

UNIVERSIDAD MAYOR DE SAN ANDRÉS
FACULTAD DE INGENIERÍA
INGENIERIA QUIMICA, INGENIERIA PETROQUÍMICA
INGENIERIA AMBIENTAL, INGENIERIA DE ALIMENTOS



PROYECTO DE GRADO

**EVALUACIÓN SOCIO AMBIENTAL Y CALIDAD DE AGUA
DE POZO PARA LA IMPLEMENTACIÓN DE ESTANQUES
PISCÍCOLAS EN EL MUNICIPIO DE PUCARANI**

PARA OPTAR AL TÍTULO DE INGENIERO AMBIENTAL

POSTULANTE: Univ. Camilo Sebastian Gutierrez Ludeña

TUTOR: Ph. D. Ing. Santiago Morales

TRIBUNAL: Ing. Mario Salinas P.

TRIBUNAL: Lic. Felipe Callisaya M.

LA PAZ – BOLIVIA

Junio, 2024



**UNIVERSIDAD MAYOR DE SAN ANDRÉS
FACULTAD DE INGENIERIA**



LA FACULTAD DE INGENIERIA DE LA UNIVERSIDAD MAYOR DE SAN ANDRÉS AUTORIZA EL USO DE LA INFORMACIÓN CONTENIDA EN ESTE DOCUMENTO SI LOS PROPÓSITOS SON ESTRICTAMENTE ACADÉMICOS.

LICENCIA DE USO

El usuario está autorizado a:

- a) Visualizar el documento mediante el uso de un ordenador o dispositivo móvil.
- b) Copiar, almacenar o imprimir si ha de ser de uso exclusivamente personal y privado.
- c) Copiar textualmente parte(s) de su contenido mencionando la fuente y/o haciendo la cita o referencia correspondiente en apego a las normas de redacción e investigación.

El usuario no puede publicar, distribuir o realizar emisión o exhibición alguna de este material, sin la autorización correspondiente.

TODOS LOS DERECHOS RESERVADOS. EL USO NO AUTORIZADO DE LOS CONTENIDOS PUBLICADOS EN ESTE SITIO DERIVARA EN EL INICIO DE ACCIONES LEGALES CONTEMPLADAS EN LA LEY DE DERECHOS DE AUTOR.

DEDICATORIA

A mis padres por el constante apoyo y cariño para culminar objetivos en esta vida, para
buscar un futuro mejor para mi persona

A mis compañeros de trabajo que cada noche acompañaron los desvelos, por su paciencia y
amor hacia mí.

AGRADECIMIENTOS

A la institución solicitante Terre Sans Frontieres a través de la ONG COCAWI por la colaboración en la realización de este proyecto, así como al personal de las instituciones aliadas que colaboraron brindando la información necesaria para el desarrollo del presente estudio, y a las personas de la comunidad de Chiarpata por el interés de participar en el proceso de evaluación socio ambiental.

RESUMEN

En este estudio, se explora un análisis de pre inversión para una ONG que trabaja en proyectos socioambientales en el altiplano Boliviano, viendo la viabilidad de implementar un proyecto piscícola en la comunidad de Chiarpata del municipio de Pucarani, tomando en cuenta los factores socio económicos y ambientales de la población interesada, además de los parámetros físico químicos del recurso con el que cuenta, además de poder diseñar las condiciones de producción de truchas, evaluando la cantidad real a producir frente a la necesidad y requerimiento de la población de la comunidad.

Esta evaluación permitirá a la ONG COCAWI, decidir la gestión y planificación de un proyecto de producción intensiva de truchas en la comunidad del altiplano, o en su defecto conocer las condiciones socioambientales de la zona, para un futuro acercamiento y apoyo a la comunidad.

ABSTRACT

In this study, a pre-investment analysis is explored for an NGO working on socio-environmental projects in the Bolivian highlands, looking at the feasibility of implementing a fish farming project in the community of Chiarpata in the municipality of Pucarani, taking into account the socio-economic and environmental factors of the interested population, in addition to the physical-chemical parameters of the resource it has. in addition to being able to design the conditions of trout production, evaluating the real amount to be produced against the need and requirement of the population of the community. This evaluation will allow the NGO COCABI to decide on the management and planning of an intensive trout production project in the highland community, or failing that, to know the socio-environmental conditions of the area, for a future approach and support to the community.

ÍNDICE GENERAL

1.1.	Introducción.....	13
1.2.	Antecedentes.....	13
1.3.	Planteamiento del Problema	14
1.4.	Justificación del trabajo.....	15
1.4.1.	Justificación Técnica.....	15
1.4.2.	Justificación Académica	15
1.4.3.	Justificación Social	16
1.4.4.	Justificación Económica	16
1.4.5.	Justificación Ambiental	16
1.5.	Objetivos.....	16
1.5.1.	Objetivo General.....	16
1.5.2.	Objetivos Específicos.....	17
1.6.	Metas	17
1.7.	Alcance	17
2.	CAPITULO II	18
2.1.	Marco Teórico	19
2.2.	Aspectos Generales del Proyecto	19
2.3.	Institución Solicitante	19
2.4.	Características de la zona	20
2.4.1.	Características de la población.....	20
2.4.1.1.	Bases Legales de creación.....	20
2.4.1.2.	Ubicación Geográfica.....	20
2.4.1.3.	División Político-Administrativa	22
2.4.1.4.	Población total.....	23
2.4.2.	Clima y Suelo.....	23
2.4.2.1.	Propiedades físicas y químicas de los suelos	24
a)	Montañas y Serranías	24
b)	Colinas.....	24
c)	Llanuras.....	25
2.4.2.2.	Datos Climáticos de la Zona	25
2.4.2.3.	Precipitación.....	26

2.4.3.	Riesgos Climáticos.....	26
2.4.4.	Tenencia de la tierra.....	26
2.4.5.	Red Hidrográfica.....	27
a)	Sub cuenca Katari.....	27
b)	Sub cuenca Pucarani.....	27
2.4.5.1.	Fuentes de agua.....	28
2.4.6.	Cultivos, flora y fauna.....	29
2.4.6.1.	Vegetación.....	29
a)	Zona Norte.....	29
b)	Zona Centro.....	29
c)	Zona Sur.....	29
2.4.6.2.	Especies forestales.....	30
2.4.6.3.	Cultivos predominantes.....	30
2.4.6.4.	Actividad Pecuaria.....	30
2.4.7.	Ámbito Social.....	31
2.4.7.1.	Educación.....	31
2.4.7.2.	Población Objetivo.....	31
2.4.7.3.	Organización de la Población.....	33
2.4.8.	Ámbito Económico.....	33
2.4.8.1.	Producción Agrícola.....	33
2.4.8.2.	Producción pecuaria.....	33
2.5.	Topografía.....	33
2.6.	Accesibilidad al área del proyecto.....	34
2.7.	Piscicultura.....	34
2.8.	Sistemas de producción Piscícola.....	35
2.8.1.	Piscicultura Extensiva.....	35
2.8.2.	Piscicultura Semi-intensiva.....	35
2.8.3.	Piscicultura Intensiva.....	35
2.9.	Requerimientos Físicos del agua para la cría de peces.....	35
2.9.1.1.	Conductividad.....	35
2.9.1.2.	Transparencia.....	36
2.9.1.3.	Temperatura.....	36

2.10.	Requerimientos Químicos del agua para la cría de peces.....	37
2.10.1.1.	pH.....	37
2.10.1.2.	Oxígeno Disuelto.....	37
2.10.1.3.	Alcalinidad, Dureza y Calcio	37
2.10.1.4.	Sólidos Suspendidos.....	38
2.11.	Cambio Climático y Piscicultura	38
2.12.	Beneficios de la Piscicultura.....	40
2.12.1.	Beneficios del consumo de pescado.....	40
2.12.2.	Beneficios económicos.....	40
2.12.3.	Beneficios Ambientales.....	40
2.13.	Marco Normativo.....	41
3.	CAPITULO III	44
3.1.	Diseño de la Investigación Social y económica	45
3.1.1.	Descripción del área y población en estudio.....	46
3.1.2.	Universo de Estudio.....	47
3.1.3.	Tamaño de la muestra	47
3.1.4.	Indicadores y Variables.....	48
3.1.5.	Recolección de datos.....	51
3.1.6.	Determinación de Índice de Vulnerabilidad	51
3.2.	Parámetros Físicos.....	53
3.2.1.	Caudal	53
3.2.2.	Temperatura	54
3.3.	Parámetros Químicos.....	54
3.3.1.	pH.....	54
3.3.2.	Cloruros.....	54
3.3.3.	Oxígeno Disuelto	55
3.3.4.	Alcalinidad.....	55
3.3.5.	Dureza	56
3.3.6.	Sólidos Disueltos	57
3.3.7.	Sólidos Suspendidos	58
3.3.8.	Sulfatos	60
3.4.	Diseño de sistema de Oxigenación en función al caudal.....	61

3.5.1.	Ecuaciones de diseño	61
3.5.1.1.	Tamaño y Cantidad de Estanques	61
3.5.2.	Demanda de Oxígeno.....	62
3.5.3.	Cantidad de truchas y alevines.....	63
4.	CAPITULO IV	64
4.1.	Trabajo desarrollado	65
4.2.	Actividades realizadas	65
4.3.	Coordinación con autoridades de la comunidad.....	65
4.4.	Implementación de encuesta a familias	66
4.5.	Tratamiento de datos de la recopilación de la encuesta.....	67
4.6.	Preparación y procedimiento de muestreo.....	69
4.7.	Análisis de muestras en laboratorio.....	71
4.8.	Resultados obtenidos del Análisis físico-químico.....	71
4.9.	Diseño del sistema de producción	73
4.10.	Eficiencia del sistema de oxigenación natural	74
4.10.1.	Aumento Posible de Oxígeno Disuelto	75
4.10.2.	Aumento real de Oxígeno Disuelto.....	76
5.	CAPITULO V	80
5.1.	Resultados logrados.....	81
5.2.	Evaluación	81
5.3.	Conclusiones.....	84
5.4.	Recomendaciones	86
5.5.	Bibliografía.....	88
5.6.	Anexos	92

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1.	
<i>Mapa de la provincia los andes del Departamento de La Paz</i>	22
Figura 2.	
<i>Distribución entre hombres y mujeres de la población de Pucarani</i>	23
Figura 3.	
<i>Resumen General del diseño de la investigación</i>	45
Figura 4.	
<i>Mapa de la Comunidad de Chiarpata</i>	46
Figura 5.	
<i>Medición de Caudal</i>	54
Figura 6.	
<i>Mapa de hogares en Google Earth de familias encuestadas</i>	67
Figura 7.	
<i>Ubicación referencial de los puntos de muestro</i>	69
Figura 8.	
<i>Diagrama causal del aumento de Oxígeno disuelto en el agua de estanque</i>	77
Figura 9.	
<i>Simulación del aumento de Oxígeno disuelto en estanques en VENSIM</i>	77
Figura 10.	
<i>Curva del aumento real de Oxígeno Disuelto en estanques simulado en VENSIM</i>	78
Figura 11.	
<i>Curva de Oxígeno disuelto en la salida del estanque simulado en VENSIM</i>	79
Figura 12.	
<i>Diagrama de Vulnerabilidad Climática en la comunidad de Chiarpata</i>	82
Figura 13.	
<i>Factores contribuyentes del Índice de Vulnerabilidad - IPCC</i>	83
Figura 14.	
<i>Socialización y coordinación con autoridades para el proceso de evaluación socioambiental</i>	102
Figura 15.	
<i>Levantamiento de información sobre vulnerabilidad frente al cambio climático</i>	102
Figura 16.	
<i>Levantamiento de información estadística en el centro de Salud de Chiarpata</i>	103

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1.	
<i>Límites del municipio de Pucarani</i>	21
Tabla 2.	
<i>Clasificación de suelos en el municipio de Pucarani</i>	24
Tabla 3.	
<i>Temperatura mínima, máxima promedio del municipio de Pucarani</i>	25
Tabla 4.	
<i>Precipitación anual del área de implementación</i>	26
Tabla 5.	
<i>Vertientes, pozos y Q'otañas en Pucarani</i>	28
Tabla 6.	
<i>Tabla poblacional con carpeta familiar en el Centro de Salud de Chiarpata</i>	32
Tabla 7.	
<i>Compendio de Política Pública de Bolivia para Piscicultura</i>	42
Tabla 8.	
<i>Número de habitantes por sexo en la comunidad de Chiarpata</i>	47
Tabla 9.	
<i>Cálculo de la muestra poblacional</i>	48
Tabla 10.	
<i>Resumen general de los indicadores y variables para el estudio</i>	49
Tabla 11.	
<i>Rangos de vulnerabilidad del Índice de medios de vida</i>	52
Tabla 12.	
<i>Rangos de vulnerabilidad del Índice de medios de vida</i>	53
Tabla 13.	
<i>Rangos de densidad máxima de carga</i>	63
Tabla 14.	
<i>Cálculo de Índice de Vulnerabilidad para la comunidad de Chiarpata</i>	68
Tabla 15.	
<i>Procedimiento para la toma de muestras físico-químicas</i>	70
Tabla 16.	
<i>Condiciones de transporte y conservación de muestras</i>	71
Tabla 17.	
<i>Resultados del análisis físico-químico de muestras de agua de Chiarpata</i>	72
Tabla 18.	
<i>Comparación de valores físico-químicos para la calidad de agua</i>	72

Tabla 19.	
<i>Dimensiones de estanques de truchas</i>	73
Tabla 20.	
<i>Carga de trucha por oxígeno disuelto disponible</i>	74
Tabla 21.	
<i>Cantidad de truchas para producción.....</i>	74
Tabla 22.	
<i>Ecuaciones y valores predeterminados para el cálculo del aumento posible de OD</i>	75
Tabla 23.	
<i>Cálculo del aumento posible de oxígeno disuelto</i>	75
Tabla 24.	
<i>Ecuaciones y valores predeterminados para el cálculo del aumento real de OD</i>	76
Tabla 25.	
<i>Cálculo del aumento real de oxígeno disuelto simulado en VENSIM.....</i>	79
Tabla 26.	
<i>Resumen datos obtenidos de la Evaluación Socioambiental para la implementación de un estanque de truchas en Chiarpata</i>	81
Tabla 27.	
<i>Evaluación de índice de Vulnerabilidad Climática en la comunidad de Chiarpata.....</i>	82
Tabla 28.	
<i>Evaluación de viabilidad de parámetros físicos químicos de calidad de agua.....</i>	83

CAPÍTULO I
INTRODUCCIÓN

EVALUACIÓN SOCIO AMBIENTAL Y CALIDAD DE AGUA DE POZO PARA LA IMPLEMENTACIÓN DE ESTANQUES PISCÍCOLAS EN EL MUNICIPIO DE PUCARANI

1.1. Introducción

A nivel mundial, se están haciendo evidentes los efectos del cambio climático año con año, según Vera (2021), Director de UNICEF España, en su artículo “El cambio climático nos afecta a todos, pero no por igual” para el portal el Continental, indica que los efectos de este fenómeno afectan de diferentes formas a agricultores en diferentes partes del mundo, donde esta población dependiendo del país en el que se encuentre puede mitigar en mejor o peor medida los efectos del Cambio Climático y su producción, notando que se deberían destinar fondos para que la población vulnerable pueda afrontar esto.

En Bolivia, la crisis climática afecta directamente la pérdida de producción de alimentos, amenazando la seguridad alimentaria, por ejemplo, en el occidente Boliviano, donde se generaban hortalizas, cereales y leche, estas reducen su calidad y cantidad debido a las intensas precipitaciones, vientos huracanados y sequías, estos fenómenos acompañados de efectos indirectos como la pérdida de nutrientes en el suelo, llevando a los agricultores a ser resilientes frente a estos eventos (Gabriel, 2016).

Se entiende que la resiliencia en comunidades que sufren los efectos del cambio climático en la economía y la seguridad humana, es una herramienta que se debe despertar en las familias afectadas, siendo los proyectos sociales una oportunidad de inducir la resiliencia en las poblaciones y comunidades puedan experimentar de otra manera sus recursos y potencialidades (Llobet & Wegsman, 2004).

1.2. Antecedentes

Según La Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura más conocida como FAO (2018), la piscicultura ayuda en la seguridad alimentaria en tres aspectos principalmente; incrementan directamente el suministro de alimentos de las personas, proporcionando proteínas animales muy nutritivas e importantes micronutrientes. El pescado también resuelve el problema de falta de alimentos cuando hay

escasez. Por último, la pesca y la acuicultura ofrecen empleo e ingresos que las personas utilizan para comprar otros alimentos.

La preocupación de las Organizaciones no Gubernamentales en Bolivia va en la dirección de apoyo a la población en el área rural y urbana, la ONG COCAWI, dentro de esta línea contribuye realizando proyectos de salud enlazados a la producción agrícola, la cual es fundamental en el departamento de La Paz, por lo cual este documento contiene una propuesta para apoyar esta temática, con la evaluación de los factores que la organización considera necesaria para realizar un proyecto socio ambiental, enfocado en lograr estas directrices con la implementación de actividades piscícolas en el municipio de Pucarani.

Esta propuesta consiste en desarrollar el proceso de evaluación socioambiental con las familias de la comunidad de Chiarpata del municipio de Pucarani, y la evaluación de los parámetros fisicoquímicos necesarios para la implementación de tanques piscícolas, así también el análisis de la fuente de agua, que sabiendo que esta es de origen subterráneo, se planteará un sistema de oxigenación natural.

En esta propuesta se detallará el proceso de evaluación socioambiental dirigido a las familias involucradas directamente con el proyecto piscícola, así como la metodología empleada para el análisis de los parámetros fisicoquímicos del agua a utilizar en el proyecto, y la metodología a utilizar para diseñar el sistema de oxigenación natural de la fuente de agua a utilizar.

La información será transmitida desde la perspectiva social, en base a las necesidades de la comunidad a la que va dirigido el proyecto, así como la perspectiva científica para determinar los parámetros fisicoquímicos y el diseño del sistema de oxigenación natural.

1.3. Planteamiento del Problema

Existe una fuente de agua aprovechable en la comunidad de Chiarpata del municipio de Pucarani, y en esta la oportunidad de realizar proyectos piscícolas, para apoyar una alimentación balanceada y generación de empleos en la comunidad, sin embargo, se necesita una evaluación socioambiental respecto a los factores que se consideran importantes para que este tipo de proyectos puedan ser sostenibles.

Se ve necesario realizar una evaluación preliminar sobre la situación actual de la población, en base a sus necesidades y disponibilidad de apoyar el proyecto, así como la percepción que se tiene con la implementación del mismo, para poder dar garantía de que este continuara en el tiempo y podrá ser sostenible con el apoyo técnico de la organización COCAWI.

Así también es importante conocer los parámetros físico químicos necesarios de la calidad de agua disponible, para la implementación de estanques piscícolas, y dentro de este, se tiene la percepción que, al ser agua bombeada de pozo, esta carece de la cantidad necesaria de Oxígeno Disuelto, por lo cual se debe plantear un sistema de oxigenación.

¿De qué manera influye la posibilidad de realizar un proyecto piscícola sostenible en relación a los factores socioambientales en la comunidad de Chiarpata del municipio de Pucarani?

1.4. Justificación del trabajo

1.4.1. Justificación Técnica

Así también, es importante implementar este tipo de proyectos, para establecer una metodología técnica en la cual pueda servir de guía y una referencia respecto a la consulta de información en la comunidad, la construcción y diseño de sistemas de mejoramiento de los parámetros a considerar para la implementación de estanques piscícolas, y la implementación del proyecto desde la gestión de recursos hasta el valor sostenible del mismo.

1.4.2. Justificación Académica

Implementar proyectos piscícolas ligados a lograr el desarrollo sostenible son importantes, ya que presentan la base de un proyecto integral, el cual engloba el área agronómica y de producción, el área nutricional, el área social y ambiental, recopilando datos de la población de la comunidad de Chiarpata en el municipio de Pucarani, y las necesidades, vulnerabilidades y oportunidades presentes en las áreas mencionadas.

1.4.3. Justificación Social

La evaluación socio ambiental es importante en proyectos de producción, ya que con esta se podrá sustentar la implementación del proyecto, y se podrá descubrir si este es sostenible o en su defecto se puede apoyar con la realización de otras ideas en que si se garantice puedan continuar en el tiempo, tomando en cuenta las necesidades, perspectivas y proyecciones de la población de la comunidad.

1.4.4. Justificación Económica

Realizar un estudio previo a la implementación de un proyecto significa analizar si es factible o no realizarlo, en este caso la evaluación socio ambiental permitirá considerar si con el proyecto se podrá obtener beneficios económicos con la venta de truchas de calidad, si se llegan a garantizar los parámetros físico químicos y la participación de la población. Se debe mencionar, que para financiar estos proyectos existen instituciones nacionales e internacionales que pueden hacerlo, pero necesitan un estudio previo de la ingeniería del proyecto, siendo esta propuesta la carta de presentación para solicitar un financiamiento.

1.4.5. Justificación Ambiental

Considerando los efectos del cambio climático, percibiendo en la región la inseguridad alimentaria, migración forzada y la aparición de desnutrición en la población a causa de estos, las actividades piscícolas permiten contribuir a la población a mitigar estos problemas, siendo los principales beneficiarios, personas que viven en la comunidad de Chiarpata y en los municipios de Pucarani y Batallas, siendo estos centros de comercio aportando en la economía de las personas involucradas en el proyecto.

1.5. Objetivos

1.5.1. Objetivo General

Evaluar factores socio ambientales y las características fisicoquímicas del agua proveniente de pozo, para la implementación de estanques de producción piscícola en la unidad educativa de Chiarpata del municipio de Pucarani.

1.5.2. Objetivos Específicos

- Evaluar aspectos socioambientales mediante el análisis de las percepciones de las familias de la comunidad de Chapata frente al cambio climático.
- Evaluar parámetros físicoquímicos del efluente de agua de la unidad educativa de Chiarpata para la implementación de estanques piscícolas.
- Diseñar un sistema de oxigenación en un estanque piscícola en función del caudal del efluente de agua para incrementar los valores de oxígeno disuelto.
- Determinar los beneficios sociales, económicos y ambientales para la comunidad con la implementación de un proyecto piscícola.

1.6. Metas

- Se realizará la determinación del índice de vulnerabilidad climática, utilizando encuestas y en estas calificaciones mediante porcentajes para poder determinar el grado de vulnerabilidad de familias de la comunidad de Chiarpata.
- Se evaluarán los parámetros físico químicos del agua disponible del efluente en la escuela de la comunidad de Chiarpata, y con esta determinar si el recurso es el adecuado para realizar un proyecto piscícola en la zona.

1.7. Alcance

- Se considerará la opinión de las personas mediante una consulta a la comunidad, sobre la percepción y la predisposición para participar en un proyecto piscícola a futuro.
- Se evaluará la calidad de agua, comparando los valores obtenidos con parámetros establecidos para la implementación adecuada de estanques piscícolas.
- Se diseñará un sistema de oxigenación natural, para incrementar los valores de Oxígeno Disuelto en función del caudal, como parámetro principal para el funcionamiento correcto de los estanques.



2. CAPITULO II
MARCO TEÓRICO

2.1. Marco Teórico

El Cambio Climático ha afectado en gran medida la región del altiplano, Según Tejada (2013) las familias de Pucarani realizan constantemente la gestión de agua y suelo, para conservar los recursos de los cuales viven día a día, es por esto que, debido a la necesidad de innovar y generar trabajo para estas poblaciones, surge la idea de un proyecto piscícola, donde a continuación se recopilará la información necesaria para comprender las características del proyecto.

2.2. Aspectos Generales del Proyecto

Según la entrevista realizada en la comunidad de Chiarpata del municipio de Pucarani, en esta se tiene una descarga de agua bombeada del pozo de la comunidad, la cual, según el antecedente informado, el caudal se mantiene constante tanto en época seca como húmeda, siendo este efluente constante durante todo el año (Cornejo, 2022).

Debido a estas razones, los deseos e interés de la población en esta zona, son de poder implementar un proyecto piscícola con este recurso. Siendo que el agua a utilizar proviene de pozo y el parámetro central a analizar la factibilidad de un proyecto piscícola es el Oxígeno Disuelto, este parámetro tiende a ser bajo y estar alrededor de 5 ppm en agua obtenida de pozo (Alcívar, y otros, 2017), sabiendo que el valor necesario para un proyecto de peces es de 6 ppm (FAO, 2014).

2.3. Institución Solicitante

El Centro de Orientación y Capacitación Wiphala como ONG, es la institución solicitante de la evaluación socio ambiental para la implementación de un proyecto piscícola en el municipio de Pucarani, ya que este cuenta con un convenio marco de trabajo con la ONG mencionada, esta trabaja bajo la resolución Prefectural Nro 0035 desde 1997, en las áreas de Salud, educación, producción comunitaria y medio ambiente (Centro de Orientación y Capacitación Wiphala, 2023)

2.4. Características de la zona

Comprender las características de la zona, tanto en sus factores climáticos, edáficos y demográficos, ayudara para comprender la situación actual en la comunidad y la factibilidad de implementar un proyecto piscícola en la zona.

2.4.1. Características de la población

2.4.1.1. Bases Legales de creación

El Municipio de Pucarani, se encuentra ubicada aproximadamente a 48 Km de la ciudad de nuestra señora de La Paz desde Km 0, cautiva a propios y extraños por su belleza panorámica y majestuosos montañas, como el Huayna Potosí, también es reconocido como la “Ciudad Deportiva” y por el Autódromo de Pucarani a nivel internacional. El 24 de noviembre de 1917, el Presidente Constitucional de la República de Bolivia JOSÉ GUTIÉRREZ GUERRA promulga la Ley de 24 de noviembre de 1917 se créala nueva circunscripción territorial se denominada provincia de los "Andes" y tendrá por capital la villa de Pucarani (Vargas, 2015).

2.4.1.2. Ubicación Geográfica

Los límites territoriales del Municipio, se describen de acuerdo a la Resolución Prefectural No. 004/2007 de fecha 04 de Enero de 2007 que da procedencia a la delimitación del municipio ratificando los límites de la Propuesta Técnica de Delimitación en las colindancias con los municipios de: Laja y Batallas de provincia Los Andes, Tiwanaku de la provincia Ingavi y Guanay de la provincia Larecaja, consolidando en primera instancia su jurisdicción territorial, por lo que se encuentra en proceso de la delimitación del Municipio de Pucarani, primera sección de la Provincia Los Andes del Departamento de La Paz, desvío de la carretera Panamericana de la doble vía o red fundamental, ubicado aproximadamente a 48 km de la ciudad de Nuestra Señora de La Paz (Km 0) (Vargas, 2015).

El municipio Pucarani está ubicado en la provincia Los Andes del departamento de La Paz, geográficamente la provincia Los Andes ocupa el territorio de la región oeste del departamento; ubicándose el Municipio en la región sudoeste de la Provincia,

aproximadamente a 50 Km. de la ciudad de La Paz, utilizando la carretera Panamericana (Red Fundamental o Doble Vía), que se dirige hacia Copacabana (Vargas, 2015).

En la siguiente tabla y figura se pueden apreciar los límites y colindancias del Municipio de Pucarani.

Tabla 1.

Límites del municipio de Pucarani

Punto Cardinal	Descripción
Norte	Municipios de “Puerto Pérez” “Batallas” Provincia Los andes; Municipio de “Guanay” Provincia Larecaja
Sur	Municipio de “Laja” Provincia Los andes; Municipio de “Tihuanacu” Provincia Ingavi
Este	Municipio de “La Paz” “El Alto” Provincia Murillo
Oeste	Municipio de “Tihuanacu” Provincia Ingavi y Lago Titicaca

Nota: Elaborado en base a datos de PTDI 2016-2020 GAM Pucarani

Figura 1.

Mapa de la provincia los andes del Departamento de La Paz



Nota: Obtenido del portal educa.bo (2023)

2.4.1.3. División Político-Administrativa

Según Vargas (2015), hace mención en el PTDI 2016-2020 del GAM Pucarani, que este con la finalidad de mejorar la administración municipal, considerando su extensión de 1.205 Km² y características, el municipio está dividido en 3 Zonas (Zona Norte, Zona

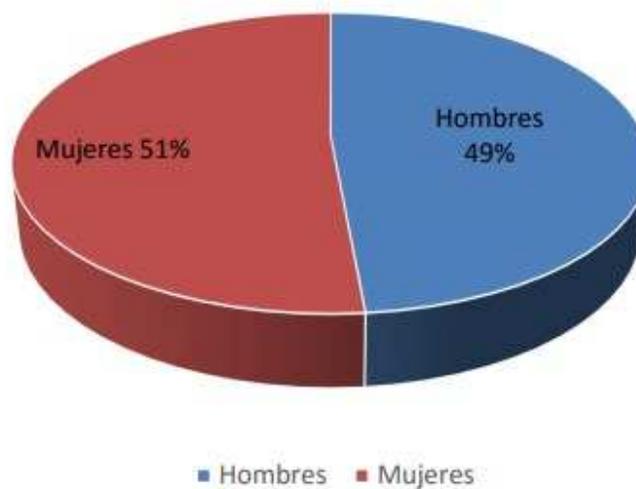
centro y Zona Sur), que a su vez se divide en 12 excantones y 87 comunidades que se detalla en el Anexo I.

2.4.1.4. Población total

La población total del municipio de Pucarani, según los datos del censo de población y vivienda 2012, es de 28.465 habitantes, donde la proporción entre hombres y mujeres se explica en la siguiente gráfica:

Figura 2.

Distribución entre hombres y mujeres de la población de Pucarani



Nota: INE, 2012

2.4.2. Clima y Suelo

En la zona norte del municipio, en las montañas altas se clasifican en asociaciones de regosoles, con inclusión de fluvisoles y características de litoso. Existe la presencia de cuerpos de agua. La zona central se caracteriza por ser la fisiografía llana y presenta características de en su mayoría de leptosoles con inclusión de fluvisoles y presencia de gley. En la zona sur del municipio tiene características diversificadas y cuenta con asociación de cambisoles, con leptosoles e inclusión de fluvisoles, gleysoles, luvisoles y regosoles (Vargas, 2015).

En la siguiente tabla, se puede distinguir la clasificación de suelos por zonas en el municipio de Pucarani.

Tabla 2.

Clasificación de suelos en el municipio de Pucarani

Clasificación de suelos	Zonas	%
Asociación Cambisoles – Leptosoles con inclusión fluvisoles	Sur	26.6
Asociación Cambisoles – Leptosoles con inclusión gleysoles	Sur	5
Asociación Cambisoles – Leptosoles con inclusión luvisoles	Sur	5
Asociación Cambisoles – Leptosoles con inclusión regosoles	Sur	0.4
Asociación de gleysoles	Sur	.
Asociación de leptosoles con inclusión de fluvisoles	Norte	1
Asociación de leptosoles con inclusión de fluvisoles y gley	Centro	25
Asociación de leptosoles con inclusión de fluvisoles y litoso	Norte/centro	21
Consociación de leptosoles con inclusión de fluvisoles	Sur	10
Cuerpo de agua	Norte/sur	3
Total		100

Nota: Elaborado a partir de datos de INE, 2012

2.4.2.1. Propiedades físicas y químicas de los suelos

a) Montañas y Serranías

Los suelos de las montañas y serranías son superficiales, bien drenados con textura franco arenoso a arcillo arenoso, con abundante grava y piedra. En las cimas existe abundante pedregosidad y rocosidad superficial. Estas montañas y serranías, se localizan en la Zona Norte y Sur del Municipio, con pendientes moderadamente escarpadas a escarpadas (15-60%) y su clasificación taxonómica es del orden: Entisol (Vargas, 2015).

b) Colinas

Los suelos de las colinas, son muy superficiales a moderadamente profundos, con alta a abundante pedregosidad y poca rocosidad en la superficie, son suelos franco arcilloso arenoso a arcillosos y su clasificación taxonómica es del orden: Entisol. La localización de las colinas se encuentra en la Zona Norte, Centro y Sur del Municipio (Vargas, 2015).

c) Llanuras

Llanura fluviolacustre, se localizan en la Zona Centro y Sur, son suelos franco arenosos a franco arcilloso, sin pedregosidad. Están sujetas a inundaciones anuales y tienen un drenaje moderado a imperfectamente drenado. La clasificación taxonómica es del orden: Anfisoles y Aridisoles La llanura de piedemonte, se caracteriza por presentar texturas franco arenoso a arcillosa, moderadamente profundo y se localizan en la Zona Norte y Sur del Municipio y la clasificación taxonómica es del orden: Inceptisoles y Entisoles de piedras y no permite el desarrollo óptimo de los cultivos, esta característica es la característica de la comunidad de Chiarpata (Vargas, 2015).

2.4.2.2. Datos Climáticos de la Zona

Según la clasificación climática Köppen y Geiger, el altiplano Boliviano pertenece a la Clase C, climas templados, húmedos con temperatura media del mes más frío entre -3° y 18°C , y temperatura media del mes más cálido superior a 10° , así también, se encuentra en la subclase Cwb; Templado con inviernos secos, donde estos son fríos o templados y los veranos son lluviosos (Meteorología y Climatología de Navarra, 2023).

Según el SENAMHI (2023), mediante la recopilación de datos mensuales respecto a las temperaturas en la zona, se puede apreciar la siguiente diferenciación entre dos estaciones meteorológica en la siguiente tabla:

Tabla 3.

Temperatura mínima, máxima promedio del municipio de Pucarani

Estación Meteorológica	Periodo	Temperatura Máxima °C	Temperatura Mínima °C	Temperatura Promedio °C
Batallas-Yautichambi	2011-2018	18.11	-3.74	7.34
Huarisuyo	2019-2023	18.99	-5.96	6.90

Nota: Elaborado en base a información de SENAMHI, 2023

2.4.2.3. Precipitación

Con los datos de la estación meteorológica Huayrocondo, ubicada en el municipio de Batallas, cercana al área de implementación del proyecto piscícola, se muestra en la siguiente tabla los valores de precipitación anual. En los últimos diez años.

Tabla 4.

Precipitación anual del área de implementación

Estación Meteorológica	Periodo	Precipitación promedio mensual	Precipitación promedio anual
Huayrocondo	2010-2019	45.55 mm	549.55 mm

Nota: Recopilación elaborada en base a información de SENAMHI, 2023

2.4.3. Riesgos Climáticos

Según Cornejo (2022), enfermera que vive en la comunidad de Chiarpata, debido a la ubicación de esta, se evidencian cada año diferentes fenómenos climáticos como ser heladas, granizos, vientos huracanados e inundaciones.

Para la zona norte correspondiente a la comunidad de Chiarpata, la época donde presenta mayor incidencia de heladas es en invierno, esto debido a la cercanía con la cordillera, los periodos de sequía son menores en esta zona por la presencia de fuentes de agua en el lugar, y la presencia de granizos y nevadas es frecuente (Vargas, 2015).

2.4.4. Tenencia de la tierra

De acuerdo a la ley 1715, el saneamiento es el procedimiento técnico jurídico y la misma Ley faculta al INRA, para ejecutar y concluir el saneamiento y titulación de la propiedad agraria, en beneficio de la población rural en general de los empresarios y de los pequeños y medianos productores agropecuarios cuyas propiedades cumplan la Función Económico y Social (Instituto Nacional de Reforma Agraria, 2020).

En el municipio de Pucarani, la tenencia del suelo tiende a dispersarse. Entre los factores tenemos: la sucesión de tierras de padres a hijos y la venta de parcelas y es por esta razón que muchos productores de la zona indican que los terrenos se van reduciendo, lo cual limita producir productos en mayor cantidad y calidad para el mercado (Vargas, 2015).

2.4.5. Red Hidrográfica

La hidrografía que presenta el municipio Pucarani forma parte de la Cuenca Endorreica o del Altiplano, su territorio posee dos subcuencas importantes que vierten sus aguas al lago Titicaca (Pucarani y Katari), destacando la subcuenca del río Katari por su importancia (Vargas, 2015).

El estudio “Desarrollo de los recursos de Aguas Subterráneas en el Altiplano” de Naciones Unidas (2014), identifico acuíferos en los municipios de Batallas Pucarani, los cuales presentan una alta calidad de agua para consumo humano, de riego e industrial.

a) Sub cuenca Katari

El río Katari es el principal de la zona en su trayecto atraviesa las comunidades de: Kohani, Challajahuira, Quiripujo, Chucara, Korila, Muncaña, Catavi y Calería, siendo una frontera natural con las comunidades de: Aygachi (Puerto Perez), Iquiaca Grande, Mucuña, Chacalleta, tiende a aumentar su caudal a la altura de Tambillo, sus aguas son de carácter permanente. Sus afluentes más importantes son el río JiskaJahuira que pasa por Caleria, Catavi Mucuña (Vargas, 2015).

La situación del agua en la cuenca Katari presenta niveles de contaminación alta, resultado de la generación de basura por parte de poblados y la presencia de abono cerca de los lechos de los ríos (Ureña, Vallejos, Saavedra, & Escalera, 2018).

b) Sub cuenca Pucarani

Para la zona de estudio, en las inmediaciones del cerro Nasacara en Villa Andino se forman las lagunas de Jallaykukota, Sora Kota y Allcakota, dando origen al río Alca Kota que vierten sus aguas a la laguna TaypiChaka de esta laguna nace el río Taypichaca, que al ingresar a la comunidad de Corqueamaya cambia el nombre por la de Laqhujahuira, ingresa al municipio de Batallas, del sector de Batallas nace el río Huancarani que pasa por Chiarpata y Huanocollo, al ingresar a Caviña cambia de nombre por el de río Tercela (Vargas, 2015).

2.4.5.1. Fuentes de agua

En la siguiente tabla se puede apreciar las fuentes de agua y uso del recurso por distritos en el municipio de Pucarani.

Tabla 5.

Vertientes, pozos y Q'otañas en Pucarani

COMUNIDAD	ZONAS	FUENTE	USO
DISTRITO 1			
Querani	Pucarani	Pozo	Humano
Esquibel	Pucarani	Q'otaña	Animal – riego
Villa Iquiaca (2)	Iquiaca	Q'otaña	Animal – riego
Sewenca (2)	Pucarani	Q'otaña	Animal – riego
Ancocagua	Pucarani	Vertientes	Humano
Antapata Alta	Pucarani	Vertientes	Humano
Chiarpata	Chiarpata	Vertientes	Humano
Chucara	Pucarani	Vertientes	Humano
Esquibel	Chiarpata	Vertientes	Humano
Oquetiti	Chiarpata	Vertientes	Humano
Vilaque	Chiarpata	Vertientes	Humano
DISTRITO 2			
Cucuta	Vilaque	Vertientes	Humano
Hospital	Chipamaya	Vertientes	Humano
Chirioco	Patamanta	Q'otañas	Animal – riego
Chuñavi	Patamanta	Q'otañas	Animal – riego
JankoKala	Patamanta	Q'otañas	Animal – riego
Chuñavi	Patamanta	Vertientes	Humano
Santa Ana	Patamanta	Vertientes	Humano
DISTRITO 3			
Caleria	Catavi	Vertientes	Humano
Catavi	Catavi	Vertientes	Humano

Nota: Recopilado de PTDI GAM Pucarani, Vargas, 2016

2.4.6. Cultivos, flora y fauna

2.4.6.1. Vegetación

a) Zona Norte

Comprende tres pisos ecológicos:

- Piso nival
- Piso Sub nival
- Piso Altoandino

La variación de las altitudes de esta zona comprende entre 4000 – 5800 msnm entre el límite inferior y el límite superior respectivamente, Presenta en su topografía glaciares, terrazas, macizos y crestas con una vegetación compuesta por especies monocotiledónes y dicotiledoneas (en el piso nival), ñañahuaya, Cailla, etc. (sub nival y altoandino) con una menor presencia de fauna, una abundante cantidad de fuentes (lagunas de Allkakota, Tuni Condoriri, etc.), y recursos mineros importantes (estaño, oro, áridos, etc.) (Vargas, 2015).

A esta zona pertenecen las comunidades de las áreas de Palcoco, Patamanta, Vilaque y Corapata.

b) Zona Centro

Esta zona se ubica en el piso de Puna Semihúmedo, las variaciones en altitudes comprenden los 3800 – 4000 msnm entre el límite inferior y superior respectivamente. Presenta una topografía formada por mesetas, colinas, peñas y afloramientos, es la denominada puna semihumeda alta (con menor humedad), se caracteriza por presentar en su vegetación: Layu, Chillihua, Alfalfa y otros, está ubicado entre las subcuencas Pucarani y Katari, no presenta formaciones importantes de minerales y es más una zona pecuaria (Vargas, 2015).

Esta zona comprende a las comunidades de las áreas de Pucarani, Chiarpata, Iquiaca, Corapata, Chipamaya y Patamanta.

c) Zona Sur

Esta zona pertenece al piso Puna Semihúmedo, sin embargo, se diferencia de la zona central por el mayor grado de humedad debido al efecto de termorregulación del Lago

Titicaca (Banco Mundial, 2009), las variaciones en altitudes comprenden los 3835 – 4000 msnm entre el límite inferior y superior respectivamente. (Vargas, 2015).

Esta zona comprende a las comunidades de las áreas de Pucarani, Catavi, Lacaya y Chojasivi.

2.4.6.2. Especies forestales

En el municipio de Pucarani se tienen identificadas las especies de El Ciprés, Eucalipto, Quiswara, Queñua, Pino, Molle, Retama, ciruelo y otros.

En la actualidad no se tiene cuantificado el volumen forestal en el municipio, pero el destino de los productores es del 70% de hojas secas para leña, 10% para tabloncillos para construcciones y 20% restante como ornamental entre otros usos.

Se tiene la percepción en las comunidades de municipio que plantar árboles ayuda a proteger a la Madre Tierra, es decir el 50% de la población del municipio apoya y participa en actividades de forestación, es por esta razón que el GAM de Pucarani cuenta con un vivero municipal para la producción de platinos forestales (Vargas, 2015).

2.4.6.3. Cultivos predominantes

El principal cultivo que genera ingresos económicos para los productores de la zona es la papa y en segundo lugar la cebada berza como alimento fundamental para el ganado vacuno, en los últimos años con la introducción de ganado mejorado se amplían las superficies de alfalfa y por esta razón se la considera como el tercer cultivo más importante, que las mismas necesitan renovación en algunas zonas por el tiempo de vida útil de los cultivos de alfalfa y además se producen otros cultivos (Instituto Nacional de Estadística, 2013)

2.4.6.4. Actividad Pecuaria

En la zona norte, predomina el ganado ovino, camélido, vacuno y porcino, por ejemplo, los camélidos en la parte más alta de las comunidades de Condoriri, Litoral y Villa Andino, debido a que cada familia cuenta con extensiones de terreno pastizal.

La zona centro se destaca por el ganado vacuno criollo y semi mejorado (Holstein y Pardo Suizo), lo que caracteriza a la zona es por ser productora de leche, tienen convenio de comercialización con las empresas de PIL ANDINA S.A. y DELIZIA S.R.L. En la zona existen treinta y ocho (38) módulos lecheros asociados a APLEPLAN y APALEP (Vargas, 2015).

2.4.7. Ámbito Social

2.4.7.1. Educación

El Artículo 77 de la Ley No. 070 de la Educación " Abelino Siñani-Elizardo Pérez ", establece que la Educación constituye una función suprema y primera responsabilidad financiera del Estado, que tiene la obligación indeclinable de sostenerla, garantizarla y gestionarla; el Estado y la sociedad tiene tuición plena sobre el sistema educativo, que comprende la educación regular, la alternativa y especial, y la educación superior de formación profesional.

El Municipio cuenta con dos establecimientos de Educación Superior como: la Universidad Católica Boliviana UAC con la carrera de Enfermería a nivel licenciatura y la Normal Aconcagua de formación de Maestros Normalistas (Vargas, 2015).

En la comunidad de Chiarpata, se encuentra la Unidad Educativa de Chiarpata, la cual solo contempla el grado de primaria, esto debido a la cantidad de habitantes del sector y las comunidades aledañas, debido a esta situación las familias prefieren que sus hijos accedan a la educación primaria y secundaria en la comunidad de Calasaya del municipio de Batallas (Cornejo, 2022).

2.4.7.2. Población Objetivo

Según el PTDI 2016-2020 del GAM Pucarani (Vargas, 2015), la población de la comunidad de Chiarpata es de 306 habitantes, sin embargo, según los datos estadísticos del Centro de Salud el dato aumento a 1762 habitantes para el año 2019 y 700 habitantes para el año 2021, este decremento causado por la pandemia de COVID 19 (Cornejo, 2022).

Tabla 6.*Tabla poblacional con carpeta familiar en el Centro de Salud de Chiarpata*

Edad	Masculino	Femenino	Total
0 a 4 años	21	26	47
5 a 9 años	32	30	62
10 a 14 años	27	18	45
15 a 19 años	23	28	51
20 a 24 años	15	16	31
25 a 29 años	12	15	27
30 a 34 años	12	16	28
35 a 39 años	10	12	22
40 a 44 años	22	26	48
45 a 49 años	31	36	67
50 a 54 años	27	24	51
55 a 59 años	25	31	56
60 a 64 años	18	23	41
65 a 69 años	22	32	54
70 a 74 años	19	17	36
75 a 79 años	8	17	25
80 a 84 años	5	-	5
85 a 89 años	1	1	2
90 a 95 años	-	2	2
Mayor a 95 años	-	-	0
TOTAL	330	370	700

Nota: Recopilado de carpetas familiares de Centro de Salud de Chiarpata, 2022.

En base a los datos de la tabla 7, la población objetivo para un proyecto piscícola en la comunidad de Chiarpata, comprende a 422 habitantes en el rango de edad de 15 a 64 años, considerando que esta población tiene algún familiar en la escuela de la comunidad.

2.4.7.3. Organización de la Población

En la comunidad de Chiarpata del municipio de Pucarani, existe una Unidad Educativa Primaria, en esta existe el Consejo Educativo de Pueblos Originarios, el cual esta instruido desde 1994, conformado por padres de familia de los estudiantes de la Escuela, quienes tienen el objetivo de controlar y fiscalizar las actividades educativas además de ser consultivos sobre acciones en beneficio para sus hijos, el periodo de estas autoridades es anual (Velasco, 2010).

2.4.8. Ámbito Económico

2.4.8.1. Producción Agrícola

El principal cultivo que genera ingresos económicos para los productores de la zona es la papa y en segundo lugar la cebada berza como alimento fundamental para el ganado vacuno, en los últimos años con la introducción de ganado mejorado se amplían las superficies de alfalfa y por esta razón se la considera como el tercer cultivo más importante, que las mismas necesitan renovación en algunas zonas por el tiempo de vida útil de los cultivos de alfalfa (Vargas, 2015).

2.4.8.2. Producción pecuaria

La producción pecuaria es principal actividad económica, debido a que proporciona más ingresos familiares para el sustento de las familias como: Ganado vacuno, ovino, camélido, porcino y otros. La explotación lechera y de engorde del ganado vacuno en el municipio de Pucarani se caracteriza por desarrollarse en predios pequeños con mano de obra familiar, siendo la principal fuente de ingresos sostenidos para las familias del área rural. En esta perspectiva, la leche se ha posesionado y marcó el destino de la población, mejorando la rentabilidad y sostenibilidad en la producción de las familias como en: viviendas, manutención familiar, los gastos de salud, educación a todos los niveles y ha contribuido al desarrollo de otros sectores de la economía como el comercio, el transporte y otros (Vargas, 2015).

2.5. Topografía

La zona central del municipio de Pucarani, en la cual se encuentra la comunidad de Chiarpata, presenta una topografía formada por mesetas, colinas, peñas y afloramientos,

donde el piso ecológico es de Puna Semihúmedo alta, caracterizada por presentar vegetación (Vargas, 2015).

2.6. Accesibilidad al área del proyecto

La comunidad de Chiarpata se encuentra a 52.3 km de la ciudad de El Alto, así también, se encuentra a 8.9 km de la capital del municipio de Batallas, por la cual se debe ingresar con mayor facilidad a la comunidad, a través de una carretera con el 60% de tipo asfalto y 40% de tierra (Cornejo, 2022).

2.7. Piscicultura

La FAO (2003) define acuicultura como: Cultivo de organismos acuáticos en áreas continentales o costeras, que implica por un lado la intervención en el proceso de crianza para mejorar la producción y por el otro la propiedad individual o empresarial del stock cultivado, siendo la piscicultura una rama de esta, la cual está enfocada en la producción de peces.

Pucarani cuenta con diferentes pisos ecológicos, lo cual le permite diversificar su producción y en este caso la piscicultura, que constituye una fuente vital de alimentos y generación de recursos económicos para las poblaciones que tienen acceso a este recurso (Vargas, 2015).

En el municipio se identificó 12 especies de peces nativos, de las cuales actualmente sólo cuatro de ellas han sobrevivido como ser: el ispi, el mauri, la boga y el carachi; en tanto que los otros 8 se han extinguido y en la zona solamente se pesca el carachi y muy esporádicamente el pejerrey (Bandelier, 1910).

En los últimos años se ha introducido la trucha en lagunas naturales de la zona norte del municipio, esta se ha adaptado satisfactoriamente a las condiciones climáticas y físicas, mostrando un precedente de producción de truchas en las comunidades con fuentes de agua natural (Instituto Nacional de Estadística, 2013).

2.8. Sistemas de producción Piscícola

2.8.1. Piscicultura Extensiva

Este tipo de cultivo se basa en alcanzar una producción donde el manejo del medio acuático y de los peces sea mínimo. Su característica más relevante es el no aporte de alimento suplementario, por lo que los animales para su crecimiento dependen en un 100 % de la productividad que alcance el medio. Esta modalidad requiere trabajar a muy bajas densidades de siembra. Según la FAO (2008) la producción puede alcanzar hasta los 500 kg/Há/año.

2.8.2. Piscicultura Semi-intensiva

Esta modalidad, si bien permite alcanzar un rendimiento mayor que en el caso anterior, requiere desde su inicio más inversión tanto para el manejo de los peces como del medio acuático. Se trata de incrementar la productividad del medio enriqueciendo la calidad del agua a partir de la utilización de fertilizantes orgánicos o inorgánicos, y aportando alimento balanceado a los peces. En este caso la densidad de siembra puede ser más alta, permitiendo un aumento de la producción, la que puede alcanzar hasta 20 ton/Há/año. Cabe destacar que esta escala de cultivo requiere mayor asistencia técnica y control durante todo el proceso a fin de asegurar el éxito del cultivo (FAO, 2010).

2.8.3. Piscicultura Intensiva

Con este sistema se alcanza la mayor producción por unidad de área. La FAO (2008) reporta producciones de hasta 200 ton/Há/año. Los animales se alimentan con raciones balanceadas dependiendo en un 100% del aporte externo. Se manejan y controlan permanentemente las variables ambientales, como ser, oxígeno disuelto en el agua, temperatura, pH, entre otras. Esta modalidad de cultivo es tecnificada, exige mayores inversiones y asistencia técnica.

2.9. Requerimientos Físicos del agua para la cría de peces

2.9.1.1. Conductividad

Según OTCA (2016), la conductividad es una de las mejores medidas de la riqueza del agua y se mide por los iones disueltos en el agua. Se expresa en microohm/cm y se mide con el conductivímetro. Está directamente relacionada con la salinidad, que para agua

dulce corresponde a la concentración de los iones disueltos que determinan la presión osmótica del agua a la que deben adaptarse las diferentes especies de peces. Gran parte de los sólidos disueltos se originan por el contacto del agua con las rocas y el suelo. La composición de minerales disueltos en el agua se debe al clima, geología local, topografía, biología del agua y al estado del tiempo. Los iones más frecuentes son calcio, magnesio, sodio, potasio, carbonatos, sulfatos y cloruros.

2.9.1.2. Transparencia

Según OTCA (2016), la transparencia o claridad del agua permite mayor o menor penetración de la luz, factor indispensable para el desarrollo de los organismos verdes (algas), inicio de la producción biológica en el estanque. La turbidez del agua se debe al material, mineral u orgánico, en suspensión. Limita la penetración de la luz disminuyendo la transparencia y, por ende, la producción primaria. Sin embargo, la turbidez causada por el plancton es una condición deseada, al contrario de la producida por partículas en suspensión, como las de arcilla u otras sustancias húmicas coloidales que pueden adosarse a las branquias, reduciendo la superficie respiratoria de las laminillas branquiales. Por otro lado, la turbidez afecta la habilidad de los peces para aprehender el alimento, perdiéndose en el fondo e incrementando a la vez el material orgánico, cuya descomposición exige mayor cantidad de oxígeno disuelto.

2.9.1.3. Temperatura

La Temperatura del agua es uno de los factores más importantes a tener en cuenta en sistema de piscicultura de truchas Arco Iris, existe una relación directa entre la temperatura del agua y la solubilidad del oxígeno en ella, esta relación es inversa, es decir que, a mayor temperatura, la cantidad de oxígeno es menor, por ello, las truchas viven en agua fría, pues, su exigencia es alta en lo que se refiere a oxígeno. El margen de temperaturas apto para el desarrollo de truchas es de 3-4 °C y 23-24 °C, a menor temperatura no se alimentan, y a una mayor, presentar disturbios respiratorios y tampoco se alimentan, ocasionando la muerte, el rango ideal se encuentra entre 7-16 ° C (Fundación Villa Imperial, 2004).

2.10. Requerimientos Químicos del agua para la cría de peces

2.10.1.1. pH

En lo que se refiere al cultivo de truchas, no sólo es importante el valor del pH, sino, la estabilidad del mismo en el tiempo, la cual viene dada por la concentración de carbonatos y bicarbonatos. Numerosos autores señalan que los valores normales de pH óptimo para el cultivo de peces varían entre 6.4 y 9.0 (Fundación Villa Imperial, 2004).

2.10.1.2. Oxígeno Disuelto

Para OTCA (2016) el contenido del oxígeno disuelto en el agua de los estanques es, sin duda, el más crítico entre los factores de calidad del agua. Si no se mantiene en niveles apropiados en forma constante, los peces se afectan, no comen mientras las condiciones de baja concentración de oxígeno persistan y aun recuperando el nivel apropiado este comportamiento se prolonga por algún tiempo más, haciendo a los peces susceptibles a las enfermedades. Esto, por otro lado, eleva la tasa de conversión alimentaria y, consecuentemente, los costos de producción; o sea, se requiere mayor cantidad de alimentos para producir igual carne de pescado.

Es un factor fundamental para el cultivo de truchas Arco Iris, el límite inferior de la concentración de oxígeno en el agua para ellas es de 5 mg/litro, no obstante, siempre es conveniente poseer concentraciones no inferiores a 7 mg/litro (Fundación Villa Imperial, 2004).

2.10.1.3. Alcalinidad, Dureza y Calcio

Según OTCA (2016), la alcalinidad se mide por la concentración de iones de carbonato y bicarbonato en el agua y se expresa en mg/l de carbono de calcio equivalente. Estos iones le confieren al agua una capacidad amortiguadora del pH, en consecuencia, a mayor concentración de carbonato y bicarbonato el pH del agua se mantendrá más estable en valores altos. Al contrario, la baja alcalinidad facilita los cambios del pH en un perfil de 24 horas.

Para Acuicultura Hoy (2013), la alcalinidad corresponde a la concentración total de bases en el agua expresada como mg/l de carbonato de calcio equivalente y está representado por iones de carbonato y bicarbonato. La capacidad amortiguadora del pH en

el agua está dada por estos iones. Según la misma fuente, la dureza total se define como la concentración de iones, básicamente calcio (Ca) y magnesio (Mg) y se expresa en mg/l de carbonato de calcio equivalente. Otros iones divalentes contribuyen a la dureza, pero son menos importantes.

2.10.1.4. Sólidos Suspendidos

Las partículas en suspensión son perjudiciales para los peces, cuanto mayor sea su concentración en el tiempo de exposición, los contactos continuos y repetidos sobre la delicada superficie branquial dan origen a su irritación, seguida de una hiperqueratosis de la mucosa que dificulta el paso del oxígeno, provocando la asfixia (Fundación Villa Imperial, 2004).

2.11. Cambio Climático y Piscicultura

Según Soto y Quiñones (2013), el cambio climático global conlleva, además del incremento de la temperatura media del planeta, una serie de otras alteraciones potencialmente dañinas para la pesca y la acuicultura, tales como:

1. Cambios en temperatura del mar a nivel local
2. Acidificación del océano
3. Aumento en el nivel del mar
4. Cambios en la concentración de oxígeno ambiental
5. Incremento en la severidad y frecuencia de tormentas
6. Cambios en los patrones de circulación de corrientes marinas
7. Cambios en los patrones de lluvia
8. Cambios en los caudales de ríos
9. Cambios en flujos biogeoquímicos (nitrógeno)

Sobre el impacto ambiental de la actividad acuícola Rabassó (2006) señala que depende en gran medida de la especie, el método de cultivo, la densidad del stock, el tipo de alimentación y las condiciones hidrográficas. Los impactos ambientales se producen

tanto en la columna de agua como en el fondo marino y sus efectos pueden ser físicos, químicos y biológicos.

Cuando hablamos de medidas para combatir el cambio climático, la CMNUCC ha establecido dos tipos: primero están las medidas de mitigación, referidas a la “intervención antropogénica para reducir las fuentes o reducir los sumideros de gases de efecto invernadero”. En segundo lugar, están las de adaptación que se traducen en “ajustes en los sistemas humanos o naturales frente a entornos nuevos o cambiantes”. “...se refiere a los ajustes como respuesta a estímulos climáticos proyectados o reales o a sus efectos. Los que pueden moderar el daño o aprovechar sus aspectos beneficiosos” (Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático IPCC, 2001).

Cabe hacer presente que estas últimas tendrían una repercusión mayor a la hora de hacer frente al cambio climático y están asociadas directamente con la resiliencia de las personas para enfrentar un escenario climático y natural nuevo, por cuanto hay consenso en la comunidad científica de que el clima seguirá cambiando, por lo cual es necesario estar preparado para estos nuevos escenarios, minimizando los riesgos y construyendo resiliencia y es este el eje central de esta investigación. En este sentido el IPCC es claro al señalar que “La adaptación es una estrategia necesaria a todos los niveles como complemento de los esfuerzos para mitigar el cambio climático”. En virtud de lo antes señalado, es posible deducir que la mejor alternativa para combatir las consecuencias del cambio climático es gestionar una acción integral que considere el desarrollo sustentable y acorde a los posibles escenarios (Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático IPCC, 2001).

Ahora bien, es importante señalar que “Los procesos de adaptación pueden generar consecuencias positivas significativas y reducir los impactos negativos del cambio climático, así también, un proceso de adaptación que no cuente con la información adecuada para quienes lo llevan a cabo, puede ser ineficiente y de esta manera provocar problemas mayores; un ejemplo de ello se da cuando al no percibir el aumento de la temperatura, esto podría provocar complicaciones en la explotación del recurso hídrico, en el sentido de afectar severamente la disponibilidad de agua en las reservas de la misma (Ríos, 2017).

2.12. Beneficios de la Piscicultura

2.12.1. Beneficios del consumo de pescado

La carne de pescado es una fuente de proteína de alta calidad, similar al pollo y superior a la de la carne roja. Las proteínas del pescado contienen todos los aminoácidos esenciales, y al igual que las proteínas de la leche, los huevos y la carne de mamíferos, tienen un valor biológico muy alto (Cuentas & Ojeda, 2021).

La piscicultura es un rubro dirigido a la seguridad alimentaria, ya que la carne de pescado constituye una fuente alternativa de proteínas y minerales para la alimentación, porque proporciona todos los compuestos necesarios para una dieta sana, fácil de digerir y exenta de colesterol (CIPCA, 2020).

2.12.2. Beneficios económicos

Según CIPCA (2020), la piscicultura aporta en la generación de oportunidades de empleo, promoviendo la diversificación de los ingresos económicos de las familias campesinas e indígenas. Además, asegura la participación activa del núcleo familiar al convertirse en unidad económica y la integración con operadores privados y públicos.

Según (Cuentas & Ojeda, 2021), en un estudio de mercado para la provincia Guarayos, el resultado es un ingreso de Bs 60.000 por la venta de 2.400 kg de pescado, donde el costo total de producción de todo el ciclo es de Bs 38.582,16, logrando generar una ganancia neta de Bs 21.417,84, lo que hace a este rubro muy rentable y atractivo para el productor.

2.12.3. Beneficios Ambientales

En la actualidad, el sistema de producción agropecuaria del pequeño agricultor, es de corte y quema lo que ocasiona graves daños a los microorganismos del suelo, contaminación del aire con el humo y el desmonte constante que ocasiona desequilibrio ecológico de gran envergadura. Por el contrario, la piscicultura es un rubro que se realiza en pequeña superficie de terreno, no ocasiona daño alguno a ningún recurso natural, menos al medio ambiente, siendo una de las mejores alternativas de producción de los recursos naturales (Martínez, L., 2018).

La producción de carne de pescado es una alternativa sostenible, ya que requiere menos superficie comparada con la actividad ganadera, donde una hectárea tiene una capacidad de producción de aproximadamente 4.000 kg de pescado en 8 a 12 meses (Cuentas & Ojeda, 2021).

2.13. Marco Normativo

Dentro de las leyes, normas y reglamentos para actividades piscícolas en Bolivia, se pueden destacar las que se indica a continuación en la siguiente tabla:



Tabla 7.*Compendio de Política Pública de Bolivia para Piscicultura*

TEMA / SECTOR	FECHA DE APROBACIÓN	RESPALDO LEGAL	TIPO DE DOC.	MARCO LEGAL PARA LA PLANIFICACIÓN
MARCO	7-feb-2009	Ley fundamental	0	Constitución Política del Estado
MARCO / Planificación nacional	21-dic-2010	Ley 071	0	Ley Derechos de la Madre Tierra
MARCO / Planificación nacional	15-oct-2012	Ley 300	0	Ley Marco de la Madre Tierra y Desarrollo Integral para Vivir Bien
Cambio climático Bosques				
MARCO / Planificación nacional	14-ago-2013	D.S. 1696	2	Reglamento de la Ley Marco de la Madre Tierra y Desarrollo Integral para Vivir Bien.
Cambio climático Bosques				
MARCO / Planificación nacional	19-ene-2015	Ley 650	0	Agenda Patriótica del Bicentenario 2025
MARCO / Planificación nacional	10-mar-2016	Ley 786	0	Plan de Desarrollo Económico y Social 2016-2020
MARCO / Planificación territorial	18-oct-1996	Ley 1715	1	Ley INRA
MARCO / Planificación territorial	2-ago-2007	D.S. 29215	2	Reglamentación del Servicio Nacional de Reforma Agraria (Rel. Ley 3545 y Ley 1715)
Bosques				
MARCO / Planificación territorial	9-ene-2014	Ley 482	1	Ley de Gobiernos Autónomos Municipales
MARCO / Planificación territorial	11-feb-2016	R.M. 018-16 MPD	3	Lineamientos Metodológicos para la formulación de Planes Territoriales de Desarrollo Integral Para Vivir Bien (PTDI)
MARCO / Planificación sectorial				Lineamientos Metodológicos para la formulación de Planes Sectoriales de Desarrollo Integral Para Vivir Bien (PSDI)
MARCO / Planificación territorial	2-mar-2016	R.M. 032-16 MPD	3	Lineamientos Metodológicos para la formulación de Planes de Gestión Territorial Comunitaria Para Vivir Bien (PGTC)
MARCO / Planificación sectorial				Ley del Medio Ambiente
Bosques				
MARCO / Planificación sectorial	27-abr-1992	Ley 1333	0	Ley del Medio Ambiente
Bosques				
MARCO / Planificación sectorial	8-dic-1995	D.S. 24176	2	Reglamentos de la Ley de Medio Ambiente
Bosques				
MARCO / Planificación sectorial	15-sep-2003	D.S. 27173	2	Modificación del Reglamento de Prevención y Control Ambiental
Bosques				
MARCO / Planificación sectorial	17-ene-2006	D.S. 28592	2	Modifica Reglamento de Prevención y Control Ambiental - RPCA (D.S. 24176)
Bosques				
MARCO / Planificación sectorial	23-nov-2016	D. S. 2992	2	Ampliar listado de Actividades Obras y Proyectos (AOPs) en categoría 3 del Art. 17 del Reglamento de Prevención y control ambiental (DS 24176)
Bosques				
MARCO / Planificación sectorial	2-may-2018	D.S. 3549	2	Modifica Reglamento de Prevención y Control Ambiental – RPCA (D.S. 24176)

TEMA / SECTOR	FECHA DE APROBACIÓN	RESPALDO LEGAL	TIPO DE DOC.	MARCO LEGAL PARA LA PLANIFICACIÓN
MARCO / Planificación sectorial	3-abr-2019	D. S. 3856	2	Modifica Reglamento de Prevención y Control Ambiental – RPCA (D.S. 24176)
Biodiversidad	16-ago-1967	D.S. 8063	2	Impuestos para productos forestales y de caza y pesca
Biodiversidad	19-mar-2002	D.S. 26556	2	Estrategia Nacional de Conservación y uso de la biodiversidad
Recursos hídricos	30-mar-2011	D. S. 831	2	Creación del programa MI Agua
Áreas Protegidas	14-mar-1975	D.L. 12301	2	Ley de vida silvestre, parques nacionales, caza y pesca
Biodiversidad				
Agricultura, ganadería, piscicultura	14-ago-1990	D.S. 22581	2	Reglamento de pesca y acuicultura
Biodiversidad				
Agricultura, ganadería, piscicultura	27-dic-1996	D.S. 24463	2	Régimen Agropecuario Unificado
Bosques				
Agricultura, ganadería, piscicultura	16-mar-2000	Ley 2061	1	Crea el Servicio Nacional de Sanidad Agropecuaria e inocuidad alimentaria - SENASAG
Agricultura, ganadería, piscicultura	8-may-2003	D. S. 27029	2	Consejo Nacional de Nutrición y Alimentación (CONAN)
Bosques				
Agricultura, ganadería, piscicultura	29-abr-2009	D.S. 99	2	Incorpora las Organizaciones de Pequeños Productores a los alcances del D.S. 24463 como asociaciones civiles sin fines de lucro
Apoyo al desarrollo social, productivo, organizacional				
Agricultura, ganadería, piscicultura	8-ene-2016	Ley 775	1	Ley de promoción de alimentación saludable
Salud				
Agricultura, ganadería, piscicultura	3-may-2017	Ley 938	1	Ley de Pesca y Acuicultura Sustentables

Nota: Elaborado en base a datos de García, K; et al, 2021.



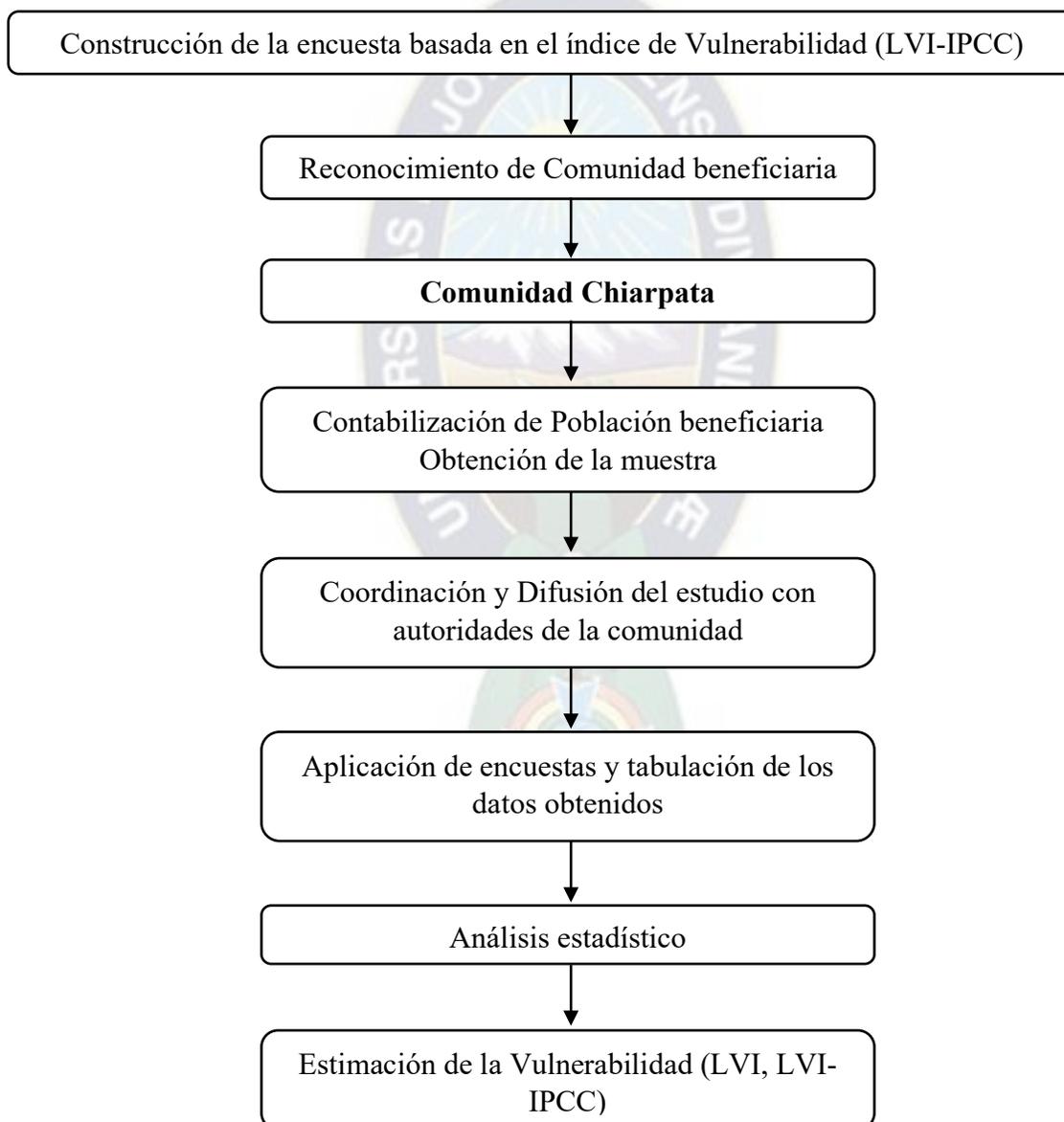
CAPITULO III
DISEÑO DEL ESTUDIO SOCIOAMBIENTAL Y FÍSICO
QUÍMICO

10.1. Diseño de la Investigación Social y económica

El tipo de diseño de este estudio responde a ser descriptivo de carácter observacional, en el cual se aplicaron encuestas como técnica de muestreo a una población seleccionada, identificada como posibles beneficiarios de un proyecto piscícola, el diseño general de la investigación social y económica se observa en la siguiente figura:

Figura 3.

Resumen General del diseño de la investigación



10.1.1. Descripción del área y población en estudio

La comunidad de Chiarpata se encuentra en la zona norte del Municipio de Pucarani, el acceso a esta comunidad se puede realizar desde el Municipio de Batallas en su capital, en la siguiente figura se puede apreciar la distribución de la comunidad.

Figura 4.

Mapa de la Comunidad de Chiarpata



En la comunidad de Chiarpata, utilizan agua bombeada de pozo que esta ubicado en el terreno de la Escuela de la comunidad, este recurso es conducido a un tanque de almacenamiento, el cual una vez se encuentra totalmente lleno, el restante de agua bombeada se redirige hacia el rio Sehuena.

Según Cornejo (2022), el caudal redireccionado se mantiene constante durante las etapas humedad y secas del año en la comunidad, donde a partir de este recurso no

utilizado, la comunidad plantea poder implementar un proyecto para la producción de truchas.

10.1.2. Universo de Estudio

Ya que las autoridades de la comunidad de Chiarpata plantean el proyecto de manera comunal, se considerará el universo de estudio a la totalidad de habitantes que residen en la comunidad. Cabe resaltar que se utilizarán datos recientes del Centro de Salud de Chiarpata, considerando que este maneja carpetas familiares de toda la comunidad, y no así datos estadísticos municipales, como se muestra en la siguiente figura.

Tabla 8.

Número de habitantes por sexo en la comunidad de Chiarpata

Lugar	Hombres	Mujeres	Total de personas	Hogares
Chiarpata	330	370	700	250

Nota: Elaborado en base a datos del Centro de Salud de Chiarpata, 2022

10.1.3. Tamaño de la muestra

Considerando que las autoridades de la comunidad de Chiarpata generaron la idea de un proyecto piscícola comunitario, para calcular el tamaño de la muestra se considerará el total de personas residentes en la comunidad, como posibles beneficiarios de la posible producción de truchas.

Según López-Roldán & Farchelli (2015), para determinar el tamaño de la muestra, se debe considerar que para una población finita la ecuación a utilizar es la siguiente:

$$n = \frac{z^2 \times P \times Q \times N}{(N-1) \times e^2 + z^2 \times P \times Q} \quad (1)$$

Donde:

n : tamaño de la muestra

z^2 : el número de unidades de desviación que indica el nivel de confianza adoptado, elevado al cuadrado.

e^2 : el error muestral considerado, elevado al cuadrado.

N : el tamaño de la población.

P : la proporción (o porcentaje) de individuos que tienen una característica.

Q : la proporción (o porcentaje) de individuos que no tienen la característica

Los valores utilizados para determinar el tamaño de la muestra (n) para la comunidad de Chiarpata son presentados en la siguiente tabla:

Tabla 9.

Cálculo de la muestra poblacional

	Muestra (n)	Valor
N	Tamaño de la población	700
Z	Nivel de confianza (95%)	1.96
P	Probabilidad de éxito (50%)	0.50
Q	Probabilidad de fracaso (50%)	0.50
e	Nivel de error (10%)	0.10
n	Tamaño de la muestra	84

Según Lobera (2020), para la aplicación del índice de vulnerabilidad LVI-IPCC, se debe considerar realizar las encuestas a las familias y en estas y sus integrantes replicar la misma para obtener la información exacta de la percepción de vulnerabilidad frente al cambio climático.

10.1.4. Indicadores y Variables

Para la selección de variables, el IPCC (2014) contempla ciertos indicadores sociales, económicos y ambientales para identificar la vulnerabilidad de las personas respecto al cambio climático ligadas a al sector Salud.

Según Lobera (2020), dentro de estos indicadores, se pueden generar variables las cuales implementadas serán la fuente de información necesaria asociada con la vulnerabilidad de la población estudiada, en la siguiente tabla se pueden apreciar dichos indicadores y variables.

Tabla 10.*Resumen general de los indicadores y variables para el estudio*

Indicador	Variable	Fuente de Información	Asociación con la vulnerabilidad
Perfil Socio-demográfico	Tasa de dependencia	Encuesta	Mayor porcentaje refleja menor capacidad de adaptación
	Mujeres miembros de los hogares	Encuesta	Las mujeres suelen tener menor capacidad de adaptación
	Promedio educación de la cabeza del hogar	Encuesta	La educación contribuye a la formación de personas más conscientes y capaces de adaptarse
Estrategias de subsistencia	Hogares con miembros de la familia que trabajan en una comunidad	Encuesta	Los ingresos económicos aumentan la capacidad de adaptación
	Hogares que no han acudido a su gobierno local para recibir asistencia en los últimos 12 meses	Encuesta	Reconocer el interés del gobierno para asistir en caso de emergencia
Redes Sociales	Hogares que recibieron ayuda	Encuesta	Hogares que buscan y reciben diferentes tipos de ayuda son más sensibles
	Préstamo promedio	Encuesta	Los préstamos indican estrés financiero, menos capacidad de adaptación
	Acceso a medio de comunicación	Encuesta	Los medios de comunicación alertan sobre la aparición y preparación de peligros
Salud	Hogares con familiares con enfermedad crónica	Encuesta	Las familias con enfermedades son más sensibles
	Hogares donde un miembro de la familia faltó a su trabajo o escuela en las últimas 2 semanas debido a una enfermedad	Encuesta	Evaluar cómo la enfermedad está afectando a la familia; mayor porcentaje implica mayor sensibilidad
	Hogares expuestos a vectores	Encuesta	Determinar el porcentaje de hogares expuestos a enfermedades transmitidas por vectores
Alimentos	Seguridad Alimentaria	Encuesta	Situaciones de hambre presentan mayor sensibilidad
	Hogares dependientes de la huerta familiar para el suministro de alimentos	Encuesta	Hogares poseen mayor sensibilidad porque su fuente de alimentos es limitada

Indicador	Variable	Fuente de Información	Asociación con la vulnerabilidad
Agua	Hogares que utilizan una fuente de agua natural	Encuesta	Hogares que no cuentan con agua, se consideran más sensibles
	Porcentaje de hogares que no tienen un suministro constante de agua	Encuesta	Las familias con un suministro de agua constante son menos sensibles
	Hogares que informan sobre conflictos relacionados con el agua	Encuesta	Hogares con conflictos con el suministro de agua, se consideran más sensibles.
Desastres naturales y variabilidad climática	Eventos de inundación, sequía y ciclón en los últimos 6 años	Encuesta	Los hogares más expuestos reflejan mayor exposición
	Hogares con una lesión o muerte como resultado del desastre natural más grave en los últimos 6 años	Encuesta	Los hogares más expuestos pueden poseer un mayor número de lesiones o muertos durante los desastres naturales
	Desviación estándar promedio de la temperatura máxima promedio diario por mes	Datos obtenidos de SENAMHI, en base a estaciones meteorológicas cercanas a la comunidad de Chiarpata	Mayor variabilidad implica mayor exposición
	Desviación estándar promedio de la temperatura mínima promedio diario por mes		
	Desviación estándar promedio de la precipitación acumulada promedio por mes		

Nota: Elaborado en base a selección de indicadores de Lobera, 2020

10.1.5. Recolección de datos

En base a los indicadores y variables seleccionadas, Lobera (2020) considera que el método para el levantamiento de información, será la implementación de una encuesta elaborada a partir del enfoque generado en la tabla 11, esta encuesta se encuentra en el Anexo I.

10.1.6. Determinación de Índice de Vulnerabilidad

Una vez realizada la tabulación de los datos recolectados durante la etapa anterior, se procede a la estandarización de los datos a través de la adaptación de la ecuación del índice de desarrollo humano para calcular el índice de esperanza de vida real. A continuación, se muestra la ecuación (2), donde se usan estos valores para estandarizar el subcomponente e integrarlo al componente principal, asignando a las frecuencias un valor mínimo y máximo (Hahn, Riederer, & Foster, 2009)

$$Index_{Si} = \frac{S_i - S_{min}}{S_{max} - S_{min}} \quad (2)$$

Donde los subcomponentes ($Index_{Si}$) se promedian usando la ecuación (3) para calcular el valor de cada componente principal:

$$M_i = \frac{\sum_{i=1}^n Index_i}{n} \quad (3)$$

Donde

M_i : es uno de los siete componentes principales (perfil sociodemográfico (PSD), estrategias de sustento o supervivencia (ES), redes sociales (RS), salud (S), alimentos (A), agua (W), desastres naturales, variabilidad climática (DVC)).

$Index_{Si}$: representa los subcomponentes indexados

n : es el número total de subcomponentes.

Finalmente, los valores de los siete componentes principales o indicadores, se promedian para obtener el LVI de la zona de estudio y se estima con la ecuación (8) (Adu, Kuwormu, & Anim-somuah, 2017)

$$LVI = \frac{(W_{PSD} \times M_{PSD}) + (W_{ES} \times M_{ES}) + (W_{RS} \times M_{RS}) + (W_S \times M_S) + (W_A \times M_A) + (W_W \times M_W) + (W_{DVC} \times M_{DVC})}{W_{PSD} + W_{ES} + W_{RS} + W_S + W_A + W_W + W_{DVC}} \quad (3)$$

Donde:

W_i : son los pesos de cada componente principal, determinado por la cantidad de subcomponente de cada componente principal y se incluyeron para garantizar que contribuirán por igual al LVI general, el cual se escala de 0 (menos vulnerable) a 0.5 (más vulnerable) (Adu, Kuwornu, y Anim-somuah, 2017).

Para este estudio, se estableció un código de colores como se aprecia en la Tabla 12, para facilitar la identificación de los índices de vulnerabilidad determinados en cada uno de los barrios (Suryanto & Rahman, 2019).

Tabla 11.

Rangos de vulnerabilidad del Índice de medios de vida

Rangos	Color	Escala
0 a 0.2	Amarillo	No Vulnerable
0.21 a 0.40	Naranja	Vulnerable
0.41 a 0.50	Rojo	Muy Vulnerable

Nota: Los valores referenciales del Índice de Vulnerabilidad y LVI-IPCC fueron recopilados de Application of livelihood vulnerability index to asses risks for farmers in the Sukoharjo Regency and Klaten Regency, Suryanto, S., & Rahman, A. (2019).

Por último, para calcular el índice según el método propuesto por el IPCC donde se incluyen los conceptos de exposición, capacidad de adaptación y sensibilidad, se utiliza la ecuación (4) (Adu, Kuwormu, & Anim-somuah, 2017).

$$CFh = \frac{\sum_{i=1}^n M}{\sum_{i=1}^n W} \quad (4)$$

Donde:

CFh : es el factor contribuyente, ya sea de exposición, sensibilidad o capacidad de adaptación.

M : son los resultados de cada componente calculado en el índice de vulnerabilidad.

W : es la cantidad de subcomponentes que se utilizaron en cada componente.

Para la capacidad de adaptación se utilizaron los componentes de estrategias de sustento, redes sociales y perfil sociodemográfico. En el factor de sensibilidad: agua,

alimentación y salud. Por último, para la exposición se tuvo en cuenta los componentes desastres naturales y variabilidad climática (Lobera, 2020).

Para este índice, también se asignaron colores a los rangos de vulnerabilidad para facilitar su identificación (Suryanto y Rahman, 2019) como se muestra en la Tabla 13.

Tabla 12.

Rangos de vulnerabilidad del Índice de medios de vida

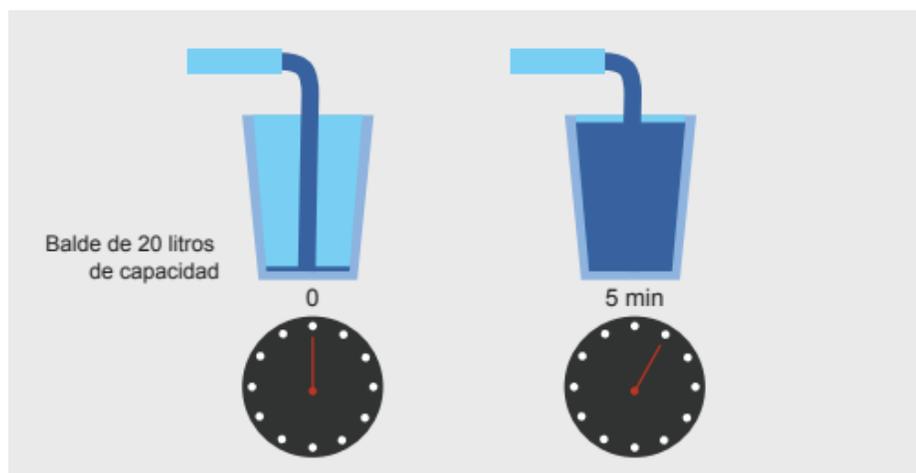
Escala	Rangos	Color
Vulnerabilidad baja	-1 y -0.41	Amarillo
Vulnerabilidad media	0.40 y 0.30	Naranja
Vulnerabilidad alta	0.31 y 1	Rojo

Nota: Los valores referenciales del Índice de Vulnerabilidad y LVI-IPCC fueron recopilados de Application of livelihood vulnerability index to asses risks for farmers in the Sukoharjo Regency and Klaten Regency, Suryanto, S., & Rahman, A. (2019).

10.2. Parámetros Físicos

10.2.1. Caudal

Para la medición de caudal proveniente de una tubería, como es el caso de a la comunidad de Chiarpata, con ayuda de una cubeta de 20 litros, y un cronómetro (Fig. 3), se toma el tiempo en que la cubeta tarda en llenarse completamente, se realizan al menos cuatro repeticiones y se obtiene un promedio para que el valor sea los mas acertado posible. Finalmente se procede a dividir el volumen dentro del promedio de tiempo obtenido y se obtiene el caudal en litros/segundo (FAO, 2014).

Figura 5.*Medición de Caudal*

Nota: Recopilado del manual de piscicultura para estanques de la FAO, 2014

10.2.2. Temperatura

Para medir la temperatura del agua, se debe introducir en esta un termómetro de vidrio o digital, con una escala mínima de 0 a 30 °C, el cual marcará la temperatura, es recomendable realizar tres mediciones de temperatura (6, 12 y 18 horas) para sacar un promedio de los tres horarios y tener un dato más real de la temperatura diaria (FAO, 2014)

10.3. Parámetros Químicos

10.3.1. pH

Para medir el valor de pH del agua, este se puede medir con un equipo digital o tiras de papel para medir pH in situ, estas se pueden comprar en agro servicios (FAO, 2014).

10.3.2. Cloruros

Se utiliza el método en laboratorio del nitrato mercúrico para la determinación de cloruros en la muestra, establecido en Standard Methods for Examination of W&WW, 23rd Edition.

- Titulación de las concentraciones de cloruro inferiores a 100 mg/l: Utilícese una muestra de 100 ml o una porción menor, de forma que el contenido en cloruro sea inferior a 10 mg.

Añádase 1,0 ml de reactivo indicador acidificador. (El color de la solución debe ser verde-azul en este punto. Un verde pálido indica pH inferior a 2,0; el azul puro indica un pH superior a 3,8.) Para la mayoría de las aguas potables el pH tras esta adición será $2,5 \pm 0,1$. En aguas muy acidas o alcalinas, ajústese el pH a 8 aproximadamente, antes de añadir el reactivo indicador-acidificador. Titúlese con $\text{Hg}(\text{NO}_3)_2$ 0,0141N hasta punto final púrpura. La solución vira de verde-azul a azul unas gotas antes del punto final. Determinése el blanco valorando 100 ml de agua destilada que contenga 10 mg de NaHCO_3 .

- Titulación de concentraciones de cloro superiores a 100 mg/l: Utilícese una porción de muestra (5 a 50 ml) que requiera menos de 5 ml de titulante para llegar al punto final. Mídase en un vaso de 150 ml. Añádase aproximadamente 0,5 ml de reactivo indicador mixto y mézclese bien. El color debe ser púrpura.

Añádase HNO_3 0,1N gota a gota hasta que el color vire a amarillo. Titúlese con $\text{Hg}(\text{NO}_3)_2$ fuerte hasta color púrpura oscuro permanente. Valórese un blanco de agua destilada utilizando el mismo procedimiento.

10.3.3. Oxígeno Disuelto

Para determinar el oxígeno disuelto en el agua para estanques piscícolas, es necesario contar con un equipo “oxígeno metro”, con el objetivo de medir este parámetro in situ. La FAO (2014), recomienda que todo levantamiento de información respecto al Oxígeno disuelto en el agua debe realizar en campo, ya que, si este proceso contempla recolectar una muestra y analizarla en laboratorio, existe una gran tendencia al error debido al transporte de la muestra.

10.3.4. Alcalinidad

Se utiliza el método en laboratorio de titulación para la determinación de alcalinidad en la muestra, establecido en Standard Methods for Examination of W&WW, 23rd Edition.

- Cambio de color: Selecciónese el tamaño y la normalidad de la muestra, titulando según los criterios indicados. Ajústese la muestra a la temperatura ambiente si es necesario, y vacíese con pipeta en un Erlenmeyer, manteniendo la punta de la pipeta cerca del fondo del matraz. Si existe cloro residual libre, añádase 0,05 ml (una gota) de solución de $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ 0,1M, o destrúyase mediante la aplicación de rayos

ultravioleta. Añádanse 0,2 ml (cinco gotas) de solución indicadora y titúlese sobre una superficie blanca hasta conseguir un cambio de color persistente, característico del punto equivalente. Pueden emplearse las soluciones o los sólidos indicadores que se encuentran disponibles en el mercado diseñados para el margen adecuado de pH (3,7 u 8,3). Investíguese el color en el punto final mediante adición de la misma cantidad del indicador utilizado con la muestra a una solución tampón al pH designado.

- Curva de titulación potenciométrica: Sígase el método de determinación de la acidez, sustituyendo la normalidad de la solución acida estándar por NaOH estándar, y continúense las titulaciones hasta un pH 4,5 o más bajo. No se debe filtrar, diluir, concentrar o alterar la muestra.
- Titulación potenciométrica a pH preseleccionado: Determinése el pH de punto final adecuado, según el apartado Ib. Prepárense conjuntamente la muestra y la titulación. Titúlese a pH de punto final sin registrar valores intermedios y sin provocar retrasos indebidos. A medida que se alcanza el punto final, realícense adiciones de ácido más pequeñas, comprobando que el pH alcance el equilibrio antes de añadir más reactivo.
- Titulación potenciométrica de alcalinidad baja: Para alcalinidades menores de 20 mg/l, titúlense 100-200 ml con arreglo al procedimiento del apartado 4c, antes descrito, utilizando una micro bureta de 10 ml y solución acida estándar 0,02N. Deténgase la titulación a un pH del orden de 4,3 a 4,7 y regístrese el volumen y el pH exacto. Añádase más reactivo hasta reducir el pH exactamente a 0,30 unidades, registrando de nuevo el volumen.

10.3.5. Dureza

Se utiliza el método en laboratorio titulométrico de EDTA para la determinación de dureza en la muestra, establecido en Standard Methods for Examination of W&WW, 23rd Edition.

- Tratamiento previo de muestras de aguas contaminadas y residuales: Utilícese la digestión de ácido nítrico-ácido sulfúrico, o bien ácido nítrico-ácido perclórico.

- **Titulación de muestras:** Selecciónese un volumen de muestra que requiera menos de 15 ml de reactivo EDTA y realícese la titulación en cinco minutos, medidos a partir del momento de la adición del tampón. Dilúyanse 25,0 ml de muestra hasta alrededor de 50 ml de agua destilada en una batea de porcelana u otro recipiente adecuado. Añádase entre 1 y 2 ml de solución tampón. Por lo general, 1 ml será suficiente para dar un pH de 10,0 a 10,1. La ausencia de un cambio de color de punto final neto en la titulación suele significar la necesidad de añadir un inhibidor en este punto, o que el indicador se ha deteriorado. Añádanse una o dos gotas de solución indicadora o una cantidad adecuada del reactivo en polvo seco. Poco a poco, añádase titulante EDTA estándar, removiendo continuamente, hasta que desaparezcan los últimos matices rojizos. Añádanse las últimas gotas con intervalos de 3-5 segundos. En el punto final, la solución suele ser azul. Se recomienda utilizar luz natural o una lámpara fluorescente de luz día, ya que las lámparas de incandescencia tienden a producir un matiz rojizo en el azul de punto final. Si se dispone de muestra suficiente y no hay interferencias, puede lograrse una mayor exactitud incrementando el tamaño de la muestra, como se describe más adelante.
- **Muestra de dureza baja:** Para fluido intercambiador de iones u otras aguas ablandadas y para aguas naturales de dureza baja (menos de 5 mg/l), tómese para titulación una muestra amplia, de 100 a 1.000 ml, y añádanse cantidades proporcionalmente grandes de tampón, inhibidor e indicador. Añádase lentamente titulante EDTA por medio de una micro bureta y realícese un blanco, utilizando agua bidestilada, destilada o desionizada del mismo volumen que la muestra, a la que hay que añadir idénticas cantidades de tampón, inhibidor e indicador. Sustráigase el volumen del EDTA utilizado como blanco a partir del volumen empleado en la muestra.

10.3.6. Sólidos Disueltos

Se utilizará el método en laboratorio de sólidos totales disueltos secados a 180°C para la determinación de sólidos disueltos en la muestra, establecido en Standard Methods for Examination of W&WW, 23rd Edition

- Preparación del disco de filtrado de fibra de vidrio: Insértese el disco con la cara rugosa hacia arriba en el aparato de filtrado. Hágase el vacío y lávese el disco con tres volúmenes sucesivos de 20 ml de agua destilada. Continuar la succión hasta eliminar todo vestigio de agua. Deséchese el agua de lavado.
- Preparación de la placa de evaporación: Si se van a medir sólidos volátiles, incinérese la placa de evaporación limpia a 550 ± 50 °C durante una hora en un horno de mufla. Si únicamente se desea medir sólidos totales disueltos, caliéntese la placa limpia a 180 ± 2 °C durante una hora en horno. Consérvese en el desecador hasta que se utilice. Pesar inmediatamente antes de usar.
- Selección del filtro y tamaños de la muestra: Elíjase un volumen de muestra que proporcione entre 2,5 y 200 mg de residuo seco. Si se requiere más de 10 minutos para completar el filtrado, se deberá aumentar el tamaño del filtro o disminuir el tamaño de la muestra, pero en cualquier caso no se debe producir menos de 2,5 mg de residuo. d) Análisis de la muestra: Filtrese el volumen medido de la muestra bien mezclada mediante un filtro de fibra de vidrio, lávese con tres volúmenes sucesivos de 10 ml de agua destilada, permitiendo el drenaje completo del filtro entre los lavados, y continúese succionando durante unos 3 minutos después de terminar el filtrado. Transfírase el producto a una placa de evaporación pesada y evapórese hasta que se seque en un baño de vapor. Si el volumen de filtrado excediera la capacidad de la placa, añádase a la misma, después de la evaporación, nuevas porciones de muestra. Séquese al menos durante una hora en horno a 180 ± 2 °C, enfríese en un desecador para equilibrar la temperatura y procédase a pesar. Repítase el ciclo de secado, enfriamiento, desecación y pesado hasta obtener un peso constante o hasta que la pérdida de peso sea menor del 4 por 100 del peso previo o menos de 0,5 mg (escoger la menor de ambas).

10.3.7. Sólidos Suspendidos

Se utiliza el método en laboratorio de sólidos totales en suspensión secados a 103 - 105°C para la determinación de sólidos suspendidos en la muestra, establecido en Standard Methods for Examination of W&WW, 23rd Edition.

- Preparación del disco de filtrado de fibra de vidrio: Insértese el disco con la cara rugosa hacia arriba en el aparato de filtrado. Hágase el vacío y lávese el disco con tres volúmenes sucesivos de 20 ml de agua destilada. Continúese succionando hasta eliminar todo vestigio de agua, y retírese el agua de lavado. Quítese el filtro del aparato de filtrado y trasládese a una plancheta de aluminio o acero inoxidable. Alternativamente, procédase a separar el crisol y la combinación de filtro si se está utilizando un crisol de Gooch. Séquese en horno a 103-105 °C durante una hora. Si se van a medir sólidos volátiles, incinérse a 550 ± 50 °C en horno de mufla, enfríese en desecador para equilibrar la temperatura y procédase a pesar. Repítase el ciclo de secado o incineración, enfriamiento, desecación y pesado hasta obtener un peso constante o hasta que la pérdida de peso sea menor de 0,5 mg entre pesadas sucesivas. Consérvese en desecador hasta que se necesite. Pesar inmediatamente antes de usar.
- Selección del filtro y tamaños de la muestra: Para muestras no homogéneas como agua residual no tratada, utilícese un filtro ancho para permitir el filtrado de una muestra representativa.
- Análisis de la muestra: Móntese el aparato de filtrado y el filtro e iníciase la succión. Para ajustar el filtro, humedézcase éste con una pequeña cantidad de agua destilada. Filtrese un volumen medido de muestra bien mezclada por el filtro de fibra de vidrio. Lávese con tres volúmenes sucesivos de 10 ml de agua destilada, permitiendo el drenaje completo del filtro entre los lavados, y continúese succionando durante unos tres minutos después de terminar el filtrado. Sepárese cuidadosamente el filtro del aparato y trasládese a una plancheta de aluminio o acero inoxidable. Alternativamente, procédase a separar el crisol y la combinación de filtro del adaptador del crisol, si se está utilizando un crisol de Gooch. Séquese en horno a 103-105 °C durante una hora al menos, enfríese en un desecador para equilibrar la temperatura y pésese. Repetir el ciclo de secado, enfriamiento, desecación y pesado hasta obtener un peso constante o hasta que la pérdida de peso sea menor del 4 por 100 del peso previo o menor de 0,5 mg (escoger la menor de ambas).

10.3.8. Sulfatos

Se utiliza el método en laboratorio gravimétrico con secado de residuos para la determinación de sulfatos en la muestra, establecido en Standard Methods for Examination of W&WW, 23rd Edition.

- Eliminación de interferencias: Si la concentración de sílice supera 25 mg/l, evapórese la muestra hasta casi sequedad en una cápsula de platino sobre baño de vapor. Añádase 1 ml HCl, inclínese y gírese la cápsula hasta que el contacto del ácido con el residuo sea total. Continúese evaporando a sequedad. Complétese el secado en un horno a 180 °C y, si hubiera materia orgánica presente, carbonícese a la llama de un mechero. Humedézcase el residuo con 2 ml de agua destilada y 1 ml HCl, y evapórese a sequedad sobre baño de vapor. Añádase 2 ml HCl, recójase el residuo soluble con agua caliente y fíltrese. Lávese la sílice insoluble con varias porciones pequeñas de agua destilada caliente. Combínese filtrado y lavados. Deséchese el residuo.
- Precipitación de sulfato de bario: Ajustese el volumen de la muestra clarificada para que contenga aproximadamente 50 mg 2- SO₄ en un volumen de 250 ml. Se pueden tolerar concentraciones menores de 2- SO₄, cuando sea imposible concentrar la muestra al nivel óptimo, pero en esos casos límitese el volumen total a 150 ml. Ajustese el pH con HCl a 4,5-5,0 utilizando un medidor de pH o el color naranja del indicador rojo de metilo. Añádase de 1 a 2 ml HCl. Caliéntese a ebullición y añádase lentamente, con agitación, solución templada de BaCl₂ hasta precipitación completa aparente; añádase entonces unos 2 ml de exceso. Si el precipitado es pequeño, añádase un total de 5 ml de solución de BaCl₂. Digiérase el precipitado a 80- 90 °C, preferiblemente toda una noche, pero no menos de 2 horas.
- Preparación de los filtros:
 - 1) Filtro de vidrio sinterizado: Séquese a peso constante en un horno mantenido a 105 °C o más, enfríese en desecador y pésese.
 - 2) Filtro de membrana: Póngase el filtro sobre un pedazo de papel de filtro o un vidrio de reloj y pésese hasta peso constante* en una estufa de vacío a 80 °C,

manteniendo un vacío de 85 kPa como mínimo, o en un horno convencional a 103-105 °C. Enfríese en desecador y pésese sólo la membrana.

- Filtración y pesada: Filtrese BaSO₄ a temperatura ambiente. Lávese el precipitado con varias porciones pequeñas de agua destilada templada, hasta que los lavados están exentos de Cl⁻, según indicación de las pruebas con reactivo AgNO₃-HNO₃. Si se utiliza un filtro de membrana, añádanse unas gotas de silicona fluida a la suspensión antes de filtrar para evitar la adherencia del precipitado al soporte. Séquese el filtro y precipitado con el mismo método utilizado para preparar el filtro. Enfríese en un desecador y pésese.

10.4. Diseño de sistema de Oxigenación en función al caudal

Para el diseño de sistema de oxigenación natural, se tomará en cuenta el caudal como principal parámetro de diseño, utilizando el método de la cascada siendo útil para incrementar el contenido de OD de agua poco oxigenada, por ejemplo, el agua de una vertiente o el agua bombeada de un pozo profundo.

Para la determinación de la eficiencia de este sistema se utilizará la ecuación generada por la FAO (2003):

$$E = \frac{100 * \text{aumento real del OD}}{\text{aumento posible del OD}} \quad (5)$$

Para el diseño de los estanques se utilizará la metodología empleada y sugerida por el Centro de Investigación y Desarrollo Acuícola Boliviano, siendo esta la base de los parámetros a considerar para dimensionamiento y logística del cultivo de trucha, y utilizando la ecuación (5) se medirá la eficiencia del sistema.

3.5.1. Ecuaciones de diseño

3.5.1.1. Tamaño y Cantidad de Estanques

El tiempo de llenado adecuado para el cultivo de trucha es de 1.6 horas, llenado la totalidad de los estanques en este tiempo, este caudal permite que la concentración de oxígeno disuelto cuando sale del sistema de estanques no esté en valores críticos por debajo de 6 mg/l.

Para determinar el volumen de Agua total, se empleará la siguiente ecuación:

$$V = Q(m^3/h)t(h) \quad (6)$$

Con la ecuación (6), se determinará el área total de los estanques, tomando en cuenta que la profundidad óptima es de 0.8 m:

$$A = \frac{V(m^3)}{h(m)} \quad (7)$$

El CIDAB recomienda dividir el área total en 3 estanques, dejando a criterio del análisis de Oxígeno disuelto y Caudal la disposición de estos, siendo las posibilidades en serie y paralelo.

3.5.2. Demanda de Oxígeno

De la metodología recomendada por el CIDAB se debe tener en cuenta, que la demanda de Oxígeno está calculada a nivel del mar, por lo cual esta debe ser corregida con la siguiente ecuación:

$$K(mg/l) = K_0 \frac{P}{P_0} \quad (8)$$

Donde:

K= Demanda a la altura donde se encuentra

K₀= Demanda a nivel del mar

P₀= Presión a nivel del mar en mmHg

P= Presión a cualquier altitud mmHg

Para el cálculo de carga de trucha por oxígeno disuelto se utilizarán los parámetros establecidos por el CIDAB, el factor de conversión de la ecuación (8) y el caudal, estos datos permitirán determinar la carga de trucha, con la demanda de oxigena disponible y requerida a la entrada y salida del estanque, esta ecuación es la siguiente:

$$W(kg) = \frac{(DO_i - DO_s) * Q * 3600P}{K} \quad (9)$$

Donde:

W= Carga de trucha (kg)

DO_i= Oxígeno Disuelto en la entrada que debe ser medido

DO_s= Concentración límite de salida, generalmente 4 mg/l según CIDAB

Q= Caudal de agua (l/s)

K= Demanda de oxígeno para la trucha en kg/kg-h

Con el valor de la carga de trucha (9) se podrá determinar el número aproximado de truchas y alevines a cultivar en los estanques, pudiendo analizar la factibilidad de la actividad en relación al estudio social previo.

3.5.3. Cantidad de truchas y alevines

Según el CIDAB, el peso promedio de trucha es de 300 g, por lo que, para determinar la cantidad de truchas (10), se debe dividir la carga de trucha entre este valor.

$$Unidades = \frac{W(g)}{300g} \quad (10)$$

Considerando que la tasa de sobrevivencia varía entre 75 a 85%, asumiendo el peor escenario, se podría utilizar el valor mínimo, lo que significa una tasa de mortalidad de 25%, por lo tanto, el número de alevinos resultara de dividir el número de unidades entre el porcentaje de sobrevivencia (11).

$$N^{\circ} \text{ alevines} = Unidades \times \frac{100}{75} \quad (11)$$

Finalmente, se debe considerar la densidad máxima de carga de trucha en estanques por superficie y por volumen (tabla 14), para tener un control adecuado de la cantidad de truchas a producir sin afectar considerablemente la sobrevivencia de estas.

Tabla 13.

Rangos de densidad máxima de carga

Peso g	Densidad kg/m ²	Densidad kg/m ³
1 – 10	7 – 10	10 – 12
10 – 100	10 – 15	14 – 16
100 - 300	15 - 25	25 - 30

Nota: Elaborado en base a CIDAB, ...



11.1. Trabajo desarrollado

El trabajo realizado presentado en este informe, fue desarrollado en 3 etapas, la primera en campo, para la realización de encuestas a familias de la comunidad en estudio, y la toma de muestras de la fuente de agua identificada para la implementación de un proyecto piscícola, para la segunda etapa, esta consistió en el tratamiento de datos obtenidos del anterior proceso y los determinados en laboratorio, y la tercera etapa siendo el análisis y presentación del trabajo.

11.2. Actividades realizadas

Para la realización de la metodología planteada, inicialmente se contó con el permiso de la ONG COCAWI, se fungió el papel de “Técnico Ambiental” en la comunidad de Chiarpata, aprovechando el convenio Marco con el Gobierno Autónomo municipal de Pucarani, se desarrollaron las actividades de consulta con la población seleccionada, así también, se accedió a la descarga de agua bombeada, con el fin de tomar muestras, las cuales fueron transportadas a laboratorio para ser analizadas.

Para la toma de muestras se gestionaron los materiales necesarios para garantizar la calidad de la toma, transporte y manejo de las mismas.

Para el análisis de las muestras tomadas, debido a los tiempos en los cuales se requería el análisis inmediato, se optó por realizar el análisis en el Laboratorio Boliviano de Biotología y Desarrollo, el cual trabaja de la mano con la ONG COCAWI.

Con los datos obtenidos se procedió a realizar el análisis planteado, y el manejo de estos para la determinación de la vulnerabilidad frente al cambio climático de la población, la calidad del agua para un proyecto piscícola y el dimensionamiento y eficiencia de un diseño a partir de los valores tomados en campo, cuyo tratamiento se presentará en los siguientes puntos.

11.3. Coordinación con autoridades de la comunidad

En las unidades educativas del municipio de Pucarani, se cuenta con un concejo educativo el cual es elegido anualmente, en este grupo de personas comprenden padres de familia de los estudiantes de los colegios o escuelas, si bien la ONG solicitante cuenta con

el permiso de realizar proyectos en el municipio, se debe solicitar otro o realizar una socialización de las intenciones de un proyecto con el concejo educativo.

Para esta oportunidad, se pudo socializar las intenciones de evaluar la vulnerabilidad de las familias frente al cambio climático y el estudio técnico que se realizaría en función a las descargas de agua para un proyecto piscícola, teniendo éxito en las conversaciones y obteniendo la probación y colaboración de la comunidad a partir del concejo educativo de la escuela de Chiarpata.

11.4. Implementación de encuesta a familias

Según Lobera (2020), para determinar la vulnerabilidad frente al cambio climático de familias en una comunidad de población reducida, se deben utilizar encuestas a las mismas, la distribución de estas en la comunidad es de una casa separa a 3 casa de otra, y sucesivamente, sin embargo, en este caso la figura puede variar debido a que si bien se implementó la metodología mencionada, no todas las familias desean participar del proyecto piscícola, por lo tanto se consideró esta posición familiar antes de ser entrevistadas.

En la figura 6 se puede apreciar los hogares seleccionados e interesados en participar de un proyecto piscícola.

Figura 6.

Mapa de hogares en Google Earth de familias encuestadas

**11.5. Tratamiento de datos de la recopilación de la encuesta**

En función a la metodología planteada, se presentan los siguientes datos obtenidos en el proceso de encuesta a familias, interesadas en ser parte de un proyecto piscícola de la comunidad Chiarpata.

Tabla 14.

Cálculo de Índice de Vulnerabilidad para la comunidad de Chiarpata

Componente	Subcomponente	Si	Si (%)	Rango Min	Rango Máx	Index Si	ML	LVI
Social y Demográfico	Tasa de Dependencia	21.00	100.00	0.00	716.00	0.03	0.35	0.35
	Mujeres miembros de los hogares	22.00	100.00	0.00	716.00	0.03		
	Hogares que informaron sobre el nivel de educación de la cabeza del hogar	22.00	100.00	0.00	22.00	1.00		
Estrategias de sustento o supervivencia	Hogares que informan que al menos 1 miembro de la familia trabaja fuera de la comunidad para su actividad laboral	5.00	22.73	0.00	22.00	0.23	0.55	
	Hogares que no han acudido a su gobierno local para recibir asistencia en los últimos 12 meses	19.00	86.36	0.00	22.00	0.86		
Redes Sociales	Hogares que han recibido ayuda en el último mes	9.00	40.91	0.00	22.00	0.41	0.35	
	Préstamo promedio	2.00	9.09	0.00	22.00	0.09		
	Acceso a medios de comunicación	12.00	54.55	0.00	22.00	0.55		
Salud	Hogares con familiares con enfermedades crónicas	3.00	13.64	0.00	22.00	0.14	0.21	
	Hogares donde un miembro de la familia tuvo que faltar al trabajo o a la escuela en las última 2 semanas debido a una enfermedad	0.00	0.00	0.00	22.00	0.00		
	Exposición de vectores	11.00	50.00	0.00	22.00	0.50		
Alimento	Seguridad Alimentaria	3.00	13.64	0.00	22.00	0.14	0.16	
	Porcentaje de hogares dependientes de la huerta familiar para la alimentación	4.00	18.18	0.00	22.00	0.18		
Agua	Hogares que utilizan una fuente de agua natural	21.00	95.45	0.00	22.00	0.95	0.38	
	Porcentaje de hogares que no tienen un suministro constante de agua	1.00	4.55	0.00	22.00	0.05		
	Hogares que informan sobre conflictos relacionados con el agua	3.00	13.64	0.00	22.00	0.14		
Desastres naturales y variabilidad climática	Eventos de inundación, sequía y ciclón en los últimos 6 años	4.00	18.18	0.00	22.00	0.18	0.40	
	Hogares con una lesión o muerte como resultado del desastre natural más grave en los últimos 6 años	1.00	4.55	0.00	22.00	0.05		
	Desviación estándar promedio de la Temperatura máxima promedio diario por mes	0.87	-	0.39	1.44	0.46		
	Desviación estándar promedio de la Temperatura mínima promedio diario por mes	1.61	-	0.66	2.53	0.50		
	Desviación estándar promedio de la precipitación promedio por mes	19.38	-	8.31	22.17	0.80		

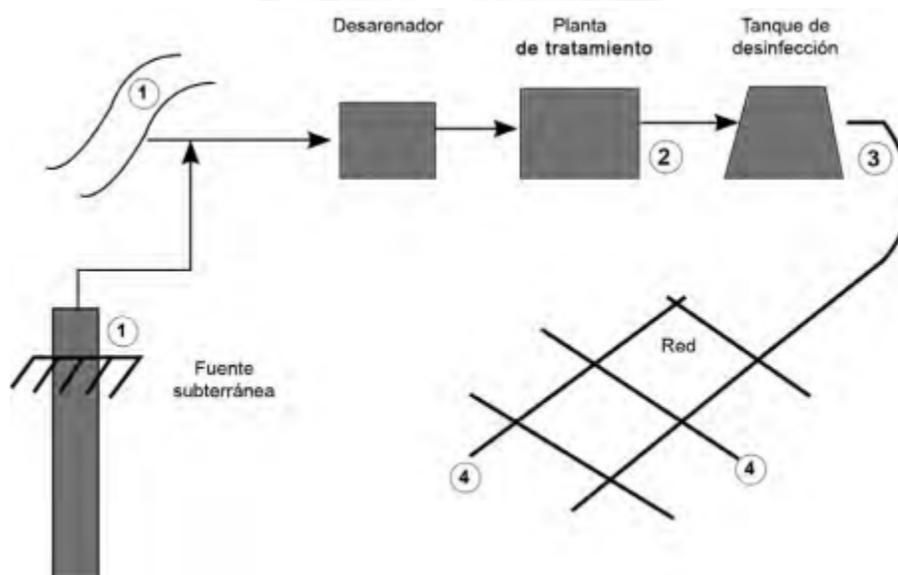
11.6. Preparación y procedimiento de muestreo

Considerando que la comunidad de Chiarpata tiene una población menor a 2000 habitantes, según IBNORCA (2018), en su compendio de normativa para el monitoreo de aguas de consumo humano, indica si la fuente de agua se considera segura, para determinar la calidad de esta solo será necesaria una muestra semestral.

Considerando lo anterior, para la toma de muestra, esta se realizará en el primer punto de contacto de agua, es decir a la salida de la fuente o en el tanque de almacenamiento primario (Figura 5) (MMAyA, 2018).

Figura 7.

Ubicación referencial de los puntos de muestro



Nota: Recolectado del Reglamento Nacional para el Control de la calidad del agua para consumo humano, Ministerio de Medio Ambiente y Agua, 2018

Para el procedimiento de muestreo de parámetros físico-químicos, se utiliza la metodología establecida en la Norma Boliviana 496, como se muestra en la tabla 15.

Tabla 15.*Procedimiento para la toma de muestras físico-químicas*

Nº	Actividad	Descripción
1	Preparación de los envases	Preparar los frascos de polietileno con una capacidad de 2 litros. La recolección de muestras para analizar pH se debe tomar en un frasco de 300 mL.
2	Identificación del envase de muestreo	Identificar el frasco de muestreo (poner la fecha, hora y el código de la muestra correspondiente).
3	Verificación de las condiciones de los puntos de muestreo	Verificar los siguientes aspectos en los puntos de muestreo: – que el grifo seleccionado sea de uso constante y no presente deterioros (rajaduras, fugas, grifos en mal estado, cajas metálicas, que no contengan elementos extraños como alambres, etc.). – en el caso de contar con tanques de almacenamiento de agua potable, éstos deben tener un grifo y un acceso para la toma de muestras (tapa).
4	Purga del agua de la red	Dejar correr el agua por las tuberías a objeto de asegurar que la muestra es representativa del agua de la red de suministro y no agua estancada.
5	Enjuague del envase	Enjuagar el frasco dos (2) a tres (3) veces con la misma muestra
6	Colecta de la muestra	Llenar el frasco hasta que rebalse, evitando el contacto del grifo con la boca del frasco.
7	Cierre del frasco	Tapar el frasco con sumo cuidado para que no queden burbujas en su interior.
8	Registro de datos	Registrar en las planillas de muestreo, la fecha, hora, lugar, tipo de fuente, punto de muestreo, temperatura, responsable de muestreo y otros datos que puedan influir en las determinaciones analíticas.
9	Transporte de la muestra	Transportar el/los frascos(s) manteniendo cadena de frío. La muestra no debe ser congelada.

Nota: Recuperado de la Norma Boliviana 496; Agua Potable toma de muestras, Ministerio de Medio Ambiente y Aguas, 2017.

Para el transporte de la muestra (MMAyA, 2017), se debe mantener la cadena de frío, durante el tiempo que dure su transporte al laboratorio, se realizara en cajas adecuadas, para evitar las pérdidas de muestras por transporte, finalmente entre la toma de muestras y el análisis debe transcurrir el menor tiempo posible (Tabla 16).

Tabla 16.*Condiciones de transporte y conservación de muestras*

Tipo de muestreo	Descripción
Microbiología	El tiempo transcurrido entre la toma y el ensayo no debe superar las 24 h. Es importante que, durante el transporte, las muestras se mantengan refrigeradas entre 4 °C a 10 °C. Si no pueden procesarse las muestras de inmediato a la hora de su llegada, se mantendrán en refrigeración.
Físico-Químico	Los métodos de preservación, son relativamente limitados y generalmente tienen por objeto: retardar la hidrólisis de los compuestos y complejos químicos; además de disminuir la volatilidad de los compuestos
Metales Pesados	Después de acidular la muestra, conservar preferiblemente a temperatura de 4 °C para evitar un cambio de volumen ocasionado por la evaporación, en estas condiciones, las muestras se mantienen estables por un periodo de hasta 6 meses

Nota: Recuperado de la Norma Boliviana 496; Agua Potable toma de muestras, Ministerio de Medio Ambiente y Aguas, 2017.

11.7. Análisis de muestras en laboratorio

Para la determinación de la calidad de agua se realizó el análisis de las muestras recolectadas, en el Laboratorio Boliviano de Biota y Desarrollo, siguiendo la metodología descrita en el Capítulo 3, considerando que los parámetros como ser el Caudal, pH, Temperatura y Oxígeno Disuelto se recopilaron de manera in situ.

11.8. Resultados obtenidos del Análisis físico-químico

Los resultados obtenidos del análisis físico-químico y mediciones de parámetros in situ, sobre la calidad de agua se muestran en la siguiente tabla:

Tabla 17.

Resultados del análisis físico-químico de muestras de agua de Chiarpata

Nro	Parámetro	Valor	Método de análisis
1	Caudal (Q)	0.675 l/s	Cubeta (in situ)
2	Temperatura	13.200 °C	Multiparámetro (in situ)
3	pH	7.500	Multiparámetro (in situ)
4	Oxígeno Disuelto	6.600 mg/l (ppm)	Multiparámetro (in situ)
5	Sólidos disueltos totales	312.000 mg/l (ppm)	Gravimetría
6	Sólidos en suspensión	5.000 mg/l (ppm)	Gravimetría
7	Sulfatos	10.620 mg/l (ppm)	Espectrofotometría UV-Visible
8	Cloruros	6.220 mg/l (ppm)	Volumetría
9	Dureza total	558.000 mg/l (ppm)	Volumetría
10	Alcalinidad	98.36 mg/l (ppm)	Volumetría

Realizando la comparación de valores obtenidos (Tabla 17) con referenciales para determinar la calidad de agua para proyectos de producción de truchas se muestra en la siguiente tabla:

Tabla 18.

Comparación de valores físico-químicos para la calidad de agua

Nro	Parámetro	Valor obtenido	Rango referencial
1	Caudal (Q)	2.43 m ³ /h	18 m ³ /h
2	Temperatura	13.200 °C	13-18 °C
3	pH	7.500	6.5-8.5
4	Oxígeno Disuelto	6.600 mg/l (ppm)	5-10 mg/l (ppm)
5	Sólidos disueltos totales	312.000 mg/l (ppm)	0-20 mg/l (ppm)
6	Sólidos en suspensión	5.000 mg/l (ppm)	0-70 mg/l (ppm)
7	Sulfatos	10.620 mg/l (ppm)	0-40 mg/l (ppm)
8	Cloruros	6.220 mg/l (ppm)	20-50 mg/l (ppm)
9	Dureza total	558.000 mg/l (ppm)	80-110 mg/l (ppm)
10	Alcalinidad	98.36 mg/l (ppm)	50-250 mg/l (ppm)

11.9. Diseño del sistema de producción

Para el diseño del sistema de producción se utilizará la metodología descrita en el Capítulo 3, donde según el Morales (2003), con las ecuaciones correspondientes se podrá dimensionar y establecer la cantidad de producción de truchas para el sistema previsto.

Con los datos de caudal, oxígeno disuelto y temperatura recolectados en la tabla 18, se realizó el diseño del sistema de producción, resumido de la siguiente manera:

Para el cálculo del tamaño y cantidad de estanques, se determinó el volumen de agua total (6) tomando en cuente el tiempo de llenado esperado, posteriormente tomando en cuenta el valor de profundidad optima, se determina el área total de los estanques (7), y por último siguiendo la recomendación del CIDAB, se divide está en 3 estanques, siendo los valores hallados los mostrados en la siguiente tabla.

Tabla 19.

Dimensiones de estanques de truchas

Descripción	Valor	Ecuación de diseño
Volumen de agua total disponible	3.89 m ³	$V = Q(m^3/h) \times t(h)$
Área total de los estanques	4.86 m ²	$A = \frac{V(m^3)}{h(m)}$
Área parcial de estanque	1.62 m ²	$Ap = \frac{A(m^2)}{3}$

Para el cálculo de la carga de trucha, es necesario corregir la demanda de oxígeno respecto a la altitud de la zona de estudio (8), con el dato corregido es posible calcular la carga de trucha por oxígeno disuelto, contemplando el valor disponible de este último, así como el dato límite a la salida del estanque (9), los resultados obtenidos se muestran en la siguiente tabla:

Tabla 20.*Carga de trucha por oxígeno disuelto disponible*

Descripción	Valor	Ecuación de diseño
Demanda a la altura de la zona de estudio	68.33 mg/kg-h	$K(mg/l) = K_0 \frac{P}{P_0}$
Carga de trucha por oxígeno disuelto	92.46 kg	$W(kg) = \frac{(DO_i - DO_s) * Q * 3600P}{K}$

Finalmente es necesario calcular la cantidad de unidades de truchas, que se podrán producir en base a la carga de trucha por oxígeno disuelto (10), con este valor y asumiendo la tasa de sobrevivencia baja esperada se podrá determinar el número de alevines para su crianza (11), estos datos se muestran en la siguiente tabla.

Table 21.*Cantidad de truchas para producción*

Descripción	Valor	Ecuación de diseño
Unidades totales de truchas	308	$Unidades = \frac{W(g)}{300g}$
Número de alevines	411	$N^\circ \text{ alevines} = Unidades \times \frac{100}{75}$

11.10. Eficiencia del sistema de oxigenación natural

Según el Centro de Investigación y Desarrollo Acuícola Boliviano (2003), se tiene la percepción en proyectos piscícolas donde la fuente de agua es subterránea, en este caso de pozo, los valores de oxígeno disuelto son bajos en función a los requerimientos necesarios para un proyecto productivo con peces.

En base a los datos otorgados por el CIDAB, se calcula el rendimiento del diseño con la ecuación (5), donde para determinar el aumento real y posible de oxígeno disuelto, se utiliza el diseño simulado en el software VENSIM, y las ecuaciones de diseño para este determinadas por Solange (2013).

11.10.1. Aumento Posible de Oxígeno Disuelto

Las ecuaciones, así como los valores bibliográficos a considerar para determinar el aumento posible de oxígeno disuelto son los siguientes:

Tabla 22.

Ecuaciones y valores predeterminados para el cálculo del aumento posible de OD

Parámetro	Descripción	Valor	Ecuación de diseño
Oxígeno disuelto OD	Es el nivel de oxígeno disuelto presente en la fuente de agua	6.6 ppm	-
Nivel deseado de Oxígeno NOD	Es el nivel de oxígeno disuelto presente recomendado a la salida del estanque de truchas	4 ppm	-
Tasa de Aireación TAR	La aireación natural produce ganancia de oxígeno disuelto en el agua del estanque	0.2	-
Diferencia de Oxígeno DIF	Se refiere a la diferencia entre el nivel de oxígeno deseado y el oxígeno disuelto	-	$DIF = NOD - OD$
Aumento posible de Oxígeno APO	Es el aumento posible de oxígeno disuelto en el estanque	-	$APO = TAR * DIF$

Nota: Recolectado y elaborado en base a diseño de Solange y Altamirano, 2013

Con los datos y ecuaciones presentados en la tabla 22, se calcula el Aumento posible de oxígeno, teniendo como resultados los siguientes:

Tabla 23.

Cálculo del aumento posible de oxígeno disuelto

Parámetro	Valor	Ecuación de diseño
Oxígeno disuelto OD	6.6 ppm/día	-
Nivel deseado de Oxígeno NOD	4 ppm/día	-
Tasa de Aireación TAR	0.2	-
Diferencia de Oxígeno DIF	2.6 ppm/día	$DIF = OD - NOD$
Aumento posible de Oxígeno APO	0.52 ppm/día	$APO = TAR * DIF$

11.10.2. Aumento real de Oxígeno Disuelto

Las ecuaciones, así como los valores bibliográficos a considerar para determinar el aumento real de oxígeno disuelto son los siguientes:

Tabla 24.

Ecuaciones y valores predeterminados para el cálculo del aumento real de OD

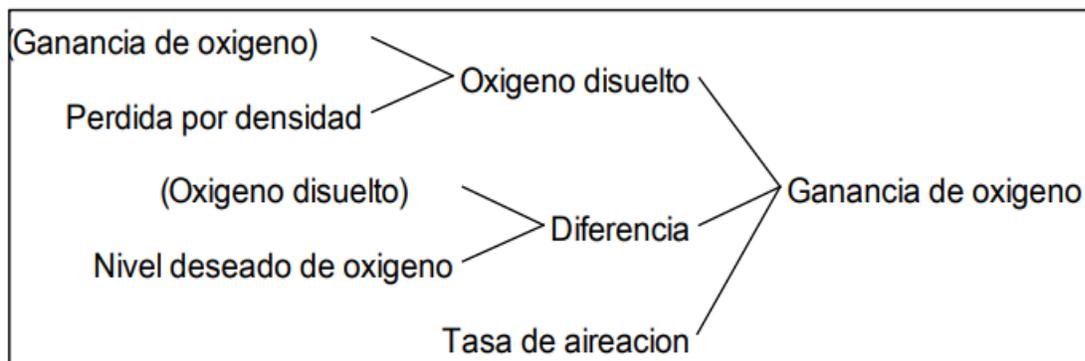
Parámetro	Descripción	Valor	Ecuación de diseño
Oxígeno disuelto OD	Es el nivel de oxígeno disuelto presente en la fuente de agua	6.6 ppm	-
Nivel deseado de Oxígeno NOD	Es el nivel de oxígeno disuelto presente recomendado a la salida del estanque de truchas	4 ppm	-
Tasa de Aireación TAR	La aireación natural produce ganancia de oxígeno disuelto en el agua del estanque	0.2	-
Diferencia de Oxígeno DIF	Se refiere a la diferencia entre el nivel de oxígeno deseado y el oxígeno disuelto	-	$DIF = NOD - OD$
Aumento real de Oxígeno APO	Es el aumento real de oxígeno disuelto en el estanque	-	$APO = TAR * DIF$
Efecto del oxígeno EO	Este parámetro se refiere al efecto del oxígeno sobre la mortalidad, y se define como la tasa de mortalidad (0.02) según el oxígeno disuelto en el tanque	-	$EO = 0.02 * OD$
Efecto de la densidad ED	Se refiere al efecto que causa la densidad de los peces en el estanque ocasionando una disminución considerable en OD	0.05	-
Perdida por densidad PD	Se refiere a la pérdida de nivel de oxígeno disuelto en el tanque por día	-	$PD = OD * ED$

Nota: Recopilado del informe de Modelación y simulación con dinámica de sistemas para la gestión de producción integral de truchas, Solange y Altamirano, 2013

Con los datos y ecuaciones presentados en la tabla 22, se calcula el Aumento real de oxígeno, considerando el siguiente diagrama causal;

Figura 8.

Diagrama causal del aumento de Oxígeno disuelto en el agua de estanque

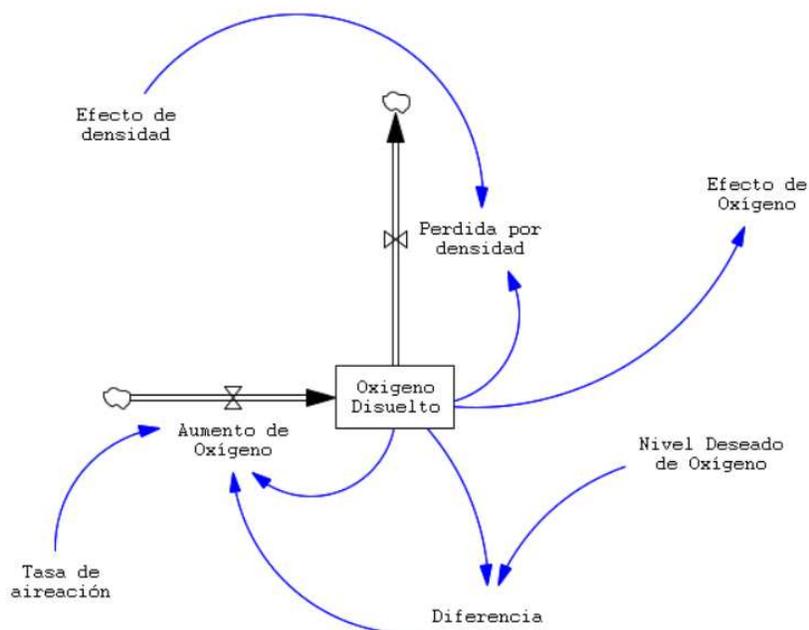


Nota: Recopilado del informe de Modelación y simulación con dinámica de sistemas para la gestión de producción integral de truchas, Solange y Altamirano, 2013

Con los valores y ecuaciones de la tabla 22, así como la secuencia mostrada por el diagrama causal en la figura 5, respecto a la ganancia de oxígeno o aumento de oxígeno disuelto en el estanque, se realiza la correspondiente simulación en el software VENSIM, de la siguiente manera.

Figura 9.

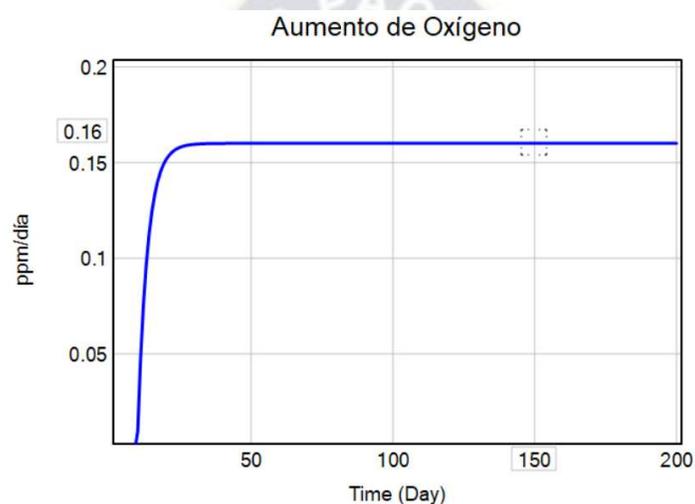
Simulación del aumento de Oxígeno disuelto en estanques en VENSIM



De la simulación se pudieron rescatar curvas de comportamiento del Oxígeno disuelto, respecto al tiempo de producción promedio para truchas en estanque, siendo este de 200 días en promedio según el CIDAB (2013), estas curvas arrojan los valores a considerar para poder calcular la eficiencia del sistema empleado para la producción de truchas en la comunidad de Chiarpata, considerando el incremento del Oxígeno disuelto como el parámetro base para evaluar el sistema.

Figura 10.

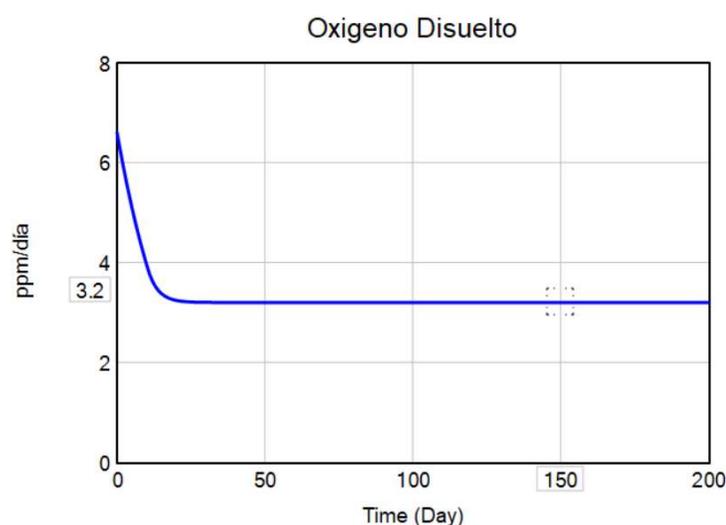
Curva del aumento real de Oxígeno Disuelto en estanques simulado en VENSIM



De la figura 8, se puede apreciar que el valor máximo de aumento real de Oxígeno disuelto en el estanque es de 0.16 ppm/día, esto considerando una aireación natural y no mecánica.

Figura 11.

Curva de Oxígeno disuelto en la salida del estanque simulado en VENSIM



De la figura 9, se puede apreciar que el valor de Oxígeno Disuelto descenderá hasta 3.2 ppm/día, considerando el incremento del mismo por efecto de la aireación natural en el estanque.

Tabla 25.

Cálculo del aumento real de oxígeno disuelto simulado en VENSIM

Parámetro	Valor	Ecuación en simulación
Oxígeno disuelto OD	3.2 ppm	<i>Aumento de Oxígeno – Perdida por densidad</i>
Nivel deseado de Oxígeno NOD	4 ppm	-
Tasa de Aireación TAR	0.2	-
Diferencia de Oxígeno DIF	0.8 ppm	<i>Nivel Deseado de Oxígeno – Oxigeno Disuelto</i>
Aumento real de Oxígeno APO	0.16 ppm	<i>IF THEN ELSE(Oxigeno Disuelto < 4, Diferencia * Tasa de aireación, 0)</i>
Efecto del oxígeno EO	0.8 ppm	<i>0.02 * Oxigeno Disuelto</i>
Efecto de la densidad ED	0.05	-
Perdida por densidad PD	0.16 ppm	<i>Oxigeno Disuelto * Efecto de densidad</i>

Finalmente, para el cálculo de la eficiencia del sistema (5), el resultado es el siguiente

$$E = \frac{100 * 0.16}{0.52} = 30.77\%$$



CAPITULO V
CONCLUSIONES Y RESULTADOS

12.1. Resultados logrados

Los datos obtenidos de la evaluación socio ambiental se presentan en la siguiente tabla:

Tabla 26.

Resumen datos obtenidos de la Evaluación Socioambiental para la implementación de un estanque de truchas en Chiarpata

Nro	Parámetro	Valor
1	Índice de Vulnerabilidad de la comunidad de Chiarpata	0.35
2	LVI-IPCC	0.33
3	Caudal de agua disponible	2.43 m ³
4	Oxígeno Disuelto	6.6 ppm
5	Carga de trucha	92.46 kg
6	Número de Alevines	411
7	Número de Truchas	308
8	Aumento Posible de OD	0.52 ppm
9	Aumento Real de OD	0.16 ppm
10	Eficiencia	30.77%

12.2. Evaluación

La evaluación socio ambiental comprende dos aspectos fundamentales para determinar la viabilidad de un proyecto piscícola en la comunidad de Chiarpata del municipio de Pucarani, estos son el aspecto social respecto a la situación de vulnerabilidad de la población que contempla poder realizar el proyecto de producción de truchas, y el aspecto ambiental respecto a las condiciones del agua como recurso de calidad para la producción intensiva de truchas en la comunidad.

En el aspecto social, se determinó el índice de vulnerabilidad propuesto por Lobera (2022) y según el IPCC (2014), determinado el grado de vulnerabilidad climática de la población de Chiarpata.

Tabla 27.

Evaluación de índice de Vulnerabilidad Climática en la comunidad de Chiarpata

Nro	Parámetro	Valor	Referencia
1	Índice de Vulnerabilidad de la comunidad de Chiarpata	0.35	0 a 0.2 (No Vulnerable) 0.21 a 0.40 (Vulnerable) 0.41 a 0.50 (Muy Vulnerable)
2	LVI-IPCC	0.00	-1 y -0.41 (Vulnerabilidad baja) -0.40 y 0.30 (Vulnerabilidad media) 0.31 y 1 (Vulnerabilidad alta)

Nota: Los valores referenciales del Índice de Vulnerabilidad y LVI-IPCC fueron recopilados de Application of livelihood vulnerability index to asses risks for farmers in the Sukoharjo Regency and Klaten Regency, Suryanto, S., & Rahman, A. (2019).

En la tabla 25 se puede apreciar los valores calculados respecto al índice de vulnerabilidad climática para la comunidad de Chiarpata en el municipio de Pucarani, así como el valor del LVI-IPCC para validar el índice, comparando estos resultados con los parámetros referenciales, en ambos casos se puede evaluar que la vulnerabilidad presente para la población es Media en ambos casos.

Figura 12.

Diagrama de Vulnerabilidad Climática en la comunidad de Chiarpata

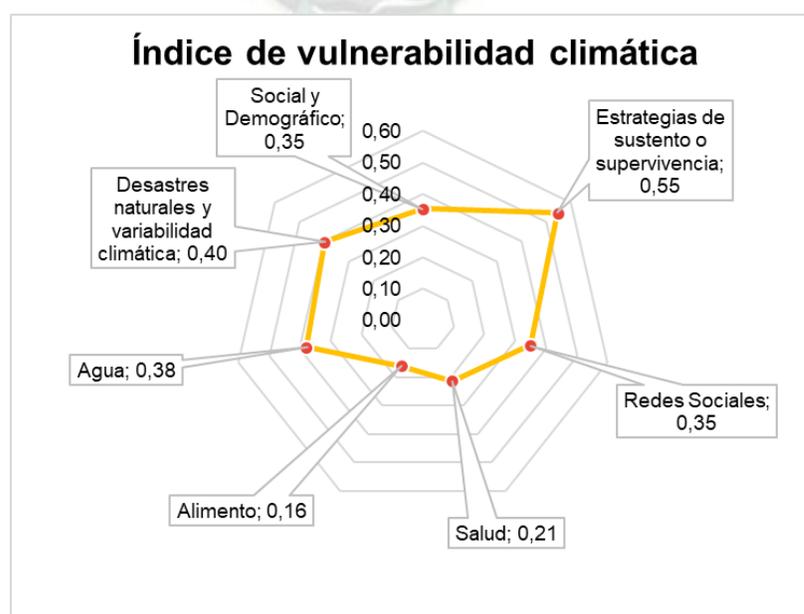
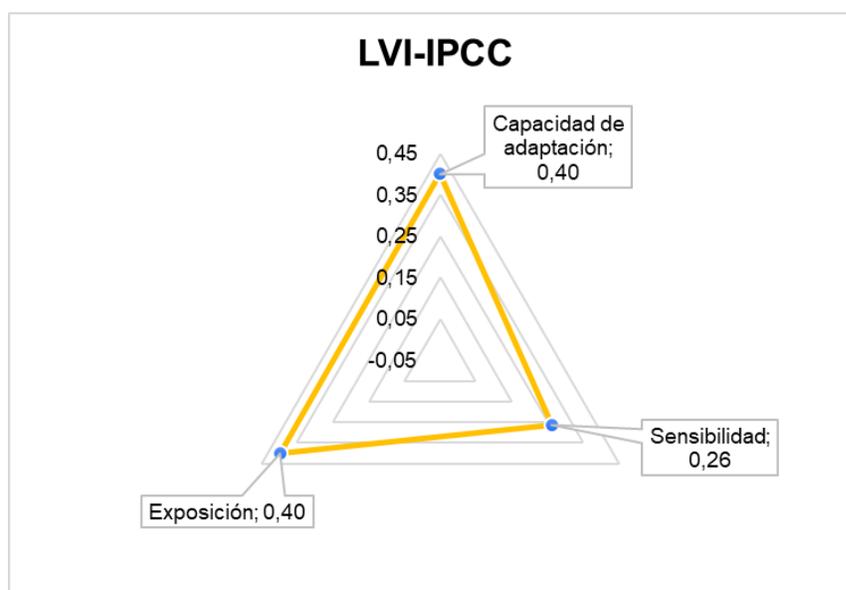


Figura 13.

Factores contribuyentes del Índice de Vulnerabilidad - IPCC



En la figura 10 se muestra el diagrama de Vulnerabilidad Climática en la comunidad de Chiarpata, en la cual se puede apreciar que el subsector que aporta mayor vulnerabilidad a la población es el de Estrategias de Sustento o supervivencia.

En la figura 11 se muestra el triángulo de la vulnerabilidad, representado los principales indicadores sobre vulnerabilidad de la población de Chiarpata, tomando en cuenta una baja sensibilidad, pero alta exposición referente a los efectos del cambio climático y una similar capacidad de adaptación a estos efectos.

En el aspecto Ambiental, se determinó la calidad del agua disponible en la comunidad, para determinar la viabilidad de la implementación de un proyecto piscícola mediante la determinación de la calidad de agua para una producción intensiva de truchas.

Tabla 28.

Evaluación de viabilidad de parámetros físicos químicos de calidad de agua

Nro	Parámetro	Valor obtenido	Rango referencial	Evaluación
1	Caudal (Q)	2.43 m ³ /h	18 m ³ /h	No Viable
2	Temperatura	13.200 °C	13-18 °C	Viable
3	pH	7.500	6.5-8.5	Viable

Nro	Parámetro	Valor obtenido	Rango referencial	Evaluación
4	Oxígeno Disuelto	6.600 mg/l (ppm)	5-10 mg/l (ppm)	Viable
5	Sólidos disueltos totales	312.000 mg/l (ppm)	0-20 mg/l (ppm)	No Viable
6	Sólidos en suspensión	5.000 mg/l (ppm)	0-70 mg/l (ppm)	Viable
7	Sulfatos	10.620 mg/l (ppm)	0-40 mg/l (ppm)	Viable
8	Cloruros	6.220 mg/l (ppm)	20-50 mg/l (ppm)	No Viable
9	Dureza total	558.000 mg/l (ppm)	80-110 mg/l (ppm)	No Viable
10	Alcalinidad	98.36 mg/l (ppm)	50-250 mg/l (ppm)	Viable

Nota: Los valores referenciales han sido obtenidos del *Manual Práctico para el cultivo de la Trucha Arcoiris*, FAO (2014).

En la tabla 26, se puede apreciar la evaluación de viabilidad de los parámetros físico químicos relacionados a la calidad de agua disponible en la comunidad de Chiarpata para la producción de truchas, de estos es importante destacar que la cantidad de oxígeno disuelto en el recurso es suficiente para la implementación del proyecto piscícola, pese a que el resto de parámetros varía entre una viabilidad positiva o negativa, es el caudal el que restringe una producción intensiva para el proyecto.

12.3. Conclusiones

- Se evaluaron los factores socio ambientales y las características físico químicas del agua proveniente de pozo, como un estudio de pre inversión y factibilidad en la implementación de estanques de producción intensiva de truchas en la unidad Educativa de Chiarpata del municipio de Pucarani.
- Se evaluaron los aspectos socioambientales mediante el análisis de las percepciones de las familias de la comunidad de Chiarpata frente al cambio climático con un enfoque en la salud de la población, estas se levantaron mediante la aplicación de encuestas pre elaboradoras, contemplado los indicadores necesarios para poder determinar el Índice de Vulnerabilidad climática de la comunidad dando un valor de 0.35, así también, con esta información se pudo calcular el Índice de Vulnerabilidad LVI-IPCC, obteniendo un valor de 0.00, resultado que indica que en ambos casos, la Vulnerabilidad Climática de la comunidad de Chiarpata es Media, donde si bien la comunidad está altamente expuesta a los efectos climáticos irregulares, el apoyo del gobierno municipal, departamental y central no es apreciable para la población, existe falta de comunicación y educación dentro de esta, además de no tener oportunidades laborales dentro y fuera de la

comunidad, así también, el gran factor que aporta el equilibrio en esta situación es la capacidad de adaptación que tienen las personas en el lugar, mitigando los efectos del cambio climático, significando aun un estado de vulnerabilidad crítico para las condiciones que se tienen en la zona.

- Se evaluaron los parámetros fisicoquímicos necesarios y recomendados sobre la calidad de agua, para determinar la viabilidad del proyecto en función a este recurso, destacando que entre todos los parámetros recomendados en su análisis, los más notables en los proyectos consultados son el Oxígeno Disuelto, pH y temperatura, mostrando en estos dos últimos valores aceptables para la implementación de un proyecto productivo de truchas, sin embargo así como se tenía la percepción de que el agua al ser proveniente de una fuente subterránea, para esta los valores de Oxígeno disuelto serán bajas a comparación de otras fuentes, si bien el análisis arrojó un valor aceptable dentro del parámetro para el cultivo de truchas.

Por otro lado, se debe considerar que para una producción intensiva de más de 10000 unidades por etapa de producción, se requieren valores elevados de caudal de agua, parámetro que se determinó como muy por debajo del límite establecido para este fin, por lo tanto, si bien las condiciones fisicoquímicas más importantes permitirían implementar un proyecto piscícola en la comunidad, el caudal restringe la posibilidad de la cantidad de truchas a producir, siendo esta de tan solo 308 unidades, con la siembra de 411 alevines, significando valores muy bajos comparados a los contemplados por la población en Chiarpata.

- Se diseñó el sistema de oxigenación y producción para los estanques con los valores de Caudal disponible de agua, Oxígeno disuelto y temperatura del recurso, se pudo determinar la cantidad de alevines a sembrar siendo este 411, para poder producir 308 truchas en el periodo de 200 días de producción, tomando en cuenta los parámetros mencionados, estos valores no son los requeridos por parte de la comunidad de Chiarpata, significando que si bien el proyecto es posible de implementar con los recursos disponibles, no satisfará las necesidades de trabajo de las familias comprometidas en el trabajo con las truchas.
- Con los valores obtenidos en el diseño del sistema de oxigenación y producción de truchas, se realizó una simulación en el Software VENSIM, con el fin de estimar la

eficiencia del sistema respecto al aumento real y posible de Oxígeno disuelto en el sistema planteado, en esta se pudo apreciar el descenso del aumento de oxígeno disuelto en el agua con el sistema empleado de manera natural, estableciendo un valor constante en el transcurso de 200 días de producción, el cual no es suficiente para obtener la cantidad de Oxígeno disuelto necesario en la salida del tanque para poder garantizar la supervivencia de las truchas, donde la eficiencia del sistema natural es de 30.77%, considerando el valor de 4 ppm de OD en la salida del tanque, este valor implica que, la cantidad de truchas estimadas de producción será la establecida en la densidad de carga, siendo 411 alevines, con una tasa de mortalidad del 25%, solo se producirán 308 truchas con un peso promedio de 300 g.

La simulación indica que se garantiza dicha producción, sin embargo esta está por debajo de los requerimientos de cantidad y peso de la comunidad respecto a las truchas.

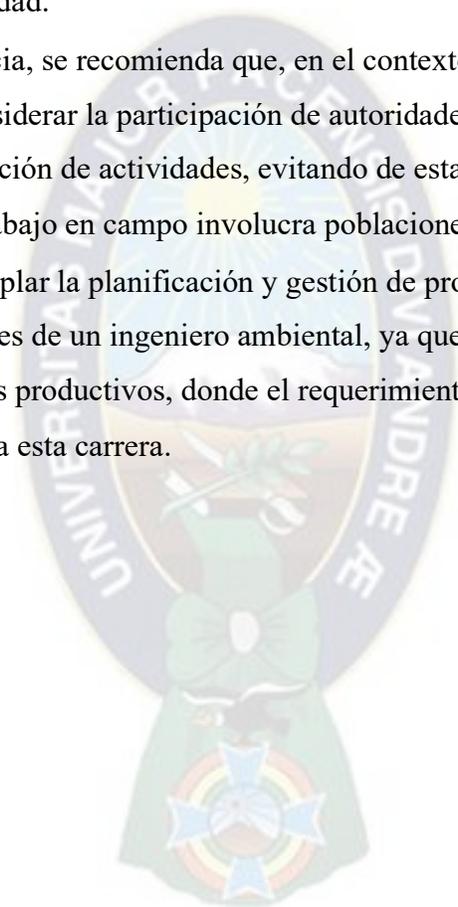
- Finalmente, se realizó la evaluación socio ambiental con el fin de determinar la viabilidad en la implementación de un proyecto piscícola en la comunidad de Chiarpata para la ONG COCAWI, determinando, que si bien existe la predisposición de la población así como la necesidad de adoptar un nuevo proyecto socio productivo en la comunidad, las condiciones fisicoquímicas no son las adecuadas para poder realizar una producción intensiva de 10000 unidades de truchas en cada periodo de producción, que por el contrario, es posible realizar una producción mínima de 308 unidades, que no satisfará las necesidades y requerimientos económicos de la comunidad.

12.4. Recomendaciones

- Esta evaluación socioambiental se realizó bajo la necesidad de la ONG COCAWI, en la gestión de recursos económicos y de desarrollo de la población del municipio de Pucarani, frente a esta necesidad en la comunidad de Chiarpata, se generó la idea de utilizar el exceso de agua proveniente de pozo la cual se utiliza para consumo humano, realizando el estudio correspondiente en el aspecto social y ambiental así como físico químico respecto al recurso hídrico, no se recomienda implementar un proyecto de producción de truchas en estanques en la comunidad, esto debido a la cantidad estimada de producción por la población interesada en el proyecto, donde las pruebas realizadas indican que los valores de producción están muy por debajo de lo requerido, además que los parámetros físico químicos analizados sobre el agua a utilizar, no respondieron en su

totalidad dentro de los rangos referenciales para garantizar una producción intensiva de truchas.

- El estudio social mostro la predisposición de trabajo de la comunidad, sin embargo, es importante analizar la cantidad de beneficiarios frente a la inversión económica que representa un proyecto de producción intensiva, teniendo en cuenta la tasa de migración alta de la comunidad, esta significaría un alto riesgo de no tener la sostenibilidad necesaria para el proyecto, por lo cual tampoco se recomendaría implementar un proyecto piscícola en la comunidad.
- Frente a esta experiencia, se recomienda que, en el contexto de implementar proyectos socioambientales, considerar la participación de autoridades municipales, educativas o de salud, para la coordinación de actividades, evitando de esta manera mal entendidos, principalmente si el trabajo en campo involucra poblaciones vulnerables o sensibles.
- Se recomienda contemplar la planificación y gestión de proyectos socioambientales dentro de las actividades de un ingeniero ambiental, ya que se busca un enfoque sostenible en proyectos productivos, donde el requerimiento profesional por parte de diferentes ONG es para esta carrera.



12.5. Bibliografía

- Acuicultura Hoy. (2013). *Consideraciones acuícolas, recurso agua en acuicultura, parámetros físicos y químicos*.
- Adu, D., Kuwormu, J., & Anim-somuah, H. (2017). Application of livelihood vulnerability index in assessing smallholder maize farming households vulnerability to climate change in Brong-Ahafo region of Ghana. *Katesart J. Soc. Sci* 39, 1-11.
- Alcívar, J., Mariscal, W., Sorroza, N., Villacres, R., García, F., & Mariscal, R. (2017). Evaluación físico-química y microbiológica de la calidad del agua de pozos. *Dominio de las Ciencias*, 187-206.
- Banco Mundial. (2009). *Informe del Estado del Lago*. Diseño y diagramación: SALINASANCHEZ S.R.L.
- Bandelier, A. (1910). *The Islands of Titicaca and Koati*. New York: The Hispanic Society of America.
- Casas, A., & Moreno, A. (2014). Seguridad alimentaria y Cambio Climático en América Latina. *LEISA revista Agroecológica*, 5-7.
- Centro de Orientación y Capacitación Wiphala. (2023). Obtenido de COCAWI Web site: cocawi.com
- CIPCA. (2020). *La Piscicultura en la Amazonía Boliviana, casos de estudios de la Provincia Guarayos*. Santa Cruz.
- Cornejo, G. (18 de Marzo de 2022). Situación actual de las familias de Chiarpata. (C. Gutierrez, Entrevistador)
- Cuentas, E., & Ojeda, N. (2021). *Evaluación ambiental para una producción piscícola sostenible en la provincia Guarayos, Santa Cruz*. Centro de Investigación y Promoción del Campesinado CIPCA: Santa Cruz.
- FAO. (2003). *Fishey FAO Training*. Obtenido de FAO Training: https://www.fao.org/fishery/docs/CDrom/FAO_Training/FAO_Training/General/x6709s/x6709s02.htm#4a
- FAO. (2008). *El Estado Mundial de la pesca y la acuicultura*. Roma: Subdivisión de Políticas y Apoyo en material de publicación electrónica FAO.
- FAO. (2010). *Manual básico de Piscicultura en estanques*. Montevideo: Dirección Nacional de Recursos Acuáticos - Departamento de Acuicultura FAO.
- FAO. (2014). *Manual Práctico para el cultivo de la Trucha Arcoiris*. Guatemala: Publicaciones FAO.
- FAO. (2018). *El Estado Mundial de la Pesca y la Acuicultura*. Roma.

- Fundación Villa Imperial. (2004). *Proyecto Piscícola Kahuayo*. Potosí: Proyecto de gestión Integrada y Plan Maestro de la Cuenca del Río Pilcomayo Biblioteca .
- Gabriel, J. (2016). *Reflexiones sobre los efectos del cambio climático en la agricultura de Bolivia*. Obtenido de Journal of the Selva Andina Research Society: http://www.scielo.org.bo/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2072-92942016000200009&lng=es&tlng=es
- García, K., Lafuente, I., & Arteaga, L. (2021). *Compendio de política pública relacionada a bosques y cambio climático*. Santa Cruz: Observatorio de frutos amazónicos y Cambio Climático OFAyCC.
- Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático IPCC. (2001). *Cambio Climático 2001: Informe síntesis*. Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático P.
- Hahn, M., Riederer, A., & Foster, S. (2009). *The Livelihood Vulnerability Index: A pragmatic approach to assessing risks from climate variability and change. A case study in Mozambique*. Global environmental change.
- IBNORCA. (18 de Marzo de 2018). Compendio Normativo sobre calidad de agua para consumo humano. NB 512 - Reglamento NB 512 - NB 495 - NB 496. La Paz, Bolivia: Ministerio de Medio Ambiente y Agua.
- Instituto Nacional de Estadística. (2013). *Censo Agropecuario del Estado Plurinacional de Bolivia*. La Paz: Catálogo ANDA.
- Instituto Nacional de Reforma Agraria. (2020). *Normativa Agraria*. La Paz: Presencia.
- Intergovernmental Panel on Climate Change [IPCC]. (2014). *Impactos, adaptación y vulnerabilidad Parte A: Aspectos mundiales y sectoriales*.
- L, M. (2018). *Viabilidad y rentabilidad de la instalación de un centro de reproducción de peces en la comunidad del Chore del municipio de Yapacaní*. Santa Cruz: FINI-UAGRM.
- Llobet, V., & Wegsman, S. (2004). El enfoque de Resiliencia en los Proyectos Sociales: Perspectivas y Desafíos. *Revista de Psicología*, 143-152.
- Lobera, E. (2020). *Aplicación del Índice de Vulnerabilidad para la evaluación de los Impactos del Cambio Climático en los Barrios el Pozón y las gaviotas de Cartagena de Indias*. Cartagena de Indias.
- López-Roldán, P., & Farchelli, S. (2015). *Metodología de la investigación social cuantitativa*. Barcelona: Universidad Autónoma de Barcelona.
- Mayta, F. (29 de Noviembre de 2017). *Centro de Investigación y Promoción del Campesino*. Obtenido de CIPCA: <https://www.cipca.org.bo/analisis-y-opinion/cipca-notas/una-mirada-a-la-nutricion-y-seguridad-alimentaria-en-el-altiplano-boliviano>

- Metereología y Climatología de Navarra. (4 de Agosto de 2023). *Definiciones: Clasificación climática de Köppen*. Obtenido de Metereología y Climatología de Navarra: <http://meteo.navarra.es/definiciones/koppen.cfm>
- MMAyA. (Junio de 2017). Agua Potable Toma de muestras. Bolivia: Instituto Boliviano de Normalización y Calidad.
- MMAyA. (2018). Reglamento Nacional para el control de calidad del agua para consumo humano. Bolivia: Instituto Boliviano de Normalización y Calidad.
- Morales, S. (2003). *Elementos básicos en la producción de trucha arco iris en estanques*. (C. d. (CIDAB), Ed.) La Paz: Agencia de Cooperación Intenacional del Japón (JICA).
- Naciones Unidas. (2014). *Desarrollo de los recursos de Aguas Subterráneas en el Altiplano*. La Paz: Naciones Unidas.
- OTCA. (2016). *Piscicultura Amazónica con especies nativas, el ambiente acuático*. Brasilia: Organización del Tratado de Cooperación Amazónica.
- PNUD. (2015). *Transformar nuestro mundo: La agenda 2030 para el Desarrollo Sostenible*. Buenos Aires.
- Rabassó, K. (2006). Los impactos ambientales de la acuicultura, causas y efectos. En *Vector plus: miscelánea científico-cultura* (págs. 89-98).
- Ríos, R. (2017). *Cambio Climático y el Agua; Desafíos inminentes para la legislación ambiental Chilena*. Santiago: Universidad de Chile, Facultad de Derecho.
- Solange, L., & Altamirano, B. (2013). *Modelación y Simulación con dinámica de sistemas para la gestión de producción integral de truchas (Oncorhynchus mykiss) en la cooperación San Miguel EIRL, distrito Kishuara-Andahuaylas*. Andahuaylas: Universidad Nacional Jose Maria Arguedas.
- Soto, D., & Quiñones, R. (2013). *Cambio Climático, pesca y acuicultura en América Latina, potenciales impactos y desafíos para la adaptación*. Concepción: Taller FAO/Centro de Investigación Oceanográfica en el Pacífico Sur Oriental (COPAS).
- Suryanto, S., & Rahman, A. (2019). Application of livelihood vulnerability index to asses risks for farmers in the Sukoharjo Regency and Klaten Regency. *Indonesia. Jambá: Journal of Disaster Risk Studies*, 11, 1-9.
- Tejada M, F. (Noviembre de 2013). Experiencias locales en adaptación al cambio climático en Bolivia. *T'inkasos*.
- Ureña, J., Vallejos, A., Saavedra, O., & Escalera, A. (2018). *Evaluación de la precipitación distribuida en la cuenca Katari basado en Tecnología Satelital y productos derivados*. La Paz: Centro de Investigación en Ingeniería Civil y Ambiental (CIICA).
- Vargas, I. (2015). *Plan Territorial de Desarrollo Integral 2016-2020 del GAM Pucarani*. Pucarani: PTDI 2016-2020 GAM Pucarani.

Velasco, Á. (2010). *Contribución de los pueblos indígenas de Bolivia, a través de los Consejos Educativos de Pueblos Originarios, al fortalecimiento de la gobernabilidad en el campo de la política de educación intercultural bilingüe*. Bogotá: Pontificia Universidad Javeriana.

Vera, C. (2 de Marzo de 2021). *El Confidencial*. Obtenido de El cambio climático nos afecta a todos, pero no por igual: https://blogs.elconfidencial.com/mundo/las-fronteras-de-la-desigualdad/2021-03-02/cambio-climatico-afecta-sequia-africa-medioambiente-tierra_2972136/

12.6. Anexos

Anexo A Encuesta sobre vulnerabilidad frente al Cambio Climático con enfoque de Salud

La Organización COCAWI agradece inmensamente el tiempo que se está tomando para responder la encuesta con la mayor sinceridad y objetividad posible.	
CONOCIMIENTO SOBRE EL PERFIL SOCIODEMOGRÁFICO	
Nombre _____	
Edad _____ Sexo Femenino () Masculino () Teléfono _____	
Estado civil _____ Ocupación _____ No de hijos _____ ¿Cuántos están estudiando? _____	
_____ ¿Cuántos se han retirado? _____	
Distribución de los hijos que estudian Primaria _____ Secundaria _____ Universidad _____	
1. Descripción de la vivienda	
Área total de la vivienda _____ Distancia a un cuerpo de agua según ubicación del hogar _____	
No de árboles que existen en su vivienda _____ ¿Existen árboles en frente de su vivienda? _____	
No de cuartos _____ Sala Si () No () Comedor Si () No () Cocina Si () No () Sala, comedor y cocina, se encuentran juntos Si () No ()	
Baño Si () No () Cantidad _____ Jardín Si () No () Patio trasero Si () No ()	
2. Servicios públicos	
Agua Si () No () Energía Si () No () Internet Si () No ()	
3. Según los rangos de edad, ¿Cuántas personas habitan en su hogar?	
< 10 años _____ 10 – 20 años _____ 21 – 40 años _____ 41 – 60 años _____ >60 años _____	
4. ¿Cuántas mujeres habitan en su hogar? _____	
5. ¿Cuál es el nivel de escolaridad del jefe del hogar?	
Primaria completa () Primaria incompleta () Secundaria incompleta () Secundaria completa () Técnica () Tecnóloga () Profesional ()	
Profesional especializado () Ninguno ()	
6. Sabe ud, ¿qué es el cambio climático? Si () No () Defina _____	
7. ¿Cuáles cree usted que es la causa del cambio climático? Actividad humana _____ Procesos naturales del planeta _____	
La combinación de las actividades humanas _____ NS/NR _____	
8. ¿Usted cree que el cambio climático está ocurriendo? Si _____ No _____ NS/NR _____	
9. ¿Cuál es la percepción que usted tiene sobre los efectos del cambio climático? Si _____ No _____ NS/NR _____	
CONOCIMIENTO SOBRE ESTRATEGIAS DE SUSTENTO O SUPERVIVENCIA	
10. ¿Usted o algún miembro de su familia trabaja fuera del barrio o la comunidad?	
Si _____ No _____ NS/NR _____	
Si su respuesta es sí responda la siguiente pregunta: ¿Cuántas personas de su familia trabajan fuera del barro o comunidad? _____	
11. ¿Usted o algún miembro de su familia tiene salario fijo mensual?	
Si _____ No _____ NS/NR _____	
Si su respuesta es sí responda la siguiente pregunta: ¿Cuál es el valor de su salario fijo mensual? _____	
12. ¿Usted ha acudido a entidades gubernamentales locales para recibir subsidio o asistencia en los últimos 12 meses?	
Si _____ No _____ NS/NR _____	
Si su respuesta es Si responda la siguiente pregunta: ¿A qué entidades gubernamentales locales ha acudido para recibir subsidio o asistencia? _____	

CONOCIMIENTO SOBRE REDES SOCIALES

13. ¿Usted o algún miembro de su núcleo familiar ha recibido en el último mes algún tipo de ayuda del gobierno?

Si _____ No _____ NS/NR _____

Si su respuesta es Si responda la siguiente pregunta: ¿Qué tipo de ayuda ha recibido? _____

14. ¿Usted o algún miembro de su núcleo familiar ha realizado un préstamo de dinero en el último mes?

Si _____ No _____ NS/NR _____

15. ¿Usted recibió algún tipo de advertencia sobre un evento de precipitaciones intensas, inundaciones sequías?

Si _____ No _____ NS/NR _____

¿A través de que medio masivo de comunicación recibió la información?

Televisión _____ Radio _____ Internet _____ Periódico _____

16. ¿Usted tiene teléfono inteligente o Smartphone (Iphone, Samsung, Sony)?

Si _____ No _____ NS/NR _____

Si su respuesta es Si responda la siguiente pregunta: ¿Cuántos teléfonos inteligentes existen en su hogar?

17. ¿Usted tiene cuenta o usuario en redes sociales como Facebook, Twitter, Instagram?

Si _____ No _____ NS/NR _____

Si su respuesta es Si responda la siguiente pregunta: ¿Cada cuánto ingresa a redes sociales como Facebook, Twitter, Instagram? _____

INFORMACION RELACIONADA A LA SALUD

18. ¿Usted o algún miembro de su hogar sufre de alguna enfermedad crónica?

Si _____ No _____ NS/NR _____

Si su respuesta es Si responda la siguiente pregunta: ¿Cuántas personas de su familia sufren de una enfermedad crónica?

19. ¿Ha muerto alguna persona que vivió con usted por infarto?

Si _____ No _____ NS/NR _____ Parentesco _____ Edad en la que murió _____

20. ¿Ha muerto alguna persona que vivió con usted por aneurisma (derrame cerebral) ?

Si _____ No _____ NS/NR _____ Parentesco _____ Edad en la que murió _____

21. ¿Usted o algún miembro de su familia tuvo que faltar al trabajo o al colegio debido a una enfermedad en las últimas dos semanas?

Si _____ No _____ NS/NR _____

Si su respuesta es Si responda la siguiente pregunta: ¿Cuántos familiares faltaron al trabajo o al colegio debido a una enfermedad en las últimas 2 semanas _____

22. ¿Su familia está expuesto vectores (mosquitos o ratones)?

Si _____ No _____ NS/NR _____

Si su respuesta es Si responda la siguiente pregunta: ¿Durante cuántos meses su familia está expuesta a vectores (mosquitos o ratones)? _____

INFORMACIÓN RELACIONADA AL RECURSO HIDRICO

23. ¿Cuál su principal fuente de agua?

Pozo _____ Caño _____ Acueducto _____ Lluvia _____ No cuenta con suministro de agua _____ NS/NR _____

24. ¿El suministro de agua en su hogar es constante?

Si _____ No _____ NS/NR _____

INFORMACIÓN RELACIONADA AL RECURSO HÍDRICO
<p>25. ¿ Ha tenido o tiene conflictos con el servicio y suministro de agua que ha presentado en su hogar?</p> <p>Si _____ No _____ NS/NR _____</p> <p>Si su respuesta es Si responda la siguiente pregunta: ¿Cuáles son conflictos que ha con el servicio y suministro de agua que ha presentado en su hogar? _____</p>
INFORMACIÓN SOBRE ALIMENTACIÓN
<p>26. ¿Usted y sus familiares han presentado dificultad para alimentarse o sufrido situaciones de hambre en las últimas 4 semanas?</p> <p>Si _____ No _____ NS/NR _____</p> <p>27. ¿Su hogar cuenta con huerta familiar para el suministro de alimentos?</p> <p>Si _____ No _____ NS/NR _____</p>
INFORMACIÓN SOBRE DESASTRES Y VARIABILIDAD CLIMÁTICA
<p>28. Cuándo se presenta fuertes lluvias, ¿Su hogar se inunda?</p> <p>Si _____ No _____ NS/NR _____</p> <p>¿Cuántas veces se ha inundado en los últimos 5 años? _____</p> <p>29. ¿Ha tenido que abandonar su hogar por inundación?</p> <p>Si _____ No _____ NS/NR _____</p> <p>30. ¿Usted o alguno de sus familiares ha sufrido una lesión o ha muerto a causa de eventos como precipitaciones intensas, inundaciones o sequías?</p> <p>Si _____ No _____ NS/NR _____</p> <p>Si su respuesta es Si responda la siguiente pregunta: ¿Cuántas personas de su hogar han sufrido lesiones o han muerto a causa de estos eventos?</p>

Anexo B Formulario de muestreo

Responsable de muestreo: Camilo Sebastian Gutierrez Ludeña									
Fecha de muestreo: 16/03/2023									
Nro	Código de la muestra	Zona	Dirección	Punto de Muestreo	T °C	pH	OD ppm	Hora	Observaciones
1	PUC-CHI-1	Altiplano	Chiarpata, Pucarani	1	13.5	8	5.3	10:22	
2	PUC-CHI-1	Altiplano	Chiarpata, Pucarani	1	13.3	8.1	5.3	10:27	
3	PUC-CHI-1	Altiplano	Chiarpata, Pucarani	1	13.5	8.2	5.6	10:32	
4	PUC-CHI-1	Altiplano	Chiarpata, Pucarani	1	13	7.9	5.8	10:37	
5	PUC-CHI-1	Altiplano	Chiarpata, Pucarani	1	13	7.6	6	10:42	
6	PUC-CHI-1	Altiplano	Chiarpata, Pucarani	1	13.1	7.6	6.5	10:47	
7	PUC-CHI-1	Altiplano	Chiarpata, Pucarani	1	13.5	7.5	6.6	10:52	
8	PUC-CHI-1	Altiplano	Chiarpata, Pucarani	1	13.2	7.3	6.6	10:57	
9	PUC-CHI-1	Altiplano	Chiarpata, Pucarani	1	13.4	7.2	6.6	11:02	
10	PUC-CHI-1	Altiplano	Chiarpata, Pucarani	1	13.3	7.1	6.6	11:07	
11	PUC-CHI-2	Altiplano	Chiarpata, Pucarani	2	13.1	7.7	6	11:45	
12	PUC-CHI-2	Altiplano	Chiarpata, Pucarani	2	13	7.6	6	11:50	
13	PUC-CHI-2	Altiplano	Chiarpata, Pucarani	2	13	7.5	6.1	11:55	
14	PUC-CHI-2	Altiplano	Chiarpata, Pucarani	2	13	7.5	6.1	12:00	
15	PUC-CHI-2	Altiplano	Chiarpata, Pucarani	2	13	7.5	6	12:05	
16	PUC-CHI-2	Altiplano	Chiarpata, Pucarani	2	13.1	7.4	6.2	12:10	
17	PUC-CHI-2	Altiplano	Chiarpata, Pucarani	2	13.1	7.5	6.4	12:15	
18	PUC-CHI-2	Altiplano	Chiarpata, Pucarani	2	13.2	7.3	6.6	12:20	
19	PUC-CHI-2	Altiplano	Chiarpata, Pucarani	2	13.2	7.4	6.6	12:25	
20	PUC-CHI-2	Altiplano	Chiarpata, Pucarani	2	13.2	7.4	6.6	12:30	

Nota: Elaborado en base a NB 496, toma de muestras de agua potable, 2016

Anexo C Formulario de descripción de muestras

Formulario de información básica sobre muestreo
1. Código de la muestra:
2. Hora de muestreo:
3. Localidad:
4. Dirección punto de muestreo: Zona:
5. Material del envase empleado para el muestreo.....
6. Volumen de muestra extraída:
7. Temperatura de la muestra:
8. Tiempo requerido desde la toma de muestra hasta el laboratorio:
9. Tipo de conservación de la muestra.....
Responsable del muestreo:
Fecha de muestreo:
Firma:
Formulario de información básica sobre muestreo
1. Código de la muestra:
2. Hora de muestreo:
3. Localidad:
4. Dirección punto de muestreo: Zona:
5. Material del envase empleado para el muestreo.....
6. Volumen de muestra extraída:
7. Temperatura de la muestra:
8. Tiempo requerido desde la toma de muestra hasta el laboratorio:
9. Tipo de conservación de la muestra.....
Responsable del muestreo:
Fecha de muestreo:
Firma:

Nota: Nota: Elaborado en base a NB 496, toma de muestras de agua potable, 2016

Anexo D Resultados de levantamiento de información de encuestas

RESULTADOS DE ENCUESTA SOBRE VULNERABILIDAD FRENTE AL CAMBIO CLIMÁTICO	
PERFIL SOCIODEMOGRÁFICO	
Edad promedio encuestados	
Mujeres	52
Hombres	46
Sexo	
Femenino	3
Masculino	19
Estado Civil	
Soltero	6
Casado	13
Concubino	2
Viudo	1
No de hijos	
0	6
1	1
2	3
3	2
4	2
Mayor de 5	8
¿Cuántos están estudiando?	
Primaria	15
Secundaria	5
Universitario	5
Área total de la vivienda	
Menor o igual a 200 m ²	21
Mayor o igual a 200 m ²	1
Distancia del hogar al cuerpo de agua más cercano (m)	
Entre 0 a 200 m	10
Entre 200 a 600 m	1
Entre 600 a 1000 m	9
¿Cuántos árboles existen en su vivienda?	
Hogares que si tienen arboles	8
Hogares que no tienen arboles	14
¿Existen árboles en frente de su vivienda y le generan sombra?	
Si	8
No	14
No de cuartos de su vivienda	
0	3
1	2
2	7
3	6
4	2
Mayor de 5	0
¿Su vivienda tiene sala?	
Si	7
No	15
¿Su vivienda tiene comedor?	
Si	8
No	14
¿Su vivienda tiene cocina?	
Si	18

No	4
Su sala, comedor y cocina, ¿Se encuentran juntos?	
Si	6
No	16
¿Su vivienda tiene jardín?	
Si	2
No	20
¿Su vivienda tiene patio trasero?	
Si	1
No	21
Servicios Públicos	
Agua	
Si	18
No	4
Energía	
Si	14
No	8
Gas	
Si	0
No	22
Teléfono fijo	
Si	0
No	22
TV Cable	
Si	0
No	22
Internet	
Si	0
No	22
No de personas que habitan en su hogar en los rangos de edad	
<10 años	14
10 y 20 años	17
21 y 40 años	17
41 y 60 años	16
>60 años	7
¿Cuántas mujeres habitan en su vivienda?	
0	3
1	12
2	5
3	0
4	2
>5	0
Nivel de escolaridad del jefe del hogar	
Primaria Incompleta	0
Primaria Completa	8
Secundaria Incompleta	0
Secundaria Completa	8
Técnico	1
Profesional	0
Profesional Especializado	0
Ninguno	5
¿Sabe que es el cambio climático?	
Si	17
No	5
¿Cuáles son las causas del Cambio Climático?	
Actividades humanas	0

Procesos naturales del planeta	6
La combinación de las actividades humanas	4
NS/NR	12
¿Está ocurriendo el cambio climático?	
Si	16
No	3
NS/NR	3
Percepción de los efectos del cambio climático	
Leves	0
Graves	18
Sin Importancia	0
NS/NR	4

CONOCIMIENTO SOBRE ESTRATEGIAS DE SUSTENTO O SUPERVIVENCIA

¿Existen personas laboran fuera del barrio o comunidad?	
Si	5
No	13
NS/NR	4
¿Cuántas?	5
¿Tiene salario fijo mensual?	
Si	0
No	22
¿Recibió subsidio del gobierno?	
Si	0
No	19
NS/NR	3

INFORMACIÓN SOBRE REDES SOCIALES

¿Ha recibido ayudas del gobierno en el último mes?	
Si	9
No	12
NS/NR	1
¿Ha realizado un préstamo de dinero en el último mes?	
Si	2
No	18
NS/NR	2
¿Tiene teléfono inteligente?	
Si	10
No	9
NS/NR	3
¿Tiene cuenta o usuario en Redes Sociales?	
Si	6
No	14
NS/NR	2
¿Cuál es la Periodicidad de ingreso?	
Diaria	1
Semanal	0
Mensual	4
No usa internet/No tiene redes sociales	0
¿Recibió advertencias sobre luvias intensas, inundaciones o sequías?	
Si	12
No	8
NS/NR	2
¿A través de que medios de comunicación la recibió?	
Televisión	10
Radio	14
Internet	1
Periódico	2

INFORMACIÓN RELACIONADA A LA SALUD

¿Ha sufrido usted o algún familiar de enfermedad crónica?	
Si	3
No	16
NS/NR	3
¿Ha muerto alguien que vivió con usted por infarto?	
Si	1
No	21
Parentesco	
Esposo/a	0
Abuelo/a	0
Padre/a	1
Hijo/a	0
Tío/a	0
No tiene familiar	0
Edad a la que murió (edad promedio según parentesco)	
<10 años	0
10 y 20 años	0
21 y 40 años	0
41 y 60 años	0
>60 años	1
¿Ha muerto alguien que vivió con usted por aneurisma?	
Si	2
No	20
Parentesco	
Padre/Madre	2
Suegro/a	0
Primo/a	0
No tiene familiar	0
Edad a la que murió (edad promedio según parentesco)	
<10 años	0
10 y 20 años	0
21 y 40 años	1
41 y 60 años	0
>60 años	1
¿Han presentado enfermedades en las últimas 2 semanas?	
Si	0
No	20
NS/NR	2
Cantidad	0
¿Está su familia expuesta a vectores?	
Si	11
No	11
NS/NR	
¿Durante cuántos meses en el año?	
1-3 meses	
3-6 meses	
6-12 meses	11
NS/NR	11

INFORMACIÓN RELACIONADA AL RECURSO HÍDRICO

¿Cuál es su principal fuente de agua?	
Pozo	17
Cañería	0
Acueducto	1
Lluvia	2
No tiene	1

NS/NR	1
¿Es constante el suministro de agua?	
Si	19
No	0
NS/NR	3
Conflictos con el suministro de agua	
Si	3
No	19

CONOCIMIENTO SOBRE ALIMENTACIÓN

¿Dificultades para alimentarse en las últimas 4 semanas?	
Si	3
No	17
NS/NR	2
¿Cuenta con huerta familiar para el suministro de alimentos?	
Si	4
No	16
NS/NR	2

INFORMACIÓN SOBRE DESASTRES Y VARIABILIDAD CLIMÁTICA

¿Se hogar se inunda cuando llueve?	
Si	4
No	16
NS/NR	2
¿Cuántas veces se ha inundado en los últimos 5 años?	
Hogar que si se inundó en los últimos 5 años	4
Hogar que no se inundó en los últimos 5 años	18
¿Ha tenido que abandonar su hogar por inundación?	
Si	2
No	19
NS/NR	1
¿Ha sufrido lesión o muerto algún familiar a causa de lluvias e inundaciones?	
Si	1
No	21
NS/NR	0

Anexo E Evidencias fotográficas durante el proceso de levantamiento de información a familias de la comunidad de Chiarpata

Figura 14.

Socialización y coordinación con autoridades para el proceso de evaluación socioambiental



Figura 15.

Levantamiento de información sobre vulnerabilidad frente al cambio climático



Figura 16.

Levantamiento de información estadística en el centro de Salud de Chiarpata



Anexo F Hoja de resultados de laboratorio

ANÁLISIS FSICOQUÍMICO DE AGUAS

INTERESADO : CAMILO GUTIERREZ LUDEÑA
PROCEDENCIA : Departamento : LA PAZ
 Provincia : LOS ANDES
 Municipio : PUCARANI

N° SOLICITUD: 006/ 2023
FECHA DE RECEPCION : 06/ Marzo/ 2023
FECHA DE ENTREGA : 16/ Marzo/ 2023

DESCRIPCIÓN : MUESTRA #1

N° Lab.	PARAMETRO	Resultado	Unidades	Método
AA-015-01-2023	Sólidos disueltos totales	312,00	mg / L	Gravimetría
AA-015-02-2023	Sólidos en suspensión	5,00	mg / L	Gravimetría
AA-015-03-2023	Sulfatos	10,62	mg / L	Espectrofotometría UV-Visible
AA-015-04-2023	Cloruros	6,22	mg / L	Volumetría
AA-015-05-2023	Dureza total	558,00	mg / L	Volumetría
AA-015-06-2023	Alcalinidad	98,36	mg / L	Volumetría

OBSERVACIONES.- La muestra fue colectada por el interesado

Datos Personales

Autor: Camilo Sebastian Gutierrez Ludeña

Celular: 60558045

Email: guticami2@gmail.com



**DIRECCIÓN DE DERECHO DE AUTOR
Y DERECHOS CONEXOS
RESOLUCIÓN ADMINISTRATIVA NRO. 1-2261/2024
La Paz, 19 de julio de 2024**

VISTOS:

La solicitud de Inscripción de Derecho de Autor presentada en fecha **11 de julio de 2024**, por **CAMILO SEBASTIAN GUTIERREZ LUDEÑA** con **C.I. N° 6085010 LP**, con número de trámite **DA 1299/2024**, señala la pretensión de inscripción del Proyecto de Grado titulado: **"EVALUACIÓN SOCIO AMBIENTAL Y CALIDAD DE AGUA DE POZO PARA LA IMPLEMENTACIÓN DE ESTANQUES PISCÍCOLAS EN EL MUNICIPIO DE PUCARANI"**, cuyos datos y antecedentes se encuentran adjuntos y expresados en el Formulario de Declaración Jurada.

CONSIDERANDO:

Que, en observación al Artículo 4º del Decreto Supremo N° 27938 modificado parcialmente por el Decreto Supremo N° 28152 el *"Servicio Nacional de Propiedad Intelectual SENAPI, administra en forma desconcentrada e integral el régimen de la Propiedad Intelectual en todos sus componentes, mediante una estricta observancia de los regímenes legales de la Propiedad Intelectual, de la vigilancia de su cumplimiento y de una efectiva protección de los derechos de exclusiva referidos a la propiedad industrial, al derecho de autor y derechos conexos; constituyéndose en la oficina nacional competente respecto de los tratados internacionales y acuerdos regionales suscritos y adheridos por el país, así como de las normas y regímenes comunes que en materia de Propiedad Intelectual se han adoptado en el marco del proceso andino de integración"*.

Que, el Artículo 16º del Decreto Supremo N° 27938 establece *"Como núcleo técnico y operativo del SENAPI funcionan las Direcciones Técnicas que son las encargadas de la evaluación y procesamiento de las solicitudes de derechos de propiedad intelectual, de conformidad a los distintos regímenes legales aplicables a cada área de gestión"*. En ese marco, la Dirección de Derecho de Autor y Derechos Conexos otorga registros con carácter declarativo sobre las obras del ingenio cualquiera que sea el género o forma de expresión, sin importar el mérito literario o artístico a través de la inscripción y la difusión, en cumplimiento a la Decisión 351 Régimen Común sobre Derecho de Autor y Derechos Conexos de la Comunidad Andina, Ley de Derecho de Autor N° 1322, Decreto Reglamentario N° 23907 y demás normativa vigente sobre la materia.

Que, la solicitud presentada cumple con: el Artículo 6º de la Ley N° 1322 de Derecho de Autor, el Artículo 26º inciso a) del Decreto Supremo N° 23907 Reglamento de la Ley de Derecho de Autor, y con el Artículo 4º de la Decisión 351 Régimen Común sobre Derecho de Autor y Derechos Conexos de la Comunidad Andina.

Que, de conformidad al Artículo 18º de la Ley N° 1322 de Derecho de Autor en concordancia con el Artículo 18º de la Decisión 351 Régimen Común sobre Derecho de Autor y Derechos Conexos de la Comunidad Andina, referentes a la duración de los Derechos Patrimoniales, los mismos establecen que: *"la duración de la protección concedida por la presente ley será para toda la vida del autor y por 50 años después de su muerte, a favor de sus herederos, legatarios y cesionarios"*

Que, se deja establecido en conformidad al Artículo 4º de la Ley N° 1322 de Derecho de Autor, y Artículo 7º de la Decisión 351 Régimen Común sobre Derecho de Autor y Derechos Conexos de la Comunidad Andina que: *"...No son objeto de protección las ideas contenidas en las obras literarias, artísticas, o el contenido ideológico o técnico de las obras científicas ni su aprovechamiento industrial o comercial"*

Que, el artículo 4, inciso e) de la ley N° 2341 de Procedimiento Administrativo, instituye que: *"... en la relación de los particulares con la Administración Pública, se presume el principio de buena"*



fe. La confianza, la cooperación y la lealtad en la actuación de los servidores públicos y de los ciudadanos ...", por lo que se presume la buena fe de los administrados respecto a las solicitudes de registro y la declaración jurada respecto a la originalidad de la obra.

POR TANTO:

El Director de Derecho de Autor y Derechos Conexos sin ingresar en mayores consideraciones de orden legal, en ejercicio de las atribuciones conferidas.

RESUELVE:

INSCRIBIR en el Registro de Tesis, Proyectos de Grado, Monografías y Otras Similares de la Dirección de Derecho de Autor y Derechos Conexos, el Proyecto de Grado titulado: **"EVALUACIÓN SOCIO AMBIENTAL Y CALIDAD DE AGUA DE POZO PARA LA IMPLEMENTACIÓN DE ESTANQUES PISCÍCOLAS EN EL MUNICIPIO DE PUCARANI"** a favor del autor y titular: **CAMILO SEBASTIAN GUTIERREZ LUDEÑA** con **C.I. N° 6085010 LP**, quedando amparado su derecho conforme a Ley, salvando el mejor derecho que terceras personas pudiesen demostrar.

Regístrese, Comuníquese y Archívese.

CASA/lm

Firmado Digitalmente por:
Servicio Nacional de Propiedad Intelectual - SENAPI
CARLOS ALBERTO SORUCO ARROYO
DIRECTOR DE DERECHO DE AUTOR Y DERECHOS CONEXOS
LA PAZ - BOLIVIA



Firma:



FRQhs5Wr5Qs74H

PARA LA VALIDACIÓN DEL PRESENTE DOCUMENTO INGRESAR A LA PÁGINA WEB www.senapi.gob.bo/verificacion Y COLOCAR CÓDIGO DE VERIFICACIÓN O ESCANEAR CÓDIGO QR.



Oficina Central - La Paz
Av. Montes, N° 515,
entre Esq. Uruguay y
C. Batallón Illimani.
Telfs: 2115700
2119276 - 2119251

Oficina - Santa Cruz
Av. Uruguay, Calle
prolongación Quijarro,
N° 29, Edif. Bicentenario.
Telfs: 3121752 - 72042936

Oficina - Cochabamba
Calle Bolívar, N° 737,
entre 16 de Julio y Antezana.
Telfs.: 4141403 - 72042957

Oficina - El Alto
Av. Juan Pablo II, N° 2560
Edif. Multicentro El Ceibo
Ltda. Piso 2, Of. 5B,
Zona 16 de Julio.
Telfs.: 2141001 - 72043029

Oficina - Chuquisaca
Calle Kilómetro 7, N° 366
casi esq. Urriolagoitia,
Zona Parque Bolívar.
Telf: 72005873

Oficina - Tarija
Av. La Paz, entre
Calles Ciro Trigo y Avaroa
Edif. Santa Clara, N° 243.
Telf.: 72015286

Oficina - Oruro
Calle 6 de Octubre, N° 5837,
entre Ayacucho
y Junín, Galería Central,
Of. 14.
Telf.: 67201288

Oficina - Potosí
Av. Villazón entre calles
Wenceslao Alba y San Alberto,
Edif. AM. Salinas N° 242,
Primer Piso, Of. 17.
Telf.: 72018160

