancho, por 12-30 m de largo y 1-1,2 m de profundidad. Son engordados hasta tamaño comercial (30-40 cm) en aproximadamente 9 meses, o hasta tamaños más grandes en unos 20 meses. En algunas ocasiones los ejemplares son engordados en jaulas flotantes, aunque no en España, de unos 25 m de diámetro y unos 20 m de profundidad, asegurando un buen suministro de agua y oxígeno.

## **2.2.9. Ubicación del área de estudio**

La laguna Punrún, es una de las fuentes de recursos hídricos más importantes con las que cuenta el departamento de Pasco.

### **2.2.9.1. Descripción y accesibilidad**

La laguna Punrún se ubica geográficamente en el Departamento de Pasco, Provincia de Pasco, en el Distrito de Simón Bolívar, a 4305 m.s.n.m. en las coordenadas UTM (GWS- 84)18S: 0337647 E y 8800896 N. (Envirolab Perú S.A.C, 2010).

Con un área de espejo de agua de Km 2, ubicada a 4,330 msnm en la cuenca alta del Mantaro, al sur oeste de la ciudad del Cerro de Pasco, en su ecosistema habitan una gama de especies de flora y fauna y, en cuyo entorno se encuentran los terrenos de las comunidades campesinas de Sacra Familia, Ucrucancha y Racracancha (la última geográficamente) pertenecientes al distrito de Simón Bolívar; Pucará y Lancari (la última geográficamente) perteneciente al distrito de Huayllay, provincia y departamento de Pasco respectivamente. La microcuenca del Punrun, en cuanto a su hidrometría e hidrometeorología, no está instrumentada, por lo que no existen registros (en las instancias respectivas), tampoco existen medidores de caudales de agua desconociéndose los: volúmenes de agua que discurren y llegan a la laguna, la capacidad de almacenamiento actual del vaso Punrún, y la cantidad de agua que sale por la boquilla, perdiéndose desde el río Blanco, en su trayecto por el río San Juan, el lago Chinchaycocha y el río Mantaro. (Mato Idelfonso, 2014).

Esta laguna cuenta con estructuras y obras civiles de regulación hídrica artificial, su diseño hidráulico permite regular quince millones de

metros cúbicos (MMC) hacia la cuenca del río Mantaro. Tiene cuatro afluentes principales que vienen de las quebradas Hualmay, Tranca De Quiste Viejo, Depana y Colorado. Las aguas azuladas y represadas de la laguna descargan por un canal (efluente) al río Blanco, que es afluente del río San Juan, el cual desemboca al Lago Junín. El balance hídrico de los afluentes y el efluente es equilibrado, y es regulado por la autoridad local responsable en coordinación con la minera que utiliza parte de la misma (Envirolab Perú S.A.C, 2010).

#### **2.2.9.2. Accesibilidad – vías de comunicación**

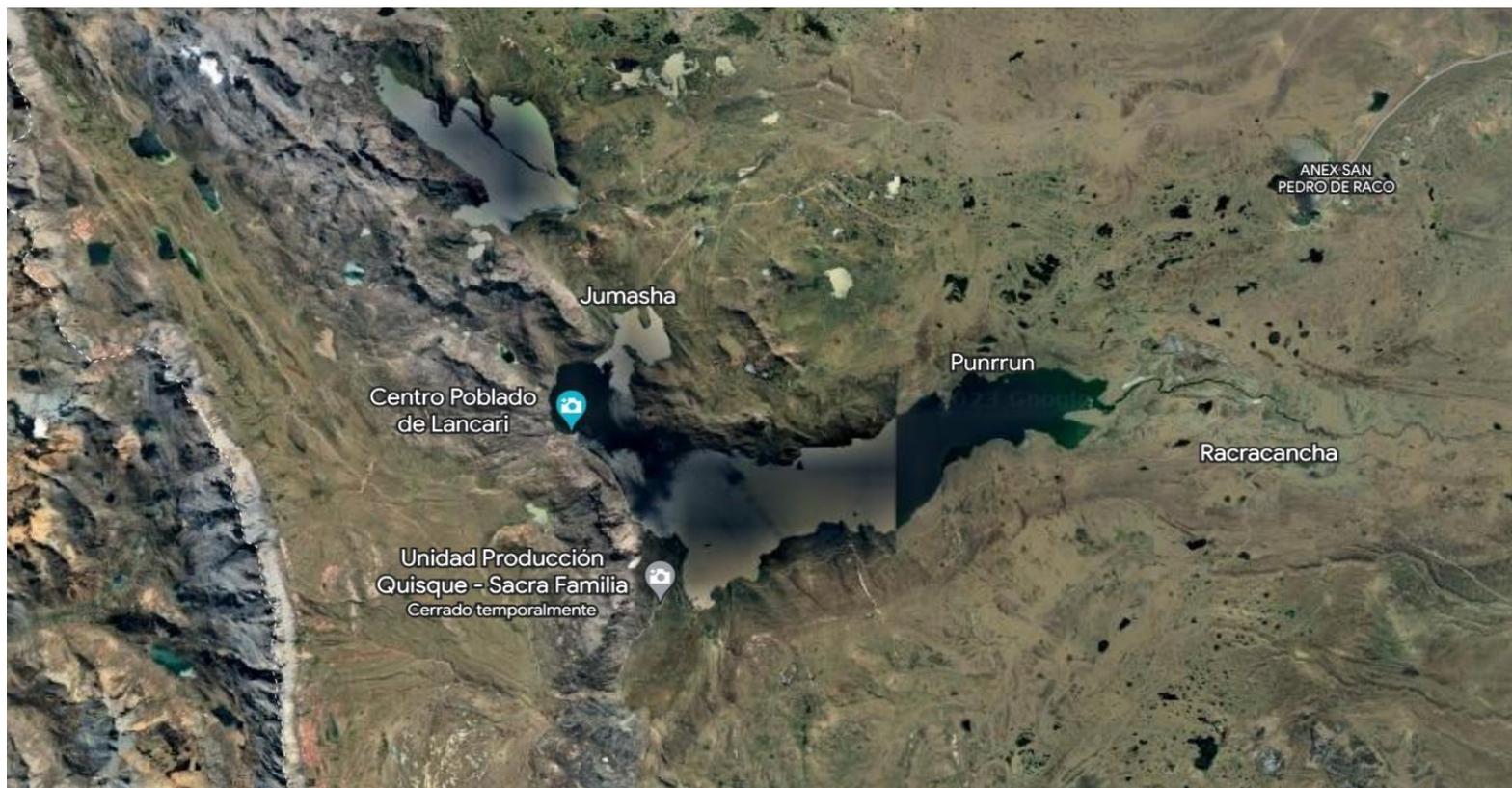
El acceso a la laguna Punrún desde la ciudad de Cerro de Pasco, es por la vía Cerro de Pasco – Colquijirca – Huaraucaca – río Blanco – represa laguna Punrún, con una distancia aproximada de 37 Km. La otra vía es desde la ciudad de Cerro de Pasco por la carretera Quiulacocha – Sacra Familia – centro poblado de Racco – represa laguna Punrún, con una distancia de 35.0 Km aproximadamente (Marcelo Alberto, 2018).

Ilustración 8: Mapa geográfico de la laguna Punrún



Fuente: Revista Centro de Cultura Popular Labor

### Ilustración 9: Delimitación de la laguna de Punrún



Fuente: Google Earth <https://earth.google.com/web/search/laguna+de+punrun/@-10.83532567,>

76.49329074,4299.35114939a,32136.46168669d,35y,0h,0t,0r/data=CigiJgokCWU5KrCRJiLAETgPC5giIynAGUFOiKD\_iVLAIc4OdtVptl

PA

### **2.2.9.3. Geomorfología**

Entre las principales fuentes de agua que alimentan la laguna Punrún, las más principales son: el río Hualmey, Tranca, Quisque viejo, mushcapucro y Paria. El río Hualmey tiene como aportantes las descargas de 5 lagunas (Hualmey, Huatacocha, Conchamarca, Añilcocha y Taptap); y el río Tranca tiene como aportante principal la laguna mancacota. Cuyas delimitaciones de áreas de colección hídrico se han efectuado teniendo como punto de aforo, el punto de salida y/o derrame de agua en cada una de las lagunas mencionadas. (Mato Idelfonso, 2014)

### **2.2.9.4. Climatología**

La zona en estudio no cuenta con estaciones climatológicas, la estación más cercana es la de Cerro de Pasco, registrado por Servicio Nacional de meteorología e Hidrología SENAMHI, a 4,260 msnm y, el otro es la estación CATODO a 4,300 msnm, registrado por la empresa minera VOLCAN S.A ahora a cargo de su Subsidiaria Empresa Administradora Cerro SAC. Ambos ubicados en el distrito de Chaupimarca de la provincia y departamento de Pasco. (Mato Idelfonso, 2014)

Cabe señalar que, estas dos estaciones son de tipo climatológico ordinario que registran los siguientes parámetros: Temperatura, humedad relativa, precipitación total mensual, máxima diaria, velocidad de viento y evaporación. (Mato Idelfonso, 2014).

### **2.2.9.5. Temperatura**

Según la estación Cerro de Pasco registrado por SENAMHI, la temperatura sobre los 4,300 msnm es frígida y moderadamente lluvioso y con una amplitud térmica moderada. la media anual de temperatura para el

periodo 1,993 – 2,008 el promedio mensual entre diciembre a marzo es de 5.56 °C – 5.82 °C, y entre julio y agosto es de 4.06 °C – 4.29 °C. Por tanto, se estima que en la laguna Punrun, la temperatura máxima en los meses de noviembre a febrero es entre 14.7 °C a 15.3 °C, y el mínimo en los meses de julio y agosto es de – 12.80 °C a -11.30 °C. (Mato Idelfonso, 2014)

#### **2.2.9.6. Ecología**

El sistema Punrun, se halla ubicado en el piso altitudinal Puna Altiplánica y/o meseta de Alta montaña, propia del área central de la cordillera de los Andes. Constituye un bioma neotropical de tipo herbazal de montaña, llamado a veces tundra alto andina. Se emplaza por las partes más altas de los Andes centrales. la zona andina de Punrun es la habitable de mayor altura, en donde reinan los pajonales (hierbas gramíneas como el ichu), principal alimento de los auquénidos como la vicuña y para el pastoreo de llamas y alpacas, y en donde además la agricultura es incipiente debido a la temporada invernal de las heladas. (Mato Idelfonso, 2014)

El sistema Punrun, según la Carta Nacional de IGN, se halla entre las cotas 4,328 msnm - 5,000 msnm; cuyo clima se caracteriza por presentar una biotemperatura media anual máxima entre los meses de noviembre a febrero, entre 14.7 °C – 15.3 °C y, el mínimo de - 12.80 °C que ocurre entre julio y agosto. la precipitación promedio total alcanza 962 mm/año, correspondiéndole al piso altitudinal Puna alto andina húmeda. Según Holdriche, en zona de vida el promedio de evaporación potencial total por año varía entre 1 a 2 veces la precipitación, ubicándose en la provincia de humedad Sub húmedo. (Mato Idelfonso, 2014).

##### **2.2.9.6.1. Flora**

La vegetación primaria en el área de estudio comprende praderas con gramíneas. las gramíneas constituyen pajonales extensos, cuya especie más característica es el ichu (*Stipa ichu*), aunque también se conoce con el nombre de ichu a otras gramíneas de apariencia similar de los géneros *Stipa*, *Festuca* y *Calamagrostis*. Algunas de las plantas frecuentes en este tipo de pastizales (Mato Idelfonso, 2014) son:

### **El ichu**

El ichu, paja brava o paja ichu (*Stipa ichu*) es un pasto del altiplano andino sudamericano, en México y Guatemala empleado como forraje para el ganado, principalmente de camélidos sudamericanos. Es endémica de Guatemala, México, Costa Rica, El Salvador, Venezuela, Bolivia, Colombia, Ecuador, Perú, Chile, Argentina. Soporta climas del altiplano andino, árido, pedregoso, arenoso. (Mato Idelfonso, 2014).

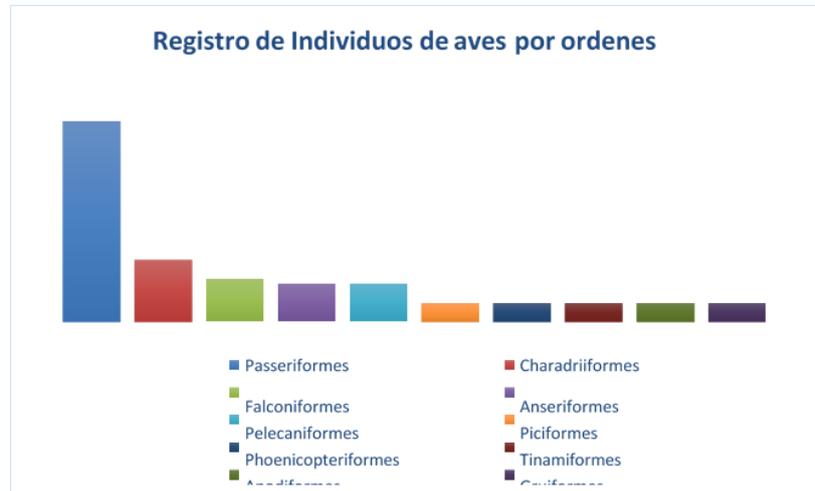
### **2.2.9.6.2. Fauna**

(Cabanillas Trujillo, Morales Bravo, & Madrid Ibarra, 2021) Publicaron el inventario de aves que se encuentran presentes en la “Laguna Punrún”.

En el área de evaluación se registró un total de veinticuatro (24) especies distribuidas en dieciséis (16) familias y diez (10) órdenes (Tabla 1). Dentro de los órdenes reportados se encuentra el grupo de los Passeriformes con el 42%; de prevalencia, seguido del orden Charadriiformes con el 13%. Asimismo, las familias de mayor dominancia fueron Furnariidae

con 17%; seguida por la familia Thraupidae con el 13% del total de las especies registradas.

### Ilustración 10: Registro de individuos de aves por órdenes



Fuente: Biotempo, 2021, 18(1), jan-jun:51-62

(<https://revistas.urp.edu.pe/index.php/Biotempo>)

A continuación, se detalla el cuadro de especies según orden detallado en la Ilustración N°5.

## Ilustración 11: Detalle de especies según orden

Tabla 1. Registro de especies y lugar de avistamiento en la Laguna Punrrun, distrito de Huayllay, departamento de Pasco, Perú.

Orden	Familia	Especie	Nombre común	Áreas de avistamiento			
				Pj	L/Co	Bo	Esv
Anseriformes	Anatidae	<i>Lophonetta specularioides</i> (King, PR, 1828)	"pato crestón"		X		
		<i>Oressochen melanopterus</i> (Eyton, 1838)	"cauquén huallara"	X		X	
Apodiformes	Trochilidae	<i>Oreotrochilus cf. stella</i> (d'Orbigny & Lafresnaye, 1838)	"estrella andina"	X			
	Scolopacidae	<i>Chroicocephalus serranus</i> (von Tschudi, 1844)	"gaviota andina"		X*		
Charadriiformes	Laridae	<i>Gallinago andina</i> (Taczanowski, 1875)	"becasina de la puna"	X		X	
	Charadriidae	<i>Vanellus replendens</i> (von Tschudi, 1843)	"avefría andina"	X		X	
Falconiformes	Falconidae	<i>Falco femoralis</i> (Temminck, 1822)	"halcón aplomado"	X			
		<i>Phalcoboenus megalopterus</i> (Meyen, 1834)	"cara cara cordillerano"	X		X	
Gruiformes	Rallidae	<i>Fulica gigantea</i> (Eydo ux & Souleyer, 1841)	"gallareta gigante"		X		
	Thraupidae	<i>Amblycerus humilis</i> (Cabanis, 1873)	"canastero garganta rayada"	X			
<i>Cinclodes albidiventris</i> (Sclater, PL, 1860)		"churrete de ala castaña"	X		X		
<i>Cinclodes atacamensis</i> (Philippi Sr, RA, 1857)		"churrete de ala blanca"	X			X	
<i>Geothlypis saxicola</i> (Taczanowski, 1875)		"minero andino"	X				
Passeriformes	Furnariidae	<i>Idioparus specularifera</i> (d'Orbigny and Lafresnaye, 1837)	"diuca aliblanca"	X			
		<i>Muscitaxicola juninensis</i> (Taczanowski, 1884)	"dormilona de la puna"	X			
		<i>Phrygilus plebejus</i> (Tschudi, 1844)	"fringilo de pecho cenizo"	X		X	
	Emberizidae	<i>Scalia uropygialis</i> (Berlepsch and Stolzmann, 1894)	"chirigue de lomo brillante"	X			
	Fringillidae	<i>Spinus atratus</i> (d'Orbigny & Lafresnaye, 1837)	"jilguero negro"	X			X
Pelecaniformes	Threskiornithidae	Tyrannidae	<i>Zonotrichia capensis</i> (Koepcke, 1971)	"gorrión de collar rufo"	X		X
		<i>Plegadis ridgwayi</i> (Allen, JA, 1876)	"ibis de la puna"	X		X	
		<i>Theristicus melanops</i> (Gmelin, JE, 1789)	"bandurria de cara negra"	X			
Piciformes	Picidae	<i>Colaptes rupicola</i> (d'Orbigny, 1840)	"carpintero andino meridional"	X		X	
Phoenicopteriformes	Phoenicopteridae	<i>Phoenicopterus chilensis</i> (Molina, 1782)	"flamenco chileno"		X		
Tinamiformes	Tinamidae	<i>Nothoprocta ornata</i> (Gray, GR, 1867)	"perdiz cordillerana"	X			

\*Avistamiento en sobrevuelo. Pj: Pajonal andino, L/Co: Lagunas o Cochas, Bo: Bofedales, Esv: Áreas de escasa vegetación.

Fuente: <https://revistas.urp.edu.pe/index.php/Biotempo>

### **Información socioeconómica del área de estudio**

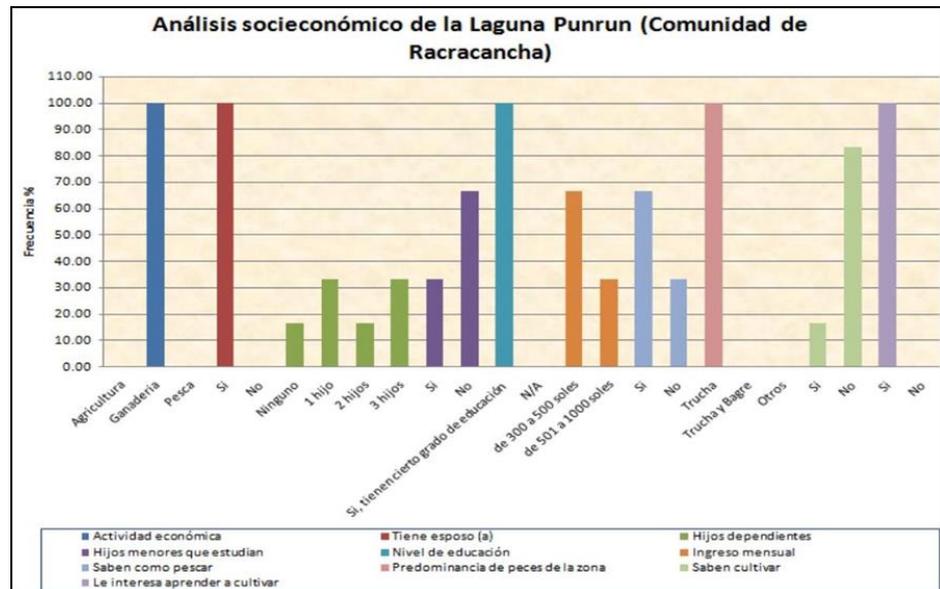
Existen 2 comunidades activas que rodean la laguna, estas son la comunidad de Ucrucancha, donde habitan 9 familias (todos adultos) y la comunidad de Racracancha con 5 familias (todos adultos) y un campamento Qumasha con 1 familia (todos adultos). (Misterio de la Producción, 2012).

En general la actividad económica principal que desarrollan es la ganadería de vacunos, ovinos y auquénidos, principalmente para comercialización, obteniendo ingresos mensuales que llegan hasta S/.500.00 nuevos soles, adicionalmente los que se cultivan truchas obtienen algo similar y pueden sumar hasta S/. 1000.00 Nuevos Soles. (Misterio de la Producción, 2012) En la laguna y en cada zona de las dos comunidades activas se observa la presencia de jaulas flotantes para la crianza, conservación y comercialización de truchas. El tamaño promedio de las truchas reproductoras es de 0.5 metros. (Misterio de la Producción, 2012)

#### **2.2.9.7. Encuesta Laguna Punrún (Pasco)**

Realizaron un análisis socioeconómico de la Laguna Punrún a la Comunidad de Racracancha. Obteniendo el siguiente cuadro:

## Ilustración 12: Análisis socioeconómico de la Laguna Punrún en la comunidad de RacracanCHA

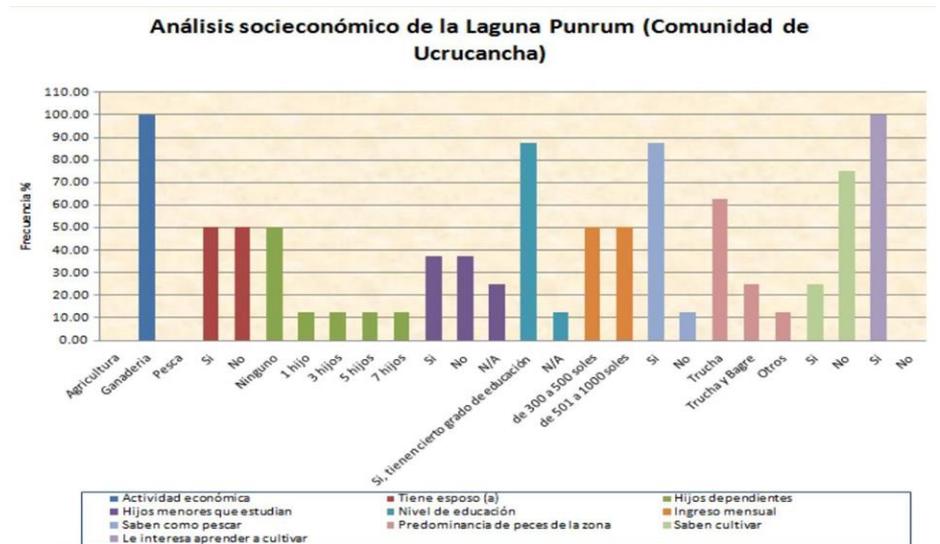


Fuente: Informe técnico emitido por el Ministerio de Producción, 2010.

De acuerdo a la ilustración N° 12 encuestas realizadas en RacracanCHA, se observa que el 100% de la población cuenta con cierto grado de instrucción. La edad de los pobladores es diversa siendo el promedio entre 30 y 40 años de edad. El 100% son casados y el número de hijos dependientes varía entre 1 y 3 por familia (31%). (Misterio de la Producción, 2012)

Los pobladores de este distrito desarrollan como actividad económica principal la ganadería de vacunos, ovina y auquénidos, principalmente para comercialización, obteniendo ingresos mensuales que llegan hasta S/.1000.00 nuevos soles. El 65% de los pobladores saben pescar y el 15 % sabe cultivar, es así que en la laguna se observa la presencia de jaulas flotantes para la crianza, conservación y comercialización de truchas, siendo su tamaño aproximado de 0.5 m, permitiéndoles ingresos de hasta S/.500.00. (Misterio de la Producción, 2012)

### Ilustración 13: Análisis socioeconómico de la Laguna Punrún en la comunidad de Ucrucancha



Fuente: Informe técnico emitido por el Ministerio de Producción, 2010.

De acuerdo a las encuestas realizadas en Ucrucancha, se observa que el 80% de la población cuenta con cierto grado de instrucción. La edad de los pobladores es diversa siendo el promedio entre 30 y 40 años de edad. El 50% son casados y el número de hijos dependientes varía entre 1 y 7 por familia (12%), aunque predominan los hijos independientes con un 50%. (Misterio de la Producción, 2012)

Los pobladores de este distrito al igual que el anterior, desarrollan como actividad económica principal la ganadería de vacunos, ovina y auquénidos, principalmente para comercialización, obteniendo ingresos mensuales que llegan hasta S/.1000.00 nuevos soles. El 85% de los pobladores saben pescar y el 25 % sabe cultivar, es así que, como se mencionó anteriormente, en el lago se observa la presencia de jaulas flotantes para la crianza, conservación y comercialización de truchas, sin embargo, existen también fuera de las jaulas truchas libres que alcanzan

hasta 50 cm y son capturadas con red, así como también especies del género Orestias permitiéndoles obtener ingresos mensuales que llegan hasta S/.500.00 nuevos soles. (Misterio de la Producción, 2012)

### 2.3. Definición de términos básicos

En las siguientes líneas presento los fundamentos teóricos de la investigación, que incluye la definición de términos básicos de la investigación y otros conceptos complementarios, que servirán de base para el desarrollo del proyecto de la tesis.

**Eutrofización.** Incremento de sustancias nutritivas en aguas dulces de lagos y embalses, que provoca un exceso de fitoplancton.

**Trucha.** Las truchas se encuentran habitualmente en aguas frías y limpias de ríos y lagos distribuidos a lo largo de Norteamérica, el norte de Asia y Europa.

**Parámetros del agua.** Listado de parámetros físicos del agua. Color; Olor; Turbidez; Sólidos en suspensión; Temperatura; Densidad; Sólidos; Conductividad; Radiactividad; Color. Se da debido a la presencia de materiales de origen vegetal, como ácidos húmicos, turba, plancton, y de ciertos metales como Fe, Mn, Cu y Cr, disueltos o en suspensión.

**Calidad del agua.** Calidad del agua se refiere a las características químicas, físicas, biológicas y radiológicas del agua. Es una medida de la condición del agua en relación con los requisitos de una o más especies.

**Impacto ambiental.** También conocido como impacto antrópico o impacto antropogénico, es la alteración o modificación que causa una acción humana sobre el medio ambiente. Debido a que todas las acciones del hombre repercuten de alguna manera sobre el medio ambiente,

**Contaminación.** Es la presencia o acumulación de sustancias en el medio ambiente que afectan negativamente el entorno y las condiciones de vida, así como la salud o la higiene de los seres vivos.

**Cultivo extensivo.** Sistema de producción caracterizado por el no uso de alimento balanceado, escaso grado de control en la producción, bajo costo, bajo nivel tecnológico y bajas densidades de cultivo.

**Color.** El agua es incolora, hay que distinguir lo que se llama color aparente, el que presenta el agua bruta y el verdadero, que es el que presenta cuando se le ha separado la materia en suspensión. (Sheppard JM, 2006)

**Olor y sabor.** Están en general íntimamente relacionados. Compuestos químicos presentes en el agua como: los fenoles, diversos hidrocarburos, cloro, materias orgánicas en descomposición o esencias liberadas por diferentes algas u hongos, pueden dar olores y sabores muy fuertes a el agua. Las sales o los minerales dan sabores salados o metálicos en ocasiones sin ningún olor. (Perevochtchikova, Aponte Hernández, Zamudio-Santos, & Sandoval Romero, 2016)

**Cultivo Semi-intensivo.** Sistema de producción que depende fuertemente del alimento natural que puede ser incrementado por fertilización, o también mediante la adición de alimento suplementario, abastecimiento con juveniles silvestres capturados o producidos en laboratorio, uso regular de fertilizantes orgánicos o inorgánicos, abastecimiento de agua de mareas o de lluvia, monitoreo simple de la calidad del agua. Se realiza por lo general en estanques tradicionales o mejorados y también en simples sistemas de jaulas.

**Cultivo Intensivo.** Sistema de producción con alto grado de control; altos costos iniciales, alto nivel tecnológico y alta eficiencia productiva, tendencia a

independizarse del clima y de la calidad del agua del sitio y uso de sistemas de cultivo artificiales.

**Desarrollo tecnológico.** Es la aplicación de los resultados de la investigación o de cualquier otro tipo de conocimiento científico, a un plan o diseño en particular para la producción de materiales, productos, métodos, procesos o sistemas nuevos, o sustancialmente mejorados, antes del comienzo de su producción o utilización comercial.

**Epizootia.** Enfermedad contagiosa que ataca a un número inusual de animales al mismo tiempo y lugar y se propaga con rapidez.

**Especie naturalizada.** Especie foránea que forma poblaciones perennes, que se reproduce en la naturaleza y son capaces de perpetuarse, sin ulterior intervención humana, no se trata necesariamente de una especie invasora.

**Turbiedad.** Es un parámetro usado para identificar la calidad de las aguas naturales y las aguas residuales tratadas con relación al material residual en suspensión coloidal. Se mide por la comparación entre la intensidad de la luz dispersa en una muestra y la luz dispersa por una suspensión de referencia bajo las mismas condiciones. (Villota. Y Guajan, 1996)

**Sólidos totales disueltos.** Es una medida de la concentración total de sales inorgánicas en el agua e indica salinidad. Para muchos fines, la concentración de STD constituye una limitación importante en el uso del agua. (Lehninger, 1998)

**Dureza.** Mide la presencia de cationes  $2\text{Ca}^{+}$  y  $2\text{Mg}^{+}$ , y en menor cantidad  $2\text{Fe}^{+}$  y  $2\text{Mn}^{+}$  y otros alcalinotérreos. En la actualidad se tiende a prescindir del término “dureza” indicándose la cantidad de calcio y magnesio presente en un agua en mg/l.

## 2.4. Formulación de hipótesis

### 2.4.1. Hipótesis general

La actividad acuícola de la especie trucha arcoíris en la Laguna de Punrún, ubicada en el distrito de Tinyahuarco, provincia Pasco, región Pasco genera impactos ambientales negativos a los componentes ambientales de la laguna de Punrún.

#### **2.4.2. Hipótesis específicas**

- Se identificarán los impactos ambientales negativos que genera la acuicultura de la especie trucha arcoíris en la Laguna de Punrun, ubicada en el distrito de Tinyahuarco, provincia Pasco, región Pasco.
- El estado actual de la acuicultura de la especie trucha arcoíris en la laguna ubicada en la región Pasco es una actividad económica importante para el crecimiento del desarrollo de la zona.
- Se propondrán alternativas para los impactos ambientales negativos identificados.

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

Según Grau, R. et al. (2004), las variables de la investigación son las características y propiedades cuantitativas o cualitativas de un objeto o fenómeno que adquieren distintos valores, o sea, varían respecto a las unidades de observación.

La identificación de variables para el estudio a realizarse es de la manera siguiente:

##### **2.5.1. Variable independiente**

Producción de la trucha arcoíris.

##### **2.5.2. Variable dependiente**

Identificación de impactos ambientales Laguna Punrún

#### **2.6. Definición de operacional de variables e indicadores**

**Tabla 1: Operacionalización de variables.**

Variable	Definición conceptual	Definición operacional	Dimensión	Indicador	Instrumento	
VARIABLE INDEPENDIENTE	Producción de la trucha arcoíris	Se define cómo la determinación de la concentración de fósforo generado por la producción de la trucha, en el tiempo teniendo una clasificación según Vollenweider el cuerpo de agua estos parámetros varían modificando los ecosistemas el interior y superficie del cuerpo de agua (Vásquez Quispesivana et al., 2016).	Actividad antropogénica con fines económicos	Tipo de trucha es la <i>Oncorhynchus mykiss</i> radica en el agua dulce y el agua salada pertenece a la familia de los salmónidos y su procedencia viene del Norte del océano Pacífico teniendo longitudes normales de 60 cm hasta 120 cm habitan en zonas frías en Rango de profundidad es de 0 hasta 200 m muy apreciado en la gastronomía su venta es fresco congelado o enlatado	kg	Ficha de observación
VARIABLE DEPENDIENTE	Identificación de impactos ambientales de la Laguna Punrún	La calidad de agua se distingue bajo distintas características sean químicas físicas o biológicas está se analizan en el laboratorio conllevando a medir la cantidad de bacterias y la presencia de minerales en este compuesto se determina y se define bajo estándares de calidad muchos de ellos internacionales y en otros	Demanda de oxígeno: Se define como cualquier sustancia perceptible a oxidarse por el oxígeno este es un parámetro físico en las muestras líquidas fin cremento se debe a la presencia en gran medida de materia orgánica (Varol & Balcı, 2020).	Porcentaje % OD	Multiparámetro	
		La calidad de agua en la laguna es bicarbonatadas sódicas y alcalina,	Demanda de oxígeno:	pH		

---

nacionales (López Motesinos, 2018).  
denominado espejo de agua cerrados

Se define como cualquier sustancia perceptible a oxidarse por el oxígeno este es un parámetro físico en las muestras líquidas fin cremento se debe a la presencia en gran medida de materia orgánica (Varol & Balci, 2020)

Conductividad eléctrica:

La conductividad eléctrica mide el nivel de iones disueltos en su interior, bajo este parámetro físico se puede clasificar el tipo de agua si es destilada de lluvia entre otros siendo los valores menores que califican al tipo de agua de mejor calidad.

us/cmA

---

**Fuente: Elaboración propia**

## **CAPÍTULO III**

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

#### **3.1. Tipo de investigación**

La presente se basa en el enfoque “cuantitativo”, por la medición de parámetros numéricos que califican el tipo de agua, que por medio de su procesamiento permite responder las preguntas generadas en el planteamiento del problema y de esta manera validar hipótesis general mediante estadígrafos de la estadística inferencial.

#### **3.2. Nivel de investigación**

Al ser cuantitativo es de tipo no experimental y según el comportamiento de la muestra esta, es de nivel descriptivo – explicativo, como corrobora el objetivo de evaluar el grado de influencia de las variables de estudio, por la misma razón que explicará los hechos y fenómenos que se investiga. (Hernández Sampieri & Mendoza Torres, 2018).

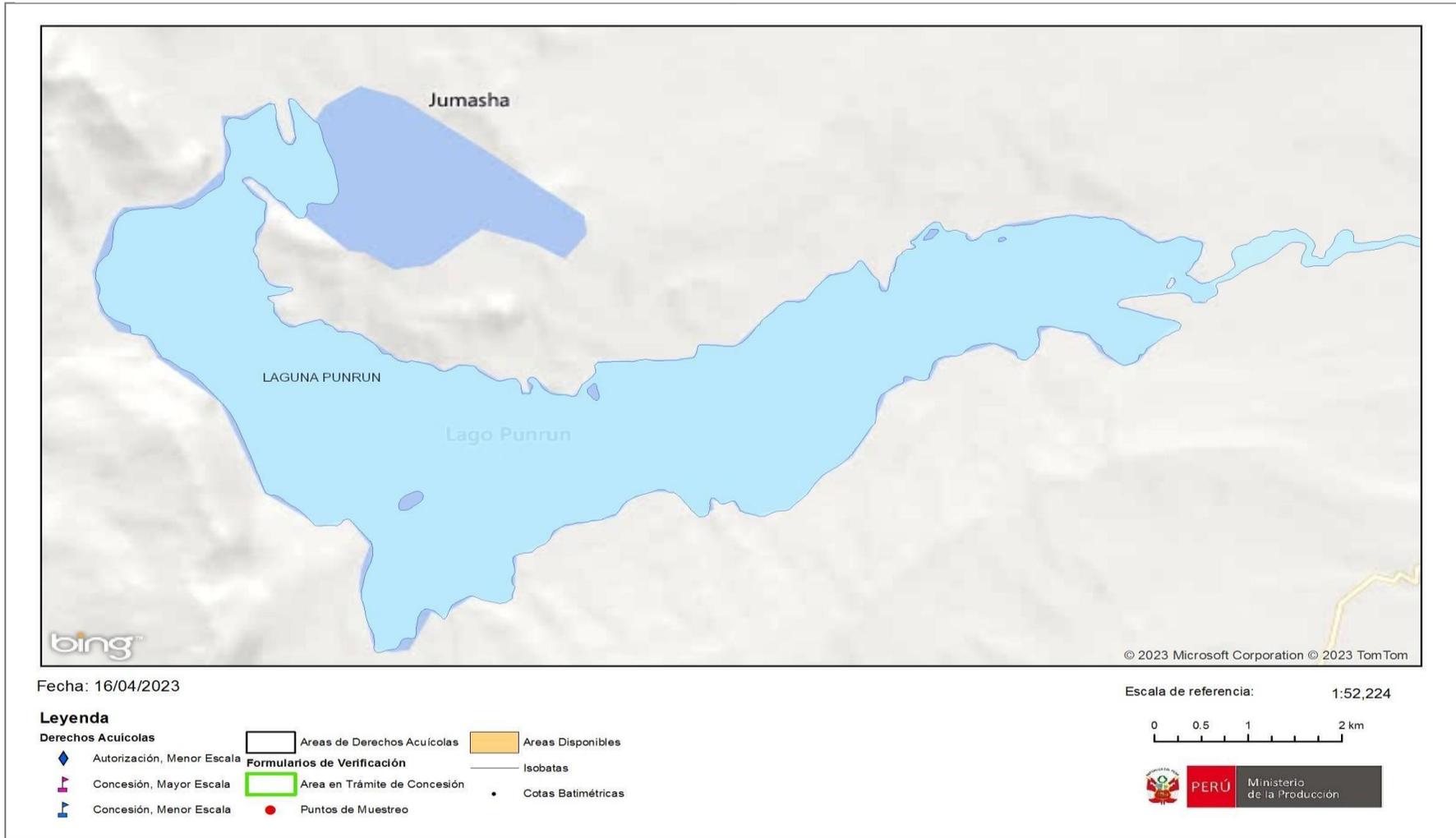
### **3.3. Métodos de investigación**

#### **3.3.1. Trabajo de gabinete**

##### **3.3.1.1. Ubicación del área de estudio a nivel georreferencial**

Se determino el área de estudio a Nivel Georreferencial, y los puntos de toma de muestra que se encuentren aledaños a las actividades acuícolas que utilizan el recurso hídrico de la laguna Punrún.

**Mapa 1: Ubicación del área de estudio a nivel Georeferencial**



Fuente: Elaboración propia

### **3.3.1.2. Identificación de los centros poblados aledaños al área de estudio**

Se determinaron a nivel Georreferencial con la base de datos del Catastro Acuícola los centros poblados y las comunidades Campesinas, aledañas al área de estudio.

A continuación, se detalla el metraje de distancia de las poblaciones aledañas al área de estudio con una distancia no mayor a 125 m2 y con un margen de error no mayor de 10 metros por la superposición de las capas geográficas.

**Tabla 2: Identificación de centros poblados**

<b>CENTRO POBLADO</b>	<b>DISTANCIA (METROS)</b>
LACSACOCHA	119
CAMPO DIQUE	26,6
CASA LAGUNA	79.1
COLPA	92

Fuente: Elaboración propia – GEOCATMIN

<https://geocatmin.ingemmet.gob.pe/geocatmin/> Las ilustraciones de las medidas realizadas se encuentran anexadas en el Anexo N°1 de la presente investigación.



### 3.3.1.3. Registro de empresas acuícolas productoras de trucha

Las dos principales empresas de producción acuícola que se encuentran produciendo truchas arcoíris en la laguna Punrún son las empresas Surlux Peru S.A.C y Mar Andino Peru S.A.C.

**Tabla 3: Datos Generales de la empresa Mar Andino Peru S.A.C.**

<b>DATOS GENERALES</b>	
<b>RUC</b>	20553621659
<b>NOMBRE</b>	MAR ANDINO PERU S.A.C., AUTOPISTA
<b>DOMICILIO</b>	PANAMERICANA SUR KM. 18.5, ALTURA PUENTE LECHON - LIMA, SAN JUAN DE MIRAFLORES
<b>REPRESENTANTE LEGAL</b>	JOSE ERNESTO MUÑOZ MUÑOZ
<b>ESPECIE</b>	TRUCHA
<b>FECHA DE VIGENCIA DE USODE RECURSO</b>	3/05/2049
<b>RECURSO</b>	PUNRUN

**Fuente:** Elaboración propia, con base de datos del Ministerio de la Producción

**Tabla 4: Datos Generales de la empresa Surlux Peru S.A.C.**

<b>DATOS GENERALES</b>	
<b>RUC</b>	20600158946
<b>NOMBRE</b>	SURLUX PERU S.A.C.,
<b>DOMICILIO</b>	AVENIDA LA ENCALADA 1257
<b>REPRESENTANTE LEGAL</b>	CESAR ANGEL CANDELA JARA
<b>ESPECIE</b>	TRUCHA
<b>FECHA DE VIGENCIA DE USODE RECURSO</b>	26/07/2047
<b>RECURSO</b>	PUNRUN

**Fuente:** Elaboración propia, con base de datos del Ministerio de la Producción

A continuación, se adjunta el mapa geográfico donde se indica la locación de las empresas antes expuestas.

**Mapa 3: Georreferenciación de empresas acuícolas productoras de trucha arcoíris en la laguna de Punrún**



Fuente: Elaboración propia, con base de datos del catastro acuícola de PRODUCE.

### 3.3.1.4. Puntos de monitoreo de la calidad de agua de la Laguna Punrún

Se establecieron los puntos de monitoreo para determinar los siguientes parámetros físicos de la calidad de agua de la laguna Punrún.

**Tabla 5: Puntos de muestreo de la Laguna Punrún en Pasco UTM WGS84 Zona SUR 18L**

PUNTO	E	N
1	334248	8804576
2	341641	8803260
3	342188	8803394

Fuente: Elaboración propia

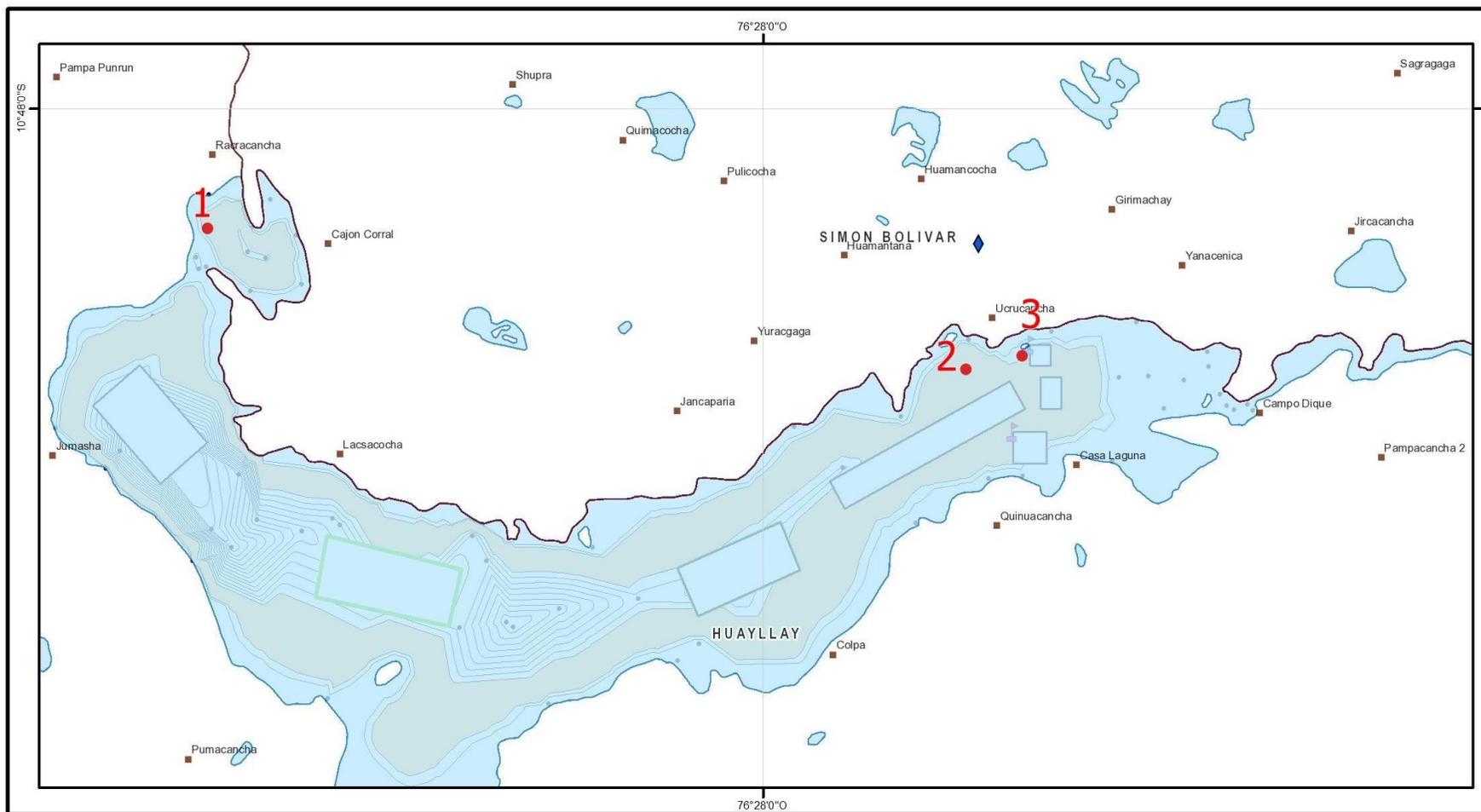
A su vez se realizará el análisis de los siguientes parámetros físicos que se medirán de la calidad del agua de la laguna de Punrún de cada uno de los puntos antes mencionados.

**Tabla 6: Parámetros físicos medidos del agua**

Parámetros físicos
Ph
ppm OD
us/cm
ppm Tds
PSU
°C

Fuente: Elaboración propia

Mapa 4: Georreferenciación de empresas



Fuente: Elaboración propia

### **3.3.1.5. Estándares referenciales de comparación para la calidad de agua superficial**

Los parámetros analizados en las estaciones de monitoreo para calidad de agua superficial se enmarcan de acuerdo al D.S. N° 004-2017-MINAM (Modifican los Estándares Nacionales de Calidad Ambiental para Agua y establecen disposiciones complementarias para su aplicación), para la Categoría 4, Subcategoría E1: Lagunas y lagos, y Categoría 3, Subcategoría D2: bebida de animales.

Los parámetros y estándares de calidad ambiental considerados se muestran en las siguientes tablas.

A continuación, se muestran los ECA – agua para la categoría indicada:

**Tabla 7: Estándares de Calidad de Agua Superficial (ECA – Agua) –  
Categoría 4**

Parámetro	Unidad	Categoría 4 Subcategoría E1
<b>Físico- Químicos</b>		
Aceites y Grasas (MEH)	mg/L	5.0
Cianuro Total	mg/L	0.0052
Color (b)	Color verdadero escala Pt/Co	20 (a)
Clorofila A	mg/L	0.008
Conductividad	(uS/cm)	1000
Demanda Bioquímica de Oxígeno ( DBO5)	mg/L	5
Fenoles	mg/L	2.56
Fósforo Total	mg/L	0.035
Nitratos(NO3-)	mg/L	13
Nitrógeno Total	mg/L	0.315
Oxígeno Disuelto (Valor mínimo)	mg/L	≥ 5
Potencial de Hidrógeno (pH)	Unidad de pH	6.5 - 9
Sólidos Suspendidos Totales (TSS)	mg/L	≤ 25
Sulfuros	mg/L	0.002
Temperatura	°C	Δ 3
<b>Inorgánicos</b>		
Antimonio	mg/L	0.64
Arsénico	mg/L	0.15
Bario	mg/L	0.7
Cadmio Disuelto	mg/L	0.00025
Cobre	mg/L	0.1
Cromo VI	mg/L	0.011
Mercurio	mg/L	0.0001
Níquel	mg/L	0.052
Plomo	mg/L	0.0025
Selenio	mg/L	0.005
Talio	mg/L	0.0008
Zinc	mg/L	0.12
<b>Carbamato</b>		

Fuente: D.S. N° 004-2017-MINAM.- Estándares Nacionales de Calidad Ambiental (ECA) para Agua y establecen disposiciones

complementarias para su aplicación. Categoría 4, Subcategoría E1: Lagunas y lagos.

### **3.3.2. Trabajo de campo**

Se realizó los muestreos en situ, donde la laguna muestra una o varias entradas, por medio de los frascos, realizaremos una recolección para evaluar a través de la zonda del equipo multiparámetro, anotando en la ficha de observación, para su procesamiento en la hoja de cálculo Ms Excel.

De la misma manera en el punto de salida, realizar el mismo procedimiento, cabe mencionar que se debe tomar tres muestras a fin de verificar el comportamiento de sus propiedades sin variación y que el equipo este calibrado.

#### **Ilustración 14: Fotografía del monitoreo de la Laguna de Punrún**



Fuente: Elaboración propia

### **Ilustración 15: Lectura de resultados obtenidos en el Multiparámetro**



Fuente: Elaboración propia

### **3.4. Diseño de investigación**

El diseño propuesto es no experimental dado que en la presente no se manipula ninguna variable de la investigación, todos fueron recogidos en un solo momento el mismo que menciona (Hernández Sampieri & Mendoza Torres, 2018) que es analizar o medir fenómenos y variables tal como se presentan en su entorno natural, para que sean analizadas con posterioridad, infiriendo a partir de la muestra el comportamiento de la población.

### **3.5. Población y muestra**

#### **3.5.1. Población**

La población o universo se define como el conjunto de todos los casos que concuerdan con determinadas especificaciones lo menciona (Hernández Sampieri & Mendoza Torres, 2018).

De acuerdo a la unidad de análisis es el grupo de datos adquiridos por los instrumentos de laboratorio que miden las propiedades físicas del agua.

### **3.5.2. Muestra**

Según (Hernández Sampieri & Mendoza Torres, 2018) define como un subgrupo del universo o población del cual se recolectan los datos y que debe ser representativo de esta, si se desean generalizar los resultados.

Es el conjunto de datos recopilados con el equipo multiparámetro siendo esta un tipo de muestreo no probabilística intencionada.

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

El método que se utilizó para la recolección de datos es la ficha de observación el mismo que se detalla a continuación:

### **3.6.1. Parámetros físicos medidos en el agua**

Con esta técnica, obtuve información directa y confiable para evaluar el manejo de los residuos sólidos hospitalarios generados en las diferentes áreas y/o servicios, desde su acondicionamiento hasta su disposición final.

### **3.6.2. Interpretación de resultados**

Se analizaron e interpretaron los resultados y finalmente se redactó el presente documento de investigación.

### **3.6.3. Selección y toma de muestras**

La muestra es seleccionada según los puntos de muestreo en la laguna Punrún, se realiza tal como se muestra en la siguiente ilustración.

### Ilustración 16: Selección y toma de muestras



Fuente: Elaboración propia

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

#### a) Datos informativos

Tabla 8: Selección de la validación

Nombre del Experto	Cargo e Institución donde labora	Autor del Instrumento
Mg. Julio Antonio Asto Liñan	Docente Principal de la Escuela profesional de Ingeniería Ambiental	

Fuente: Elaboración propia

#### b) Aspectos de la evaluación

Tabla 9: Evaluación de indicadores

Indicadores	Criterios	Nunca 10-20	Regular 21 - 40	Bueno 41 - 60	Muy bueno 61- 80	Excelente 81 - 100
Claridad	Esta formulado con un lenguaje Apropiado				79	
Objetividad	Esta expresado en capacidad observable			59		
Actualidad	Adecuado a la Autoevaluación				78	

<b>Organización</b>	Existe una organización lógica	77
<b>Suficiente</b>	Los ítems son suficientes y necesarios para evaluar los indicadores precisados	60
<b>Consistencia</b>	Emplea Teorías Científicas	78
<b>Coherencia</b>	Existe correlación entre indicadores y variables	60
<b>Metodología</b>	La estrategia corresponde al propósito descriptivo	79

Fuente: Elaboración propia

**c) Puntaje total: 72.125 puntos**

**Tabla 10: Puntaje total**

<b>Lugar y Fecha</b>	<b>DNI</b>	<b>Teléfono</b>
Pasco, junio del 2022	18203025	980059543

Fuente: Elaboración propia

De acuerdo a los puntajes obtenidos en cada uno de los indicadores de evaluación son muy significativos, alcanzando un puntaje promedio de validez por el experto de 71.125 puntos. Lo que significa que el instrumento es válido, puesto que para el investigador le ha permitido medir.

**3.8. Técnicas de procesamiento y análisis de datos**

La técnica de utilizado fue la evaluación mediante la Matriz de Leopold, los métodos matriciales consisten en confrontar en cuadros de doble entrada las acciones o procesos unitarios de la actividad en análisis, con las variables ambientales que aquellos pueden afectar. Generalmente, en cada casilla de cruce de acción - componente ambiental, se asigna una calificación con base a en un

sistema numérico. Normalmente dichos sistemas responden a criterios de intensidad y de extensión del efecto. De acuerdo con este procedimiento, posteriormente se identifican los procesos que tienen mayor probabilidad de afectar el medio y los componentes ambientales más afectados.

Tabla 11: Matriz de Leopold

Actividades Previstas Causas Potenciales Impactos del Proyecto			Planificación	Desagüe de los estanques para captura de la acuicultura de la trucha arcoíris	Desechos sólido y líquido	Adquisición insumos y materiales	Cría y engorde de lostruchas arcoíris	Implementación de un sistema de filtro verde	Limpieza, llenado de los estanque y Construcciones Varias	Comercialización	TOTAL
Medio	Recurso	Efecto									
BIOLÓGICO	Bosque	Perdida de Recurso Potencial	3 3	4 3							7 6
	Fauna	Perdida especies terrestres y acuática	3 3	-9 8							-6 11
	Flora	Pérdida de especies	3 3	-7 7							-4 10
FISICO	Suelo	Degradación	6	-5	-3		5	4			7
		Erosión									
		Fertilidad	6	5	3		4	4			22
	Agua	Acuíferos - Recarga	3	-9	-4		4	3	4		1
		Calidad									
		Disponibilidad	4	9	3		5	3	4		28
Clima	Temperatura humedad –	3 3	-2 3	-2 2						-1 8	

		<b>Viento</b>									
<b>SOCIO ECONÓMICO</b>	<b>Social</b>	<b>Nivel de vida</b>	3			3	4		3	2	15
			3			3	3		3	2	14
	<b>Económico</b>	<b>Mayor ingreso per - cápita</b>		5		3	5	5	3	5	26
		<b>Mayor ingreso físico</b>									
		<b>Mayor empleo mano de obralocal</b>		5		3	5	5	3	5	26
<b>Zonal</b>	<b>Efectos sinérgicos o acumulativos por proyectos similares desarrollados en las adyacencias</b>	5	-7	-4	3	5	-5	4	6	7	
		5	6	4	3	5	5	5	6	39	
<b>Magnitud del Impacto</b>			35	-30	-13	9	23	7	14	13	58
<b>Importancia</b>			24	46	12	9	22	17	15	13	158

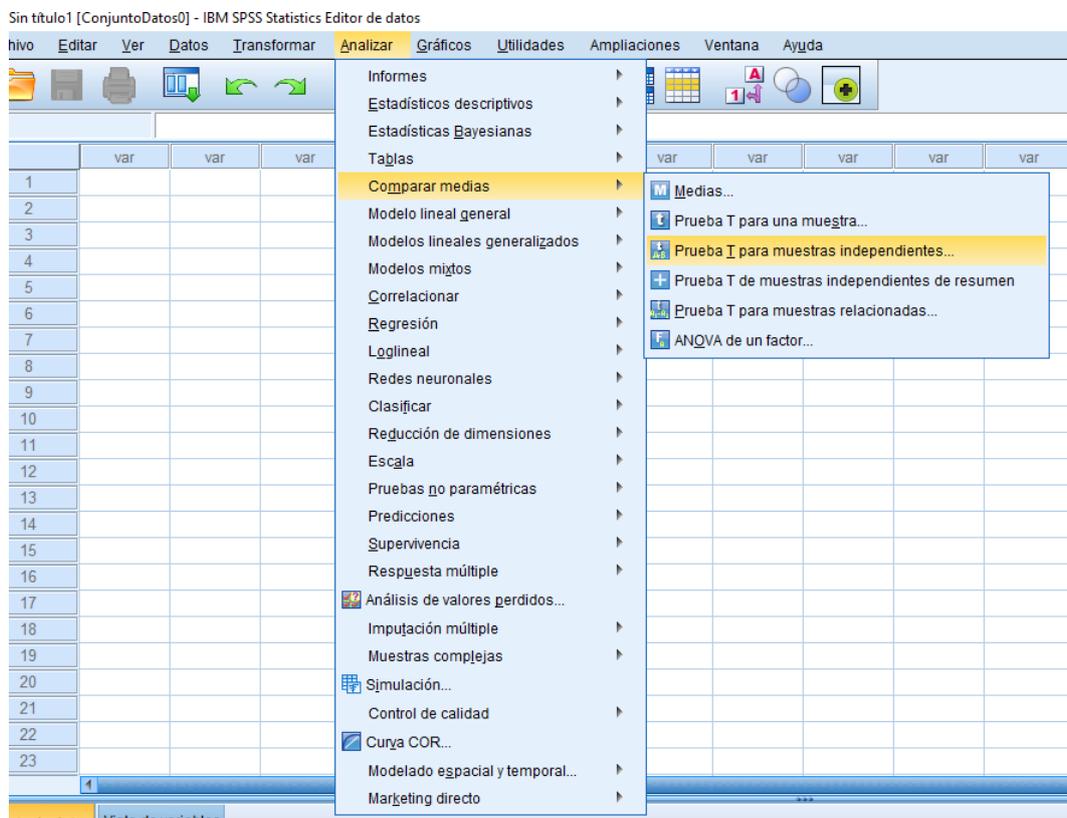
Fuente: Elaboración propia

Según la matriz de Leopold podemos identificar que tenemos indicadores negativos en las actividades que corresponde al desagüe del estanque, donde se debe tomar todas las medidas de control y acerca de los desechos sólidos y líquidos.

### 3.9. Tratamiento estadístico

En cuanto al análisis estadístico, se utilizará la prueba t-student para muestras independientes. Esta prueba se empleará para realizar la comparación estadística de cada parámetro, conforme a los objetivos específicos detallados en la figura adjunta. En el caso de detectar variaciones, se evaluarán como un aumento positivo o una disminución negativa. En el escenario en que no se identifiquen variaciones, se realizará una prueba para demostrar la inexistencia de impacto ambiental.

**Ilustración 17: Análisis estadístico**



Fuente: Elaboración propia

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

En cuanto al tema específico del trabajo de investigación, se menciona que estuvo orientado al área de determinar los impactos ambientales generados por la acuicultura de la especie trucha arcoíris en la laguna de Punrún. Esto indica el enfoque y el propósito principal de la investigación, que se centra en analizar y entender los efectos medioambientales de la acuicultura de trucha arcoíris en un contexto específico, en este caso, la laguna de Punrún.

## **CAPÍTULO IV**

### **RESULTADOS Y DISCUSIÓN**

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

Se llevaron a cabo los muestreos in situ, tomando en consideración las entradas individuales o múltiples que presenta la laguna. Utilizando frascos específicos, se procedió a la recolección de muestras con el objetivo de evaluar diversos parámetros a través de la sonda del equipo multiparámetro. Los datos recopilados fueron registrados minuciosamente en una ficha de observación y posteriormente procesados en una hoja de cálculo, específicamente en Microsoft Excel.

De igual manera, se replicó el mismo procedimiento en el punto de salida de la laguna. Es importante destacar que se llevó a cabo la toma de tres muestras, garantizando así una verificación exhaustiva de las propiedades del agua sin variación.

Además, se hizo hincapié en la necesidad de verificar que el equipo estuviera debidamente calibrado, asegurando la precisión y confiabilidad de los resultados obtenidos durante el proceso de muestreo.

## 4.2. Presentación, análisis e interpretación de resultados

### 4.2.1. Descripción del trabajo en gabinete

#### 4.2.1.1. Datos y cifras de la producción acuícola de la trucha arcoíris

La producción acuícola nacional de trucha arcoíris se ha incrementado en los últimos años, alcanzando aproximadamente 50 mil TM en el 2019, donde Pasco representa la segunda región con mayor producción con un 14.2 %.

#### **Ilustración 18: Producción acuícola de trucha arcoíris de la región Pasco del 2012 –2019**



Fuente: Elaboración propia

**Datos:** Línea de base de la trucha arcoíris con fines de bioseguridad en el Perú – Ministerio del Ambiente, 2018

#### 4.2.2. Resultado de los titulares de las concesiones acuícolas en la laguna Punrún

Los titulares de las concesiones acuícolas, realizan actividad productiva de crianza de truchas en la laguna de Punrún, en el estrato de acuicultura de mediana Y Gran Empresa (AMYGE)

Así mismo se verifica que estas empresas cuentan con certificaciones ambientales o los instrumentos de gestión ambiental concedidas y no concedidas

por la Dirección General de Asuntos Ambientales Pesqueros y Acuícolas (DGAAMPA) para las actividades pesqueras y acuícolas (a partir de febrero de 2017), se apreciará en la siguiente Tabla.

**Tabla 12: Registro de certificaciones ambientales y/o instrumentos de gestión ambiental para la acuicultura en la región Pasco**

FECHA	RAZÓN SOCIAL	RUC	DIRECCIÓN	IGA	RESOLUCIÓN	FECHA
27/07/2016	SURLUX PERU S.A.C.	20600158946	Localizada en la laguna Punrún", ubicado en la zona Ucrucancha, Simón Bolívar, Pasco, Pasco zona de Lancari,	EIA-sd	017-2017-PRODUCE/D GAAMPA	22/06/2017
28/03/2016	MAR ANDINO PERU S.A.C.	20553621659	Tinyahuarco, Pasco, Pasco	EIA-sd	050-2019-PRODUCE/D GAAMPA	01/03/2019

Fuente: Registro Administrativo de Certificaciones Ambientales – PRODUCE

Cabe mencionar que las certificaciones ambientales o instrumentos de gestión ambiental del período 2012 hacia atrás fueron transferidos al Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental (OEFA).

**a) Producción acuícola de la especie trucha arcoíris**

La empresa Mar Andino Perú S.A.C. tiene una participación del 81.3% de la totalidad de trucha entera y fileteada que es exportada a los mercados de Canadá, Japón y Estados Unidos.

**Ilustración 19: Empresas Exportadoras de Trucha HG /entera congelada (US\$ FOB)**

Empresas Exportadoras de Trucha HG /entera congelada (US\$ FOB)							
Empresas	2015	2016	2017	2018	2019	Var.% 19/18	Part. % 19
Mar Andino Peru S.A.C.	-	-	-	5,858,769	10,150,741	73.3%	81.3%
Produpesca S.A.C.	-	-	-	-	1,190,782		9.5%
Piscifactoría de los Andes S	186,166	219,391	338,268	186,818	1,137,629	508.9%	9.1%
<b>Total general</b>	<b>4,010,506</b>	<b>5,000,617</b>	<b>4,242,148</b>	<b>7,946,823</b>	<b>12,479,168</b>	<b>57.0%</b>	<b>100.0%</b>

Fuente: Informe anual 2019 - Prom Perú

#### 4.2.3. Componentes ambientales del proyecto potencialmente a ser afectados

Ya habiendo realizado la evaluación correspondiente se obtuvieron los siguientes resultados.

**Ilustración 20: Resultados de evaluación**

Componente	Sub Componente	Potencial impacto ambiental	Nivel de impacto
Físico	Agua	Turbidez y Oxígeno	Bajo
		Disuelto, conductividad (Calidad del agua)	Bajo
	Aire	Ruido	Bajo
	Suelo	Erosión	Bajo
Biológico	Flora	Alteración del paisaje local	Bajo
	Fauna	Alteración de hábitat	Alto
Socio económico	Cultural	Usos y costumbres	Medio
	Económico	Generación de empleo	Alto

Fuente: Elaboración propia

##### 4.2.3.1. Componente físico

Para el componente físico se ha evaluado el sub componente agua, aire y suelo, como la turbidez, oxígeno disuelto y la conductividad eléctrica y otros parámetros, el cual se muestra en la Tabla N°13.

**Tabla 13: Resultados de los parámetros en los puntos de monitoreo**

Punto de monitoreo	pH	Mvorp	µg/L OD	µs/cm	µg/L TDS	PSU	°C
--------------------	----	-------	------------	-------	-------------	-----	----

<b>1</b>	7.84	113.2	5.54	330	16.5	0.16	<b>9.5</b>
<b>2</b>	8.54	100.5	5.56	330	16.5	0.16	<b>8.71</b>
<b>3</b>	8.23	88	5.56	334	16.7	0.16	<b>8.87</b>
<b>Categoría 4</b>	<b>6,5 a 9,0</b>	<b>N.E.</b>	<b>≥ 5</b>	<b>1000</b>	<b>≤ 25</b>	<b>N.E.</b>	<b>Δ 3</b>

Fuente: Elaboración propia

**a) Sub Componente agua, el potencial impacto ambiental en cuanto al pH, Oxígeno Disuelto y la Conductividad eléctrica, y el Nivel de Impacto es Bajo**

Análisis de los resultados de monitoreo comparadas con la Categoría 4 Los valores obtenidos en los resultados del monitoreo realizados a la laguna Punrún en la tabla N°13, se muestra que el Oxígeno Disuelto está dentro de los límites establecidos  $\geq 5 \mu\text{g/L}$  lo que favorece a la vida acuática existente en la actualidad, Solidos Totales Disueltos (TDS) en promedio es de  $16.6 \mu\text{g/L}$ , el agua muestra una claridad y una buena transparencia para el ingreso de la luz solar, la temperatura del agua es la apropiada para la crianza de trucha a esta temperatura se logra una mejor adaptabilidad y productividad, referente al pH que va de un rango de 7.84 a 8.54, el pH es ligeramente alcalino por la naturaleza del tipo de suelo del mismo ambiente de la laguna, lo que demuestra que el agua cumple en todos parámetros con los Estándares de calidad

Ambiental establecidos en el D.S. N° 004-2017-MINAM (Modificación de los Estándares Nacionales de Calidad Ambiental para Agua y establecen disposiciones complementarias para su aplicación), para la Categoría 4, Subcategoría E1: Lagunas y lagos.

**b) Sub Componente Aire**

El potencial impacto ambiental en cuanto al ruido Nivel de Impacto es Bajo, porque no se requiere de máquinas que originen ruidos en este tipo de actividades económicas, que superen los niveles máximos de ruido en el ambiente de la laguna, y de esta forma para proteger la salud humana y la diversidad de especies existente. Por la misma naturaleza se considera una zona de Protección Especial de Horario Diurno 50 dB y Horario Nocturno 40 dB.

**c) Sub componente Suelo**

El potencial impacto ambiental en cuanto a la erosión del suelo es mínimo y su Nivel de Impacto es Bajo, porque se desarrolla con celdas flotantes sobre el agua, lo que no ocasiona ningún problema de pérdida de suelo.

**4.2.3.2. Componente biológico**

Biológico (flora y fauna) se tiene la posibilidad de generar impactos negativos por la alteración del hábitat básicamente existente debido a la adaptabilidad que presenta la trucha, al competir con otras especies endémicas como son los peces existentes callhuas y bagres, y el consumo del fitoplancton existente, el nivel de impacto es considerado alto. El impacto ambiental que la Trucha Arcoíris produce en los ecosistemas naturales resulta muy relevante y de consecuencias muy difíciles de prever en el futuro. Cuando estas truchas alóctonas son introducidas (normalmente de forma masiva y concentradas en tramos reducidos) pueden provocar importantes alteraciones en los ecosistemas, amenazando a las especies de peces nativas por depredación, por competencia por los recursos tróficos o por la transmisión de enfermedades.

#### **4.2.3.3. Componente socio económico (cultural y económico)**

Se presenta un impacto positivo en él se determinó que el nivel de impacto es alto básicamente es por los efectos de la comercialización y los usos y costumbres en el uso de la carne. Los niveles de producción alcanzados en la actualidad en otras regiones en estudio, nos demuestran que la inclinación en la utilización de los ambientes no convencionales (jaulas flotantes) es muy marcada, prueba de ello tenemos como ejemplo la Región Puno, en donde su producción de crianza en los sistemas no convencional de trucha en los 10 últimos años ha variado considerablemente, de 662.4 TM en el 2000 se ha incrementado a 8,543.3 TM en el 2009, es decir que ha sufrido un incremento del 1,190%, situación que tiene como factor fundamental el mayor y mejor aprovechamiento de los ambientes lénticos disponibles con óptimas condiciones fisicoquímicas y batimétricas a lo largo de su región, también la mejora de las vías de transporte y comunicación generan el desarrollo económico y social de los pobladores que viven en el entorno de la laguna Punrún para la transitabilidad de los personas cuya magnitud es baja y la importancia es medida y los impactos positivos por la generación de empleo tanto en la etapa de construcción como son las vías de acceso, movimiento de materiales, armado de estructuras, instalaciones acuícolas y complementarias cuya magnitud es medida y la importancia esta entre temporal y media.

#### **4.2.4. Identificación de los principales impactos ambientales que genera la acuicultura de la especie trucha arcoíris de Punrún**

##### **4.2.4.1. Identificación de los principales impactos ambientales**

A continuación, se detalla los impactos en las actividades descritas en el cuadro anterior.

**Tabla 14: Cuadro de impactos ambientales generados por la actividad de acuicultura de la trucha Arcoíris**

<b>ACTIVIDAD</b>	<b>IMPACTOS POSITIVOS</b>	<b>IMPACTOS NEGATIVOS</b>
Selección y acondicionamiento del medio	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Generación de empleos local, capacitación sobre el proceso de producción a los empleados.</li> <li>- Desarrollo de las comunidades locales</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Generación de residuos sólidos de construcción y acondicionamiento.</li> <li>- Generación de residuos sólidos.</li> <li>- Degradación de suelo</li> <li>- Generación de Ruido.</li> <li>- Alteración del paisaje local.</li> <li>-Aumento del nivel de nutrientes.</li> <li>-Fenómenos de ‘blooms’ de fitoplancton.</li> <li>-Disminución o desaparición de comunidades de plantas perennes por otras de crecimiento rápido.</li> <li>-Reducción de la diversidad en la flora y la fauna asociada.</li> </ul>
Cría y engorde de alevines.	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Aumento de la producción.</li> <li>- Generación del empleo local.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>-Aumento del consumo de oxígeno heterotrófico llegando al agotamiento del oxígeno y al desarrollo de los sistemas anóxicos con la producción de sulfato de hidrógeno.</li> <li>-Generación de residuos sólidos.</li> </ul>
Traslado y comercialización	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Ganancia económica para la población local.</li> <li>- Desarrollo de las comunidades locales.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>-Generación de residuos sólidos y líquidos: <ul style="list-style-type: none"> <li>-Empaques de los alimentos.</li> <li>-Viseras de las truchas</li> <li>-Residuos no aprovechables.</li> <li>-Residuos líquidos durante la limpieza de las truchas.</li> </ul> </li> <li>-Generación ruido de los medios de transporte acuático y terrestre.</li> <li>-Generación de polvo durante el traslado del producto final para ser comercializado.</li> <li>-Generación de residuos de hidrocarburos los cuales son generados a la utilización de los</li> </ul>

Operación y Mantenimiento	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Los responsables de esta actividad tendrán que cuantificar adecuadamente las necesidades durante todas las etapas.</li> <li>- El personal estará capacitado para el monitoreo y control del proceso de producción en sus diferentes etapas.</li> </ul>	<p>medios de transporte (lanchas) el cual genera impactos negativos al agua.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>-Erosión de suelo por la corriente de desagüe y escape de huevo y alevines en curso de cauce hídrico.</li> <li>-Contaminación de recursos naturales e hídricos por los efluentes generados.</li> <li>-Generación de residuos peligrosos y no peligrosos.</li> <li>-Generación de ruido durante la ejecución de las actividades.</li> </ul>
Etapa de Abandono y cierre	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Disminución de impactos negativos al término de la actividad.</li> <li>- Recuperación del hábitat de las especies.</li> <li>- Mejora de la logística durante el proceso de producción.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>-Degradación de ecosistemas y ambientes naturales donde se desarrolló dicha actividad.</li> <li>-Generación de residuos sólidos aprovechables y no aprovechables.</li> </ul>
Procesos administrativos	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Dinamización en la economía.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>-Generación de efluentes líquidos (aguas residuales domésticas).</li> </ul>

Fuente: Elaboración propia

#### 4.2.4.2. Identificación de variables ambientales

A continuación, se detalla las variables ambientales.

**Tabla 15: Variables ambientales identificadas**

SUBSISTEMA	COMPONENTE AMBIENTAL
------------	----------------------

Ambiente Inerte	<ul style="list-style-type: none"> <li>• AIRE: No relevante.</li> <li>• TIERRA Y SUELO: Posibilidad de contaminación por derrames de efluentes cloacales y aguas negras Alteración de la geomorfología.</li> </ul>
Ambiente Biótico	<ul style="list-style-type: none"> <li>• AGUA: Aguas residuales domésticas de los baños químicos generados.</li> <li>• FLORA: Modificación de especies vegetales. FAUNA: Alteración del hábitat de aves e insectos.</li> </ul>
Medio Socio Cultural y de Núcleos Habitados	<p>Servicios Colectivos y Aspectos Humanos: Alteración de la calidad de vida (molestias debido al aumento del tráfico vehicular, bienestar, ruido, Infraestructura y servicios.</p> <p>Estructura urbana y equipamientos</p> <p>Economía y Población</p>
Medio Económico	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Actividad comercial</li> <li>- Aumento de ingresos a la economía local y por tanto mayor nivel de servicios</li> <li>- Dinamización de la economía.</li> <li>- Aumento de la valoración de la tierra</li> <li>- Empleos fijos y temporales</li> <li>- Ingresos al fisco y al municipio.</li> </ul> <p>Cambio en el valor del suelo</p>

Fuente: Elaboración propia

#### 4.2.5. Alternativas para los impactos negativos identificados en la laguna de Punrún

Como parte de las alternativas que se plantea para los impactos negativos identificados se propone un Plan de manejo de residuos sólidos que se detalla a continuación:

##### 4.2.5.1. Residuos sólidos peligrosos y no peligrosos

**Tabla 16: Residuos sólidos peligrosos y no peligrosos**

MEDIDAS DE AMBIENTAL				
Etapas	Residuos no peligrosos	Residuos peligrosos	Residuos de aparatos eléctricos y electrónicos (RAEE)	Norma técnica aplicable

Minimización	Reciclaje de papel fotocopia, envases plásticos, de metal, de envases de vidrio.	Compra de productos en envases de mayor volumen.		Residuos sólidos: Art. 37, 47, 48, 50, 55, 56 del Decreto Legislativo N° 1278 que aprueba la Ley de Gestión Integral de Residuos Sólidos. Art. 65, 66 del D.S. N° 014-2017- MINAM, Reglamento del Decreto legislativo N° 1278
Segregación	Los residuos sólidos deberán ser segregados y recolectados en contenedores de colores y distribuidos en función a los puntos de generación. Se realizará capacitación al personal del centro acuícola para una adecuada segregación. Se dispondrá de un punto de acopio cuyos contenedores serán rotulados según su naturaleza.		Separar los RAEE según su categoría.	Residuos Sólidos Norma Técnica Peruana NTP 900.058-2005. Art. 33, 36 y 55 del Decreto Legislativo N° 1278 que aprueba la Ley de Gestión Integral de Residuos Sólidos. Art. 51, 52 del D.S. N° 014-2017- MINAM, Reglamento del Decreto legislativo N° 1278 RAEE NTP 900.64, NTP 900.65 Anexo 2 del D.S. N°001-2012 MINAM.
Almacenamiento Temporal	Los residuos sólidos deberán ser almacenados en contenedores con tapa hermética, según su clasificación, para lo cual, los contenedores estarán rotulados, considerando sus características de peligrosidad, su incompatibilidad con otros residuos, así como las reacciones que puedan ocurrir con el material del recipiente que lo contiene. Los cilindros como contenedores de combustible se almacenarán en los estanques de combustible de las estructuras flotantes			Residuos sólidos: Art. 36, 55 del Decreto Legislativo N° 1278 que aprueba la Ley de Gestión Integral de Residuos Sólidos. Art. 53, 54 del D.S. N° 014-2017- MINAM, Reglamento del Decreto legislativo N° 1278. RAEE: Art. 38 Y 25 del Reglamento de la Ley N° 27314, aprobado mediante D. S. N° 057-2004-PCM.
Recolección y Disposición final	EO-RS con registro vigente ante la autoridad competente  Solo los residuos sólidos domésticos y residuos comunes son destinados al	EO-RS con registro vigente ante la autoridad competente.	EO-RSRAEE. Con registro vigente ante la autoridad competente	Residuos Sólidos Art. 41 del Decreto Legislativo N° 1278 que aprueba la Ley de Gestión Integral de Residuos Sólidos. Art. 69,-70 del D.S. N° 014-2017-MINAM, Reglamento del Decreto legislativo N° 1278 RAEE

Fuente: Elaboración propia

#### 4.2.5.2. Residuos sólidos hidrobiológicos

**Tabla 17: Residuos sólidos hidrobiológicos**

<b>MEDIDAS DE AMBIENTAL</b>				
<b>Etapas</b>	<b>Residuos no peligrosos</b>	<b>Residuos peligrosos</b>	<b>Residuos de aparatos eléctricos y electrónicos (RAEE)</b>	<b>Norma técnica aplicable</b>
Minimización	Los residuos sólidos provenientes de actividades de cultivo como las algas que se podría adherir a las redes, serán limpiadas diariamente con la hidrolavadora para redes de cultivo accionada hidráulicamente; devolviéndola a su medio natural, evitando así la formación de fouling. En el campo acuícola del cultivo se utilizarán medicamentos adheridos al alimento balanceado ante cualquier indicio de enfermedad, para reducir el número de mortandades (16.76% por campaña) proyectadas anualmente.			Art. 137 de la Norma sanitaria a para las actividades pesqueras acuícolas aprobada por D.S. N°040-2001-PE.
Transporte y disposición final	Las mortandades deberán ser derivadas a la planta de ensilado que ya se encuentra instalada y en operación en el campamento de Lancari, que pertenece a la empresa Mar Andino Peru S.A.C.			

Fuente: Elaboración propia

### 4.3. Prueba de hipótesis

Al realizar la presente investigación se determinaron los impactos ambientales negativos y positivos generados por la acuicultura de la especie trucha

arcoíris en la Laguna de Punrún, ubicada en el distrito de Tinyahuarco, provincia Pasco, región Pasco en el 2022.

En la determinación de la calidad de los sistemas hídricos la laguna Punrún, es de importancia tener en cuenta las características fisicoquímicas de los cuerpos de agua, entre otros factores es influenciada por la temperatura, oxígeno disuelto, pH y la conductividad eléctrica, entre otros, lo que demuestra el desempeño que realizan los parámetros en los numerosos procesos de regulación hídrica. El estado de los ecosistemas acuáticos y la aplicación de indicadores de diversidad biológica uno de ellos son los macroinvertebrados (Castellanos, 2008).

Del presente estudio realizado, se ha observado que hay un gran interés de inversionistas nacionales y extranjeros, quienes vienen realizando estudios socioeconómicos definitivos con la finalidad de incursionar en esta actividad productiva a nivel comercial; así como también, productores de trucha vienen mejorando su infraestructura para incrementar sus niveles de producción y buscar el beneficio de la Ley N° 29482 “Ley de Promoción al Desarrollo de las Actividades Productivas en Zonas Altoandinas”, el cual tiene como objetivo central la de promover y fomentar el desarrollo de las actividades productivas y de servicios que genere valor agregado y el uso de mano de obra en zonas alto andinas para aliviar la pobreza.

El crecimiento económico que presenta actualmente la Región Pasco, se refleja en las grandes inversiones como de las empresas: Mar Andino Perú S.A.C y Surlux Peru S.A.C que se viene ejecutando por el sector privado, tanto en infraestructura productiva, comercio y servicios, los mismos que se encuentran ligados a las condiciones estratégicas que presenta la región Pasco, como muy favorables y positivas, principalmente por su cercanía a Lima, lo cual ha

determinado que sea el principal abastecedor de los productos agropecuarios que consume la ciudad de Lima; en tal sentido, ante el incremento de la producción de truchas, esta cuenta con un mercado establecido a nivel nacional y potencial, donde se podrá ofertar convenientemente la producción a obtener a un mercado internacional que lo requiera.

#### **4.4. Discusión de resultados**

Siendo el objeto del estudio la determinación de los impactos ambientales que genera la acuicultura de la especie trucha arcoíris en la Laguna de Punrun, ubicada en el distrito de Tinyahuarco, provincia Pasco, región Pasco en el 2022, se describe a continuación los resultados obtenidos contrastando con el marco teórico, y la hipótesis formulada.

En la laguna de Punrún se ha evidenciado que se produce actividad acuícola de escala AMYGE - Acuicultura De Mediana Y Gran Empresa, realizado por dos empresas, antes ya mencionadas.

##### **4.4.1. Impactos ambientales negativos que genera la acuicultura de la especie trucha arcoíris en la Laguna de Punrún, ubicada en el distrito de Tinyahuarco, provincia Pasco y región Pasco.**

De la identificación y calificación de las posibles interacciones o efectos a generarse como consecuencia de la ejecución de la actividad acuícola, se identificaron los principales impactos ambientales que presentan un determinado grado de relevancia ambiental en función de sus índices de calificación obtenidas, luego del análisis específico de cada una de las interacciones identificadas, los impactos ambientales negativos con mayor calificación fueron los Residuos Sólidos peligrosos, no peligrosos e hidrobiológicos, generado por la actividad

acuícola realizado por dos empresas Mar Andino Perú S.A.C y Surlux Peru S.A.C. en escala AMYGE - Acuicultura De Mediana Y Gran Empresa.

Es importante subrayar que ambos representantes de las empresas que realizan actividades acuícolas en la laguna de Punrun, Mar Andino Perú S.A.C y Surlux Peru S.A.C, con el fin de cumplir las obligaciones ambientales y desarrollar una actividad acuícola sostenible, cuentan con certificación ambiental emitida por la Dirección General de Asuntos Ambientales Acuícolas del Ministerio de la Producción. Además, cabe señalar que como resultado de la evaluación que realizó al EIA-Sa, la Dirección de Gestión de Calidad de los Recursos Hídricos de la Autoridad Nacional de Agua (ANA), ha emitido Opinión Favorable al Instrumento de Gestión Ambiental de ambos proyectos.

#### **4.4.2. Estado actual de la acuicultura de la especie trucha arcoíris en la laguna Punrún en la región de Pasco**

Según la Dirección General de Acuicultura del Ministerio de la Producción, mencionó que las inversiones han crecido en la laguna Punrún en Pasco porque se están concesionando todas las concesiones acuícolas por empresas Mar Andino Perú S.A.C y Surlux Peru S.A.C. en escala AMYGE - Acuicultura De Mediana Y Gran Empresa, superpuestas en la laguna Punrún, esto generaría un importante crecimiento en las actividades acuícolas en la laguna de Punrún.

Donde cuenta la empresa Mar Andino Perú S.A.C tres centros de cultivos en la laguna de Punrún, después del proceso de las truchas esta empresa exporta a Estados Unidos y Canadá donde en el año 2019 exportó 2,014,588 kg entre los meses de enero a mayo del año 2019, según SUNAT, elaborado por el Ministerio de Turismo.

La empresa Mar Andino Perú S.A.C tiene un gran compromiso social y de sustentabilidad, donde dentro de los impactos ambientales positivos identificados, y actualmente la empresa ya cumple con compromisos importantes tales como generación de trabajo, inclusión de mujeres en las faenas, promoviendo la equidad de género y la igualdad de remuneraciones, apoya actividades entorno a la educación y la salud y habilitación de paneles solares para darle energía a la conexión de internet.

#### **4.4.3. Alternativas para la mitigación de los impactos ambientales negativos identificados.**

Se elaboró la tabla N° 16 y tabla N° 17 donde se plasmaron alternativas para mitigar los impactos ambientales negativos identificados, de lo cual cabe mencionar que para un adecuado cumplimiento, es necesario un control y monitoreo de los recursos naturales.

## CONCLUSIONES

En base a la información recopilada y analizada en los capítulos anteriores, en este capítulo se concluye que la producción sostenible del recurso trucha arcoíris, en la laguna de Punrun, contribuye de alguna manera al mejoramiento de la economía de miles de pobladores, sin embargo, como se ha visto, esta actividad tiende a la insostenibilidad, como consecuencia de muchos factores negativos; de allí la necesidad de generar herramientas de gestión que en el corto, mediano y largo plazo que permitan modificar las condiciones actuales de la actividad pesquera, hacia una actividad económicamente sostenible y ambientalmente viable; para ello se requieren de medidas efectivas de manejo orientadas a frenar la disminución de los recursos pesqueros, recuperar y/o mantener el stock de especies y desarrollar la actividad piscícola (MINAM, 2018b).

Además hay que tener en cuenta que el proceso productivo de cultivo de la trucha en la laguna de Punrun genera un impacto en el ambiente acuático de maneras diversas, por lo que hay que tomar en cuenta los aspectos de los impactos del proceso productivo de la trucha sobre la preservación y cuidado del ambiente acuático, para que de esta manera sostenible en el tiempo.

El bienestar económico basado en las personas o un pueblo está íntimamente ligada al aparato productivo de bienes y servicio que se generan en el lugar, generando empleo mediante las cuales las personas podrán tener poder adquisitivo para satisfacer sus necesidades básicas y secundarias, para su satisfacción personal, el aparato productivo o producción de bienes y servicios producidos, no deberá perjudicar o dañar el entorno ambiental tendrá que estar en armonía todo el esquema productivo con el ambiente, y de esta manera ser sostenible para que en el tiempo se siga continuando la práctica acuícola y de esta manera siga generando bienestar económico en la zona y a nuestra región Pasco.

Por lo tanto, se invoca a que la actividad acuícola sea promovida responsablemente orientada al desarrollo sostenible, la que por cierto no sólo busque mantener en el tiempo una producción constante. También tenemos que reconocer que hoy en día hay ejemplo de una economía ecológica, genuinamente alternativa, que se basa en una visión distinta del desarrollo; la cual desde ya debe ir siendo tomada en cuenta; si no se toma en consideración este enfoque, no existe ninguna garantía de que la acuicultura pueda desarrollarse a escala o mediana escala sin afectar el medio acuático.

## **RECOMENDACIONES**

En relación a la actividad de acuicultura de la trucha arcoíris en la laguna de Punrún;

1. Mantener un control y seguimiento intensivo de las actividades acuicultoras de la trucha arcoíris en la laguna Punrún supervisados por comités ambientales especiales.
2. Se debe organizar campañas de educación y capacitación sobre productores a fin de que conozcan su utilidad y los beneficios de una buena calidad de agua para su proceso de producción garantizando así medidas preventivas que a su vez protegen las inversiones y el capital de trabajo en el negocio de la trucha.
3. Se recomienda coordinar con las Dirección Regional de Producción Pasco para continuar con los programas, capacitaciones y realizar el control y seguimiento respectivo a fin de conservar la trucha de medio natural de la Laguna Punrún.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Acuicultura – SNP. (s. f.). Sociedad Nacional de Pesquería. Recuperado 14 de abril de 2023, de <https://www.snp.org.pe/industria-pesquera/oferta-pesquera/acuicultura/>

Acuicultura en el Perú y sus beneficios para el canal HORECA. (2018, agosto 24). UMI Foods. <https://www.umifoods.com/acuicultura-en-el-peru-beneficios-canal-horeca/>

ACUICULTURA SOSTENIBLE EN PERU. (s. f.). Recuperado 14 de abril de 2023, de <https://www.eumed.net/rev/delos/13/caav.html>

Aprueban el Reglamento de la Ley General de Acuicultura, aprobada por el Decreto Legislativo N° 1195-DECRETO SUPREMO-N° 003-2016-PRODUCE. (s. f.). Recuperado 14 de abril de 2023, de <http://busquedas.elperuano.pe/normaslegales/aprueban-el-reglamento-de-la-ley-general-de-acuicultura-apr-decreto-supremo-n-003-2016-produce-1360384-1/>

Aprueban Estándares de Calidad Ambiental (ECA) para Agua y establecen Disposiciones Complementarias-DECRETO SUPREMO-N° 004-2017-MINAM. (s. f.). Recuperado 13 de abril de 2023, de <http://busquedas.elperuano.pe/normaslegales/aprueban-estandares-de-calidad-ambiental-eca-para-agua-y-e-decreto-supremo-n-004-2017-minam-1529835-2/>

Arias-Schreiber Pezet, A. (1996). Código de conducta para la pesca responsable. Instituto del Mar del Perú - IMARPE. <https://repositorio.imarpe.gob.pe/handle/20.500.12958/900>

Baby Doudou—Buscar con Google. (s. f.). Recuperado 4 de abril de 2023, de

[https://www.google.com/search?q=Baby+Doudou&sa=X&ved=2ahUKEwj1nqu2x4\\_AhUkLrkGHblJCZAQ7xYoAHoECAyQAQ&biw=1280&bih=544&dpr=1.5](https://www.google.com/search?q=Baby+Doudou&sa=X&ved=2ahUKEwj1nqu2x4_AhUkLrkGHblJCZAQ7xYoAHoECAyQAQ&biw=1280&bih=544&dpr=1.5)

Borja, Á. (s. f.-a). Los impactos ambientales de la acuicultura y la sostenibilidad de esta actividad.

Borja, Á. (s. f.-b). Los impactos ambientales de la acuicultura y la sostenibilidad de esta actividad.

Cabanillas-Trujillo, E. F., Morales-Bravo, A. D., & Madrid-Ibarra, F. de M. (2021). INVENTARIO DE AVES PRESENTES EN LA “LAGUNA PUNRRUN”, DEPARTAMENTO PASCO, PERÚ. *Biotempo*, 18(1), Article 1. <https://doi.org/10.31381/biotempo.v18i1.3814>

Castillo, J. R. S., & Vera, E. H. A. (s. f.). ACUICULTURA: TRUCHA. UNA OPCIÓN PARA EL DESARROLLO DE COMUNIDADES ANDINAS.

Especies de acuicultura. (s. f.). Recuperado 14 de abril de 2023, de <https://www.mapa.gob.es/es/pesca/temas/acuicultura/especies/>

Estudio Hidrológico de la Laguna Mágica. Punrun—PDF Free Download. (s. f.). Recuperado 14 de abril de 2023, de <https://docplayer.es/80505340-Estudio-hidrologico-de-la-laguna-magica-punrun.html>

Food and Agriculture Organization of the United Nations (Ed.). (2011). Desarrollo de la acuicultura. 4: Enfoque ecosistémico a la acuicultura. Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura.

Industria pesquera. (s. f.). Sociedad Nacional de Pesquería. Recuperado 13 de abril de 2023, de <https://www.snp.org.pe/industria-pesquera/>

INFORMES NACIONALES SOBRE EL DESARROLLO DE LA ACUICULTURA EN AMERICA LATINA. (s. f.). Recuperado 14 de abril de 2023, de <https://www.fao.org/3/ad020s/AD020s15.htm>

Jiménez, R. I. M., & Ruiz, C. D. M. (s. f.). Plan de negocios para el desarrollo de una empresa exportadora de trucha.

Krohnert, M. R. (s. f.). Los impactos ambientales de la acuicultura, causas y efectos.

Laguna de Punrun. (s. f.). Turismoi.pe Tu destino es viajar. Recuperado 21 de febrero de 2023, de <https://turismoi.pe/naturaleza/lagos-y-lagunas/laguna-de-punrun.htm>

Machaca, Y. R. del C. C., Olvea, N. C. V., & Aquino, M. M. (2022). Evaluación del impacto ambiental debido a la crianza de Trucha en la laguna Aricota, Tacna. INGENIERÍA INVESTIGA, 4. <https://doi.org/10.47796/ing.v4i0.584>

Mantra. (2015, mayo 25). Acuicultura y Medio Ambiente, conflictos y soluciones [Text]. Observatorio Español de Acuicultura. <https://www.observatorio-acuicultura.es/comunicacion/actualidad/acuicultura-y-medio-ambiente-conflictos-y-soluciones>

Nuestra RSE – Mar Andino. (s. f.). Recuperado 22 de abril de 2023, de [https://marandino.com/?page\\_id=222](https://marandino.com/?page_id=222)

Oncorhynchus mykiss. (2021).En Wikipedia, la enciclopedia libre. [https://es.wikipedia.org/w/index.php?title=Oncorhynchus\\_mykiss&oldid=136694460](https://es.wikipedia.org/w/index.php?title=Oncorhynchus_mykiss&oldid=136694460)

Pesca, I. N. de. (s. f.). Acuicultura Trucha arcoíris. gob.mx. Recuperado 14 de abril de 2023, de <http://www.gob.mx/inapesca/acciones-y-programas/acuicultura-trucha-arcoiris>

Pimentel, M. (s. f.). María Paula Espinosa Vélez Paula Rosa Maguiña Mercedes Eddy  
Ronald Machaca Huanca.

Rodriguez, M. J. (s. f.). [Http://albeitar.portalveterinaria.com/imprimir-noticia.asp?noti](http://albeitar.portalveterinaria.com/imprimir-noticia.asp?noti).

Sistema Nacional de Evaluación de Impacto Ambiental Sistema Nacional de Evaluación  
de Impacto Ambiental Sistema Nacional de Evaluación de Impacto Ambiental. (s.  
f.). Ministerio del Ambiente. Recuperado 13 de abril de 2023, de  
[https://www.minam.gob.pe/legislaciones/sistema-nacional-de-evaluacion-de-  
impacto-ambiental/](https://www.minam.gob.pe/legislaciones/sistema-nacional-de-evaluacion-de-impacto-ambiental/)

Torres-Barrera, N. H., Grandas-Rincón, I. A., Torres-Barrera, N. H., & Grandas-Rincón,  
I. A. (2017). Estimación de los desperdicios generados por la producción de  
trucha arcoíris en el lago de Tota, Colombia. *Ciencia y Tecnología Agropecuaria*,  
18(2), 247-255. [https://doi.org/10.21930/rcta.vol18\\_num2\\_art:631](https://doi.org/10.21930/rcta.vol18_num2_art:631)

Uarco, T. (s. f.). DISTRITO TINYAHUARCO. SIMON BOLIVAR, 8(220).

## **ANEXO**

## Instrumentos de recolección de datos



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



Proyecto: Identificación y análisis de los impactos ambientales por la producción de la trucha arcoíris en las jaulas flotantes en la laguna Punrún, Pasco-2022

Nombres: Jesica Paola GUTIERREZ CUNO  
OSCAR LUIS TORIBIO HURTADO

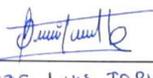
Recolección de datos insitu

Fecha: Diciembre - 2022

PUNTOS DE MONITOREO	COORDENADAS	
	Este	Norte
1	3342.48	8804.576
2	3416.41	88032.60
3	3421.88	88033.94

PUNTOS DE MONITOREO	PÁRAMETROS						
	pH	Mvorp	µg/L OD	µs/cm	µg/L TDS	PSU	°C
1	7.84	113.2	5.54	330	16.5	0.16	9.5
2	8.54	100.5	5.56	330	16.5	0.16	8.71
3	8.23	88	5.56	334	16.7	0.16	8.87

  
 \_\_\_\_\_  
 JESICA GUTIERREZ CUNO  
 DNI: 73247322

  
 \_\_\_\_\_  
 OSCAR LUIS TORIBIO HURTADO  
 DNI: 71200733

## Anexo N° 1

### TOMA DE MEDIDAS DE DISTANCIA DE LAGUNA PUNRUN A CENTROS POBLADOS A NIVEL DE GABINETE

Ilustración 21: Centro poblado "LACSACOCCHA"

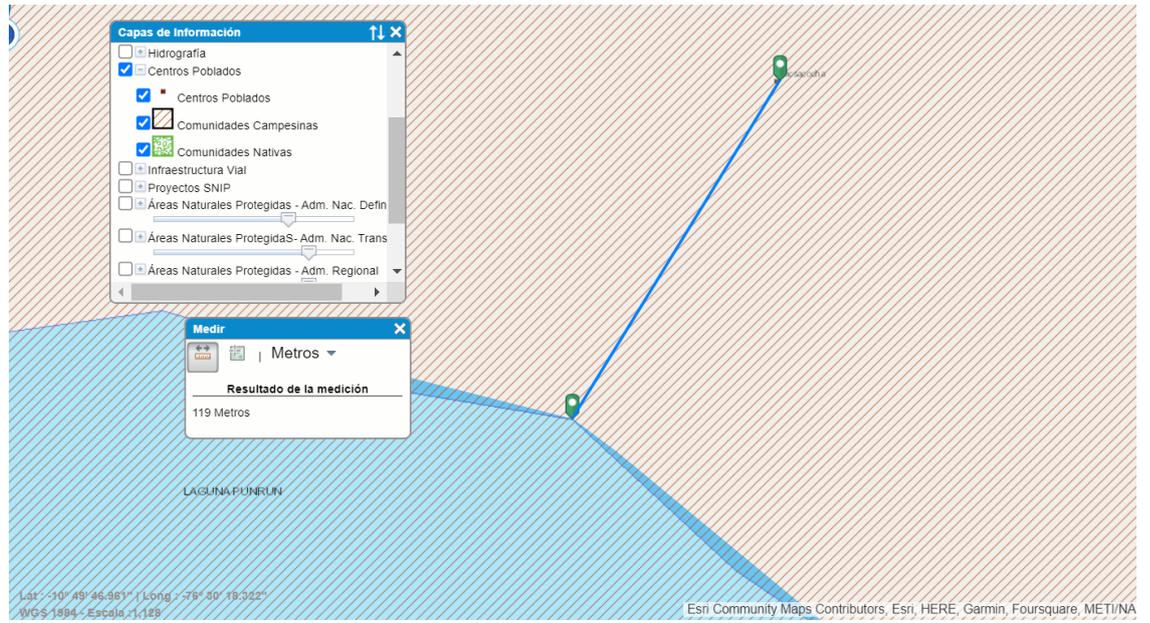
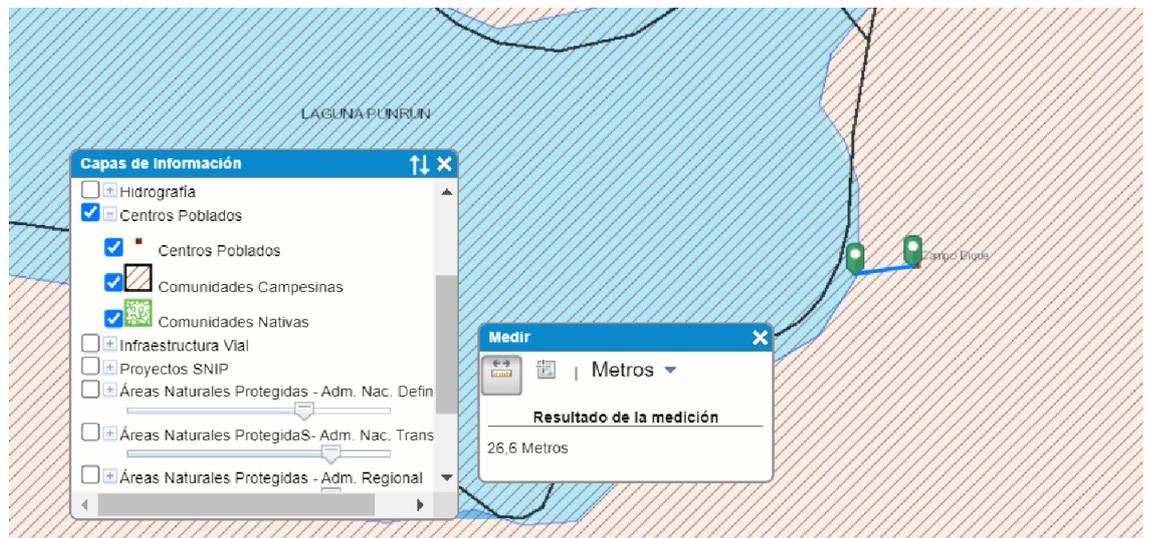
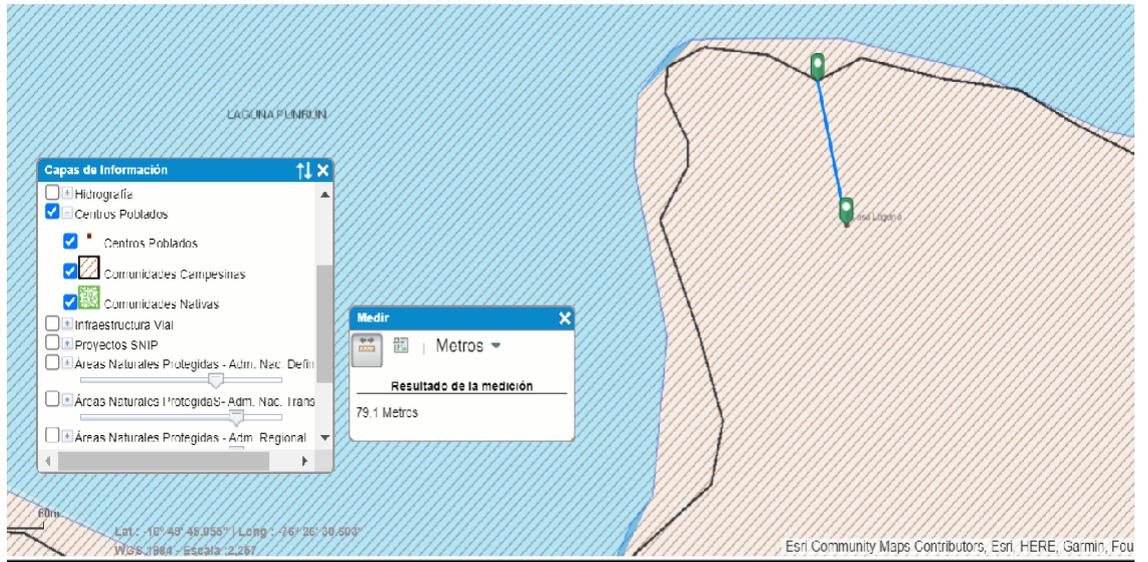


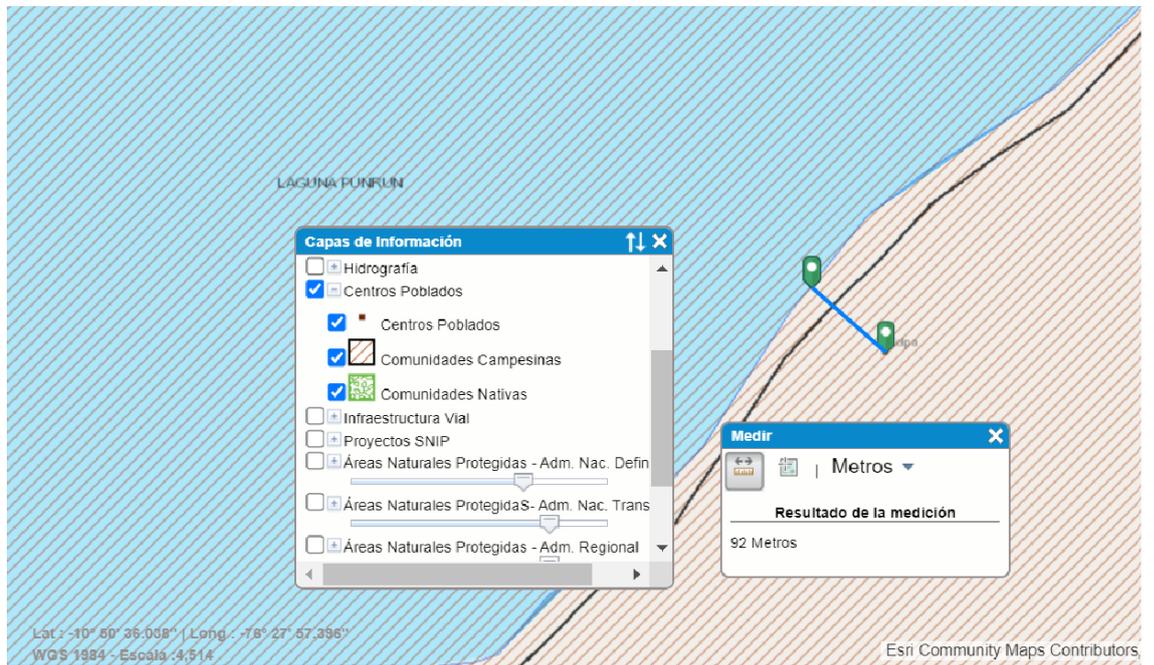
Ilustración 22: Centro poblado "CAMPO DIQUE"



**Ilustración 23: Centro poblado “CASA LAGUNA”**



**Ilustración 24: Centro poblado “COLPA”**



## Anexo N° 2

# RESUMENES DE DERECHOS OTORGADOS SUPERPUESTOS EN EL AREA DE LA LAGUNA PUNRUN



PERÚ Ministerio de la Producción

Dirección General de Acuicultura

### Catastro Acuícola Nacional

#### FICHA RESUMEN DEL DERECHO OTORGADO

TITULAR			
RUC	20553621659		
Nombre:	MAR ANDINO PERU S.A.C.,		
Domicilio:	AUTOPISTA PANAMERICANA SUR KM. 18.5, ALTURA PUENTE LECHON - LIMA, SAN JUAN DE MIRAFLORES		
Teléfono:		Representante Legal:	JOSE ERNESTO MUÑOZ MUÑOZ
Correo electrónico:			

DATOS GENERALES			
Ubigeo:	PASCO / PASCO / TINYAHUARCO		Zona: LANCARI
Resolución:	R.D. N° 023-2019-PRODUCE/DGA	<a href="#">VER PDF</a>	
Fecha de Emisión:	03/05/2019	Fecha de Vigencia:	03/05/2049
Área (Hectáreas)	77.2570	Estado:	VIGENTE
Ámbito:	CONTINENTAL	Recurso:	PUNRUN
Tipo Derecho:	CONCESION	Nivel de Producción:	ACUICULTURA DE MEDIANA Y GRAN EMPRESA (AMYGE)

Especie	TRUCHA	ENGORDE
---------	--------	---------

COORDENADAS WGS84				
Zona	Vértice	Latitud	Longitud	Tipo
1	A	10°50'13.1300"	76°30'19.8500"	UBICACION RD
1	B	10°50'32.3100"	76°30'23.4600"	UBICACION RD
1	C	10°50'41.4300"	76°29'40.9100"	UBICACION RD
1	D	10°50'23.6900"	76°29'36.8100"	UBICACION RD



**Catastro Acuícola Nacional**

**FICHA RESUMEN DEL DERECHO OTORGADO**

TITULAR			
RUC	20600158946		
Nombre:	SURLUX PERU S.A.C.,		
Domicilio:	AVENIDA LA ENCALADA 1257		
Teléfono:		Representante Legal:	CESAR ANGEL CANDELA JARA
Correo electrónico:			

DATOS GENERALES			
Ubigeo:	PASCO / PASCO / HUAYLLAY		Zona: ZONA UCRUCANCHA
Resolución:	R.D. N° 016-2017-PRODUCE/DGA	<a href="#">VER PDF</a>	
Fecha de Emisión:	26/07/2017	Fecha de Vigencia:	<a href="#">26/07/2047</a>
Área (Hectáreas)	54.5710	Estado:	VIGENTE
Ámbito:	CONTINENTAL	Recurso:	PUNRUN
Tipo Derecho:	CONCESION	Nivel de Producción:	ACUICULTURA DE MEDIANA Y GRAN EMPRESA (AMYGE)

Especie	TRUCHA	ENGORDE
---------	--------	---------

COORDENADAS WGS84				
Zona	Vértice	Latitud	Longitud	Tipo
1	A	10°50'23.3510"	76°28'27.6140"	UBICACION RD
1	B	10°50'08.9360"	76°27'54.5520"	UBICACION RD
1	C	10°50'23.9580"	76°27'48.2180"	UBICACION RD
1	D	10°50'38.2210"	76°28'20.8160"	UBICACION RD



"AÑO DEL BUEN SERVICIO AL CIUDADANO"



**FORMULARIO DE RESERVA DE ÁREA ACUÁTICA CON FINES DE TRAMITAR EL OTORGAMIENTO DE CONCESIÓN Y AUTORIZACIÓN PARA DESARROLLAR LA ACTIVIDAD DE ACUICULTURA**

N° 001-2017

**1. DATOS GENERALES**

1.1 Nombre o Razón Social: GOBIERNO REGIONAL PASCO

**2. ÁREA SOLICITADA**

**2.1. Ubicación Geográfica:**

Recurso Hídrico (lagos, lagunas): LAGUNA PUNRUN

Zona: RACRACANCHA

Distrito: TINYAHUARCO

Provincia: PASCO

Región: PASCO

**2.2. Coordenadas Geográficas (DATUM WGS84):**

VÉRTICE	LATITUD SUR	LONGITUD OESTE
A	10° 48' 27.52''	76° 31' 3.45''
B	10° 48' 28.23''	76° 31' 0.09''
C	10° 48' 31.30''	76° 31' 0.76''
D	10° 48' 30.48''	76° 31' 4.16''

2.3. Área (ha.): 1.19.

2.4. Especie a cultivar: Trucha Arco Iris (*Oncorhynchus mykiss*)

2.5. Categoría Productiva: (marcar con X) AMYGE  AMYPE  AREL

**3. ASPECTOS A VERIFICAR (marcar ✓ si cumple y X si no cumple)**

DESCRIPCIÓN	VERIFICACIÓN
Área habilitada por DICAPI (mar, lago Titicaca, ríos navegables).	<input type="checkbox"/>
No se superpone o interfiere con otras áreas concesionadas o en trámite.	<input checked="" type="checkbox"/>
No Interfiere con zona de pesca artesanal.	<input checked="" type="checkbox"/>
No Interfiere con bancos naturales.	<input checked="" type="checkbox"/>
No Interfiere con corredores de navegación.	<input checked="" type="checkbox"/>
Separación con las áreas concesionadas no menor de 100 m.	<input checked="" type="checkbox"/>

Dirección : Av. Los Próceres Edificio Estatal s/n. Local N° 04 San Juan Pampa – Pasco  
Teléfono : (063) 421680



"AÑO DEL BUEN SERVICIO AL CIUDADANO"



En áreas naturales protegidas o zonas de amortiguamiento.  
Batimetría no menor de quince metros (áreas continentales).



**4. OBSERVACIONES**

R.D. de Habilitación (DICAPI): \_\_\_\_\_ Fecha de emisión: \_\_\_\_\_  
Carta Fianza N°: \_\_\_\_\_ Entidad Financiera: \_\_\_\_\_  
Otros: \_\_\_\_\_

**5. RESULTADO:** Positivo  : Negativo  **VIGENCIA:** 60 DIAS CALENDARIOS

**6. FECHA DE EMISIÓN:** 11 de agosto del 2017

**7. NOMBRE DEL VERIFICADOR:** Ing. Gloria Hilda MUÑOZ TORRES

GOBIERNO REGIONAL PASCO  
DIRECCIÓN REGIONAL DE PRODUCCIÓN  
  
Ing. Gloria Hilda MUÑOZ TORRES  
DIRECTORA DE PESQUERÍA

Anexo N° 3

MATRIZ DE CONSISTENCIA

Título: Impacto ambiental de la producción de la trucha arcoíris en la calidad del agua de la laguna Punrun , Pasco-2022

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	OBJETIVOS	HIPOTESIS	VARIABLES E INDICADORES	MUESTRA	DISEÑO	ESTADÍSTICA
<p><b>Problema General</b></p> <p>¿Cuál es impacto ambiental de la producción de la trucha arcoíris en la calidad del agua de la laguna Punrun, Pasco-2022?</p>	<p><b>Objetivo General</b></p> <p>Evaluar el impacto ambiental de la producción de la trucha arcoíris en la calidad del agua de la laguna Punrun, Pasco-2022</p>	<p><b>Hipótesis General</b></p> <p>Existe un impacto ambiental negativo de la producción de la trucha arcoíris en la calidad del agua de la laguna Punrun, Pasco-2022</p>	<p><b>V.I</b></p> <p>Impacto ambiental de la producción de la trucha arcoíris</p>	<p><b>Población</b></p> <p>Parámetros físicos de la laguna Punrun</p>	<p><b>Método</b></p> <p>Hipotético - deductivo</p>	<p><b>Estadística Inferencial</b></p>
<p><b>Problemas Específicos</b></p> <p>¿Cuánto es el consumo de oxígeno de la laguna como indicador del impacto ambiental al agua?</p>	<p><b>Objetivos Específicos</b></p> <p>Determinar el consumo de oxígeno de la laguna como indicador del impacto ambiental al agua</p>	<p><b>Hipótesis Específicas</b></p> <p>El consumo de oxígeno de la laguna como indicador del impacto ambiental al agua se incrementa</p>	<p><b>V.D</b></p>	<p><b>Muestra</b></p>	<p><b>Nivel de investigación</b></p> <p>Correlacional</p>	<p><b>Validación de hipótesis</b></p> <p>Pruebas paramétricas</p>

¿Cuánto es el pH de la laguna como indicador del impacto ambiental al agua?	Determinar el pH de la laguna como indicador del impacto ambiental al agua	Determinar el pH de la laguna como indicador del impacto ambiental al agua disminuye	Calidad del agua de la laguna Punrún	Muestreo intencionado no probabilístico	<b>Diseño</b>	student
¿Cuánto es la conductividad eléctrica de la laguna como indicador del impacto ambiental al agua?	Determinar la conductividad eléctrica de la laguna como indicador del impacto ambiental al agua	Determinar la conductividad eléctrica de la laguna como indicador del impacto ambiental al agua se incrementa			No experimental	

Fuente: Elaboración propia

**Anexo N° 4**  
**PANEL FOTOGRAFICO**



**Fotografía 1: Vista frontal Noreste de la laguna de Punrun**



**Fotografía 2: Identificación del área de estudio**



**Fotografía 3: Análisis de componentes ambientales**



**Fotografía 4: Identificación del recurso flora del área del estudio**



**Fotografía 5: Identificación del componente de la actividad de la empresa  
Mar Andino Perú SAC**



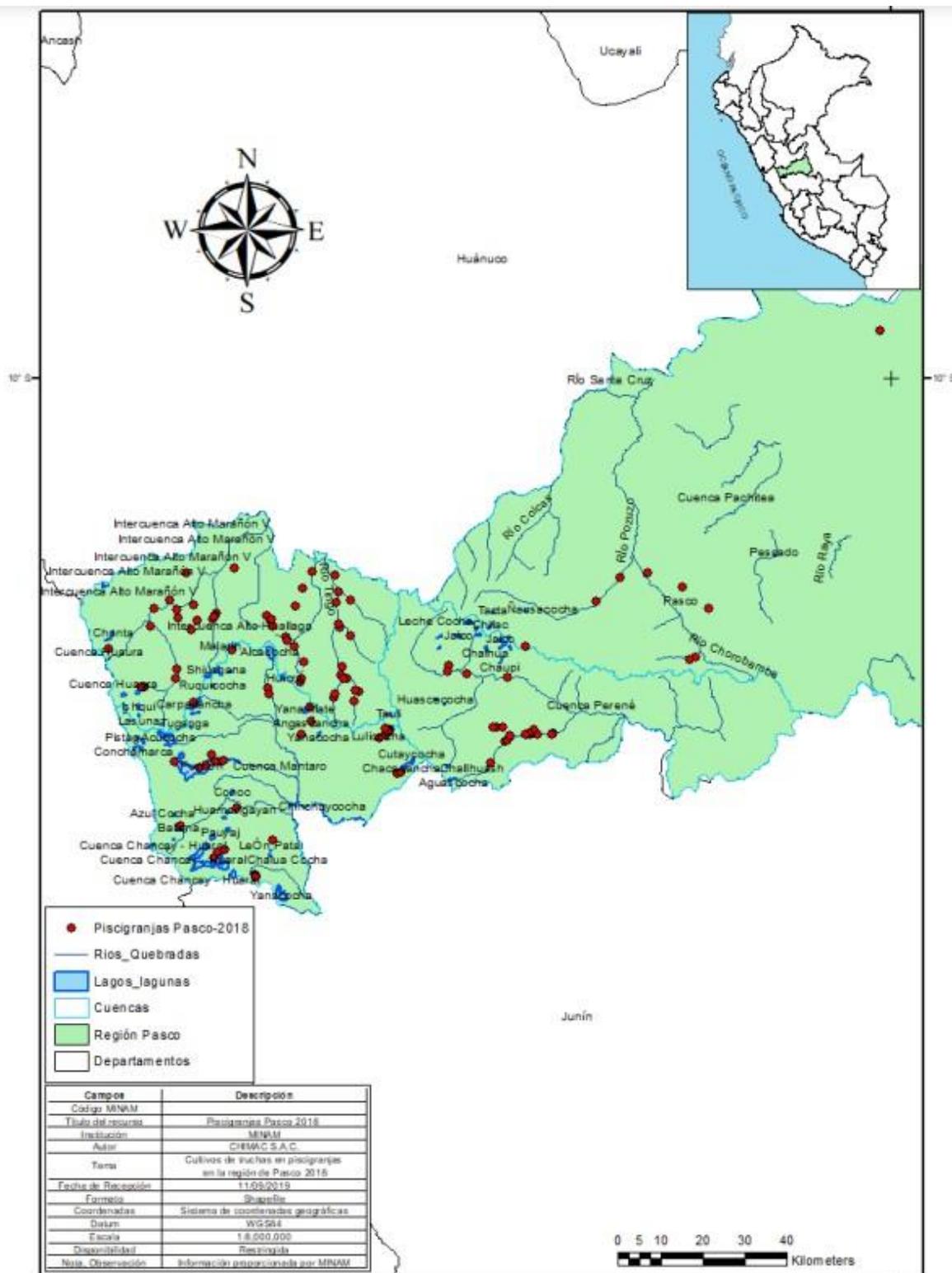
**Fotografía 6: Identificación de los puntos de monitoreo de la calidad de agua de la laguna Punrún**



**Fotografía 7: Monitoreo de la calidad de agua de la laguna Punrún**

## Anexo N°5

### PISCIGRANJAS MUESTREADAS EN LA REGIÓN PASCO (2018)



Anexo N°6

**FOTOGRAFIAS DEL TRABAJO SOCIAL DE LA EMPRESA MAR ANDINO PERU SAC**



**Fotografía 8: Generan trabajo en las zonas donde operamos: más del 90% de nuestros colaboradores pertenecen a las comunidades locales**



**Fotografía 9: Promueve inclusión de mujeres en sus faenas, promoviendo la equidad de género y la igualdad de remuneraciones.**



**Fotografía 10:** En la comunidad de Choclococha, aportó con una guardería que alberga a los hijos de los colaboradores y prestadores de servicios, donde gente de la comunidad apoya en la educación de los niños mientras los padres trabajan. Asisten niños de 1 a 4 años.



**Fotografía 11:** Componente de la actividad acuícola de la empresa Mar Andino Perú S.A.C.