



UNIVERSIDAD NACIONAL DE JULIACA
FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AMBIENTAL Y
FORESTAL



**“IMPACTO DE LA CALIDAD DE AGUA EN LA POBLACIÓN
DE RANAS DE LA ESPECIE *Telmatobius culeus* EN LA
LAGUNA LAGUNILLAS”**

Bach. Franz William Pari Mamani

**TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO DE
INGENIERO AMBIENTAL Y FORESTAL**

Asesor:

M.Sc. Godofredo Huanca Chambi



Juliaca - 2025



UNIVERSIDAD NACIONAL DE JULIACA
FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AMBIENTAL Y
FORESTAL



**“IMPACTO DE LA CALIDAD DE AGUA EN LA POBLACIÓN
DE RANAS DE LA ESPECIE *Telmatobius culeus* EN LA
LAGUNA LAGUNILLAS”**

Bach. Franz William Pari Mamani

**TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO DE
INGENIERO AMBIENTAL Y FORESTAL**

Asesor:

M.Sc. Godofredo Huanca Chambi



Juliaca - 2025

UNIVERSIDAD NACIONAL DE JULIACA
FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERIA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA
AMBIENTAL Y FORESTAL



“IMPACTO DE LA CALIDAD DE AGUA EN LA POBLACIÓN
DE RANAS DE LA ESPECIE *Telmatobius culeus* EN LA
LAGUNA LAGUNILLAS”

Bach. Franz William Pari Mamani

TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO DE
INGENIERO AMBIENTAL Y FORESTAL

Asesor:

M.Sc. Godofredo Huanca Chambi

Juliaca, 2025

Pari, F. (2023). *Impacto de la calidad de agua en la población de ranas de la especie *Telmatobius culeus* en la laguna Lagunillas*, (Tesis de pregrado).
Universidad Nacional de Juliaca.

AUTOR: Franz William Pari Mamani

TÍTULO: Impacto de la calidad de agua en la población de ranas de la especie *Telmatobius culeus* en la laguna Lagunillas

PUBLICACIÓN: Junio, 2025.

DESCRIPCIÓN: Cantidad de páginas (124 pp.)

NOTA: Tesis de la Escuela Profesional de Ingeniería Ambiental y Forestal-
Universidad Nacional de Juliaca

CÓDIGO: 01-000050-01/P26

NOTA: Incluye bibliografía

ASESOR: M.Sc. Godofredo Huanca Chambi

PALABRAS CLAVE:

Calidad de agua, correlación, densidad poblacional, transecto subacuático, *Telmatobius culeus*.

UNIVERSIDAD NACIONAL DE JULIACA

**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA AMBIENTAL
Y FORESTAL**

**“IMPACTO DE LA CALIDAD DE AGUA EN LA
POBLACIÓN DE RANAS DE LA ESPECIE *Telmatobius
culeus* EN LA LAGUNA LAGUNILLAS”**

**TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO DE INGENIERO EN INGENIERIA
AMBIENTAL Y FORESTAL**

Presentado por:

Franz William Pari Mamani

Sustentada y aprobada ante el siguiente jurado:

M.Sc. Eliana Mullisaca Contreras



PRESIDENTE DE JURADO

M.Sc. Hugo Apaza Aquino



JURADO (Secretario)

2º MIEMBRO

M.Sc. Ebed David Paredes Rodríguez



JURADO (Vocal)

3º MIEMBRO



M.Sc. Godofredo Huanca Chambi

ASESOR DE TESIS

FRANZ WILLIAN PARI MAMAI

IMPACTO DE LA CALIDAD DE AGUA EN LA POBLACION DE RANAS DE LA ESPECIE TELMATOBIUS CULEUS EN LA LAGUNA

 Universidad Nacional de Juliaca

Detalles del documento

Identificador de la entrega
trn:oid::3117:464809623

124 Páginas

Fecha de entrega
5 jun 2025, 12:05 p.m. GMT-5

23.610 Palabras

Fecha de descarga
5 jun 2025, 12:12 p.m. GMT-5

123.684 Caracteres

Nombre de archivo
IMPACTO DE LA CALIDAD DE AGUA EN LA POBLACION DE RANAS DE LA ESPECIE TELMATOBIUS C....pdf

Tamaño de archivo
4.4 MB



RODRIGO HUAYAN CAYAS




12% Overall Similarity

The combined total of all matches, including overlapping sources, for each database.

Filtered from the Report

- Bibliography
- Quoted Text
- Cited Text
- Small Matches (less than 10 words)

Top Sources

- 10%  Internet sources
- 3%  Publications
- 8%  Submitted works (Student Papers)

Integrity Flags

1 Integrity Flag for Review

-  **Replaced Characters**
48 suspect characters on 16 pages
Letters are swapped with similar characters from another alphabet.

Our system's algorithms look deeply at a document for any inconsistencies that would set it apart from a normal submission. If we notice something strange, we flag it for you to review.

A Flag is not necessarily an indicator of a problem. However, we'd recommend you focus your attention there for further review.



GODOFREDO HERRERA CARRERA

DEDICATORIA

Con mucho cariño a mi madre Irma por su apoyo constante en esta etapa de mi vida profesional por haberme enseñado a luchar por mis objetivos y metas, por inculcarme los valores más importantes el respeto, honestidad, perseverancia y responsabilidad.

A mi querido padre Beltrán Francisco por haberme apoyado siempre en mi vida a pesar de las pocas ocasiones de tiempo que compartimos juntos, siempre apoyándome en todo, impulsarme a seguir adelante y motivarme a ser mejor persona cada día, a su amor de padre único e incondicional.

A mis hermanos Leny Yessica y Paul Max por su gran cariño de hermanos y ser los mejores confidentes, consejeros y compañeros de vida.

AGRADECIMIENTO

En primer lugar, a mi casa de estudios la Universidad Nacional de Juliaca-UNAJ y a mi escuela profesional de Ingeniería Ambiental y Forestal por ser mi centro de formación, como también agradecer a las autoridades y docentes de esta prestigiosa casa de estudios; a los distinguidos jurados de tesis, por su contribución con oportunas sugerencias para el mejoramiento del trabajo de investigación.

A los profesionales; Blgo. Dennis Xavier Huisa Balcon, Blgo. Enrique Ramos Rodríguez, Blgo. Jhasenka Kheyserlin Apaza Quispe, por su invaluable apoyo, direccionamiento, transferencia de conocimientos y permanente apoyo.

TABLA DE CONTENIDO

DEDICATORIA.....	iv
AGRADECIMIENTO.....	v
RESUMEN.....	14
ABSTRACT.....	15
INTRODUCCIÓN.....	16
CAPÍTULO I.....	18
PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	18
1.2. Formulación del problema de investigación.....	19
1.2.1. Problema general.....	19
1.2.2. Problema específico.....	19
1.3.1. Objetivo General.....	19
1.4. Hipótesis planteada.....	20
1.4.1. Hipótesis general.....	20
1.4.2. Hipótesis específicas.....	20
1.5.1. Justificación ambiental.....	20
CAPITULO II.....	22
REVISIÓN DE LA LITERATURA.....	22
2.1. Antecedentes de la investigación.....	22
2.1.1. Antecedentes internacionales.....	22
2.1.2. Antecedentes nacionales.....	24
2.1.3. Antecedentes locales.....	25
2.2. Bases teóricas.....	25
2.2.1. Calidad de agua.....	25
2.2.2. Parámetros fisicoquímicos.....	26
2.2.3. Estándar de calidad ambiental del agua.....	26
2.2.4. Categoría cuatro: conservación del medio acuático.....	26

2.2.5. Rana del género <i>Telmatobius</i> sp.....	27
2.2.6. El género <i>Telmatobius</i> sp	28
2.2.7. Posición taxonómica.....	29
2.2.8. Hábitat	29
2.2.11. Impacto en el medio ambiente.....	29
2.2.12. <i>Telmatobius culeus</i> como indicador ambiental	30
2.2.13. Métodos para el estudio de anfibios	30
2.2.14. Parámetros fisicoquímicos que influyen en los <i>Telmatobius culeus</i>	31
CAPITULO III	33
MATERIALES Y MÉTODOS.....	33
3.1. Ámbito de estudio.....	33
3.2. Población	33
3.3. Muestra 33	
3.4. Materiales y equipos.....	35
3.5. Metodología.....	35
3.6. Determinación de la situación actual de los parámetros poblacionales de la especie <i>Telmatobius culeus</i>	38
a. Transectos múltiples en paralelo.....	38
b. Buceo con snorkel.....	39
c. Densidad poblacional de <i>Telmatobius</i> sp mediante el estimador de Hayne	39
d. Método estadístico	39
3.7. Evaluación de los parámetros fisicoquímicas del agua influyentes en la población de <i>Telmatobius culeus</i>	40
a. Reconocimiento y ubicación de punto de muestreo	41
b. Medición de parámetros de campo y registro de información.....	41
c. Etiquetado y rotulado de las muestras de agua	42
4. Diseño estadístico	42
5. Método estadístico	43

5.1. Correlación de rho Spearman	43
5.2. Regresión múltiple.....	44
CAPITULO IV	45
RESULTADOS Y DISCUSIONES	45
4.1. Densidad poblacional época de avenida.....	45
4.2. Densidad poblacional en época de estiaje.....	54
4.3. Parámetros fisicoquímicos de la laguna lagunillas época de avenida	64
4.3.1. pH, época de avenida.....	65
4.3.2. Temperatura, época de avenida	65
4.3.3. Dureza, época de avenida	66
4.3.4. Alcalinidad, época de avenida	66
4.3.5. Oxígeno disuelto, época de avenida	67
4.4. Parámetros fisicoquímicos de la laguna lagunillas época estiaje	75
4.4.1. pH, época de estiaje	76
4.4.2. Temperatura, época de estiaje	76
4.4.3. Dureza, época estiaje	77
4.4.4. Alcalinidad, época de estiaje	77
4.4.5. Oxígeno disuelto, época de estiaje.....	78
4.4.6. Conductividad eléctrica, época de estiaje.....	78
4.4.7. Nitrógeno, época de estiaje.....	79
4.4.8. Fosforo, época de estiaje	79
CAPITULO V	85
CONCLUSIONES.....	85
RECOMENDACIONES	86
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	87
ANEXOS.....	91

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. La rana <i>Telmatobius culeus</i> laguna Lagunillas	28
Figura 2. Distribución espacial de las zonas de estudio	34
Figura 3. Flujograma de actividades generales	37
Figura 4. Transectos múltiples en paralelo	38
Figura 5. Proceso de revisión de los EPPs del buceo con Snorkel en las orillas de la laguna antes de la inmersión.	113
Figura 6. Medición de los 100 metros de cada transecto efectuado por cada zona de estudio.	113
Figura 7. Aplicación de la metodología REV “Relevamiento por encuentro visual” por cada transecto y zona de estudio.	114
Figura 8. <i>Telmatobius culeus</i> encontrados en la zona de estudio E3 mediante el buceo con Snorkel.....	114
Figura 9. <i>Telmatobius culeus</i> encontrados en la zona de estudio E2 mediante el buceo con Snorkel.....	115
Figura 10. <i>Telmatobius culeus</i> encontrados en la zona de estudio E5 mediante el buceo con Snorkel en tipo de sustrato roca.....	115
Figura 11. <i>Telmatobius culeus</i> encontrados en la zona de estudio E2 mediante el buceo con Snorkel en tipo de sustrato roca.....	116
Figura 12. <i>Telmatobius culeus</i> encontrados en la zona de estudio E3 mediante el buceo con Snorkel en tipo de sustrato vegetal.	116
Figura 13. <i>Telmatobius culeus</i> encontrados en la zona de estudio E9 mediante el buceo con Snorkel en tipo de sustrato roca y vegetal.	117
Figura 14. <i>Telmatobius culeus</i> encontrados en la zona de estudio E4 mediante el buceo con Snorkel en tipo de sustrato arena y vegetal.	117

Figura 15. <i>Telmatobius culeus</i> encontrados en la zona de estudio E7 mediante el buceo con Snorkel en tipo de sustrato arena y vegetal.	118
Figura 16. <i>Telmatobius culeus</i> encontrados en la zona de estudio E10 mediante el buceo con Snorkel en tipo de sustrato vegetal.	118
Figura 17. <i>Telmatobius culeus</i> encontrados en la zona de estudio E11 mediante el buceo con Snorkel en tipo de sustrato vegetal y arena.	119
Figura 18. <i>Telmatobius culeus</i> encontrados en la zona de estudio E8 mediante el buceo con Snorkel en tipo de sustrato roca y arena.	119
Figura 19. <i>Telmatobius culeus</i> encontrados en la zona de estudio E6 mediante el buceo con Snorkel en tipo de sustrato vegetal.	120
Figura 20. Medición de pH, temperatura, conductividad eléctrica con el Multiparámetro HI991300 marca HANNA en los puntos donde se encontró la presencia de <i>Telmatobius culeus</i>	120
Figura 21. Toma de muestra de agua con la botella Winkler para fijación de muestras..	121
Figura 22. Medición del oxígeno disuelto mediante la metodología de la Global Water Watch (GWW) basado en Association Health American Public.1992 APHA- AWWA..	121
Figura 23. Medición de la Dureza mediante el método volumétrico procedimiento de la Global Water Watch (GWW) basado enAssociation Health American Public.1992 APHA- AWWA.....	122
Figura 24. Medición de la Dureza mediante el método titulométrico procedimiento de la Global Water Watch (GWW) basado en Association Health American Public.1992 APHA- AWWA.....	122
Figura 25. Toma de muestra de Nitrógeno total y fósforo para su evaluación en el Laboratorio BHIOS.	123
Figura 26. Preservación de las muestras de Nitrógeno total y fósforo para su envío al	

Laboratorio BHIOS. 123

Figura 27. Rotulado, preparación y envío de muestras de Nitrógeno y fósforo para al

Laboratorio BHIOS S.R.L.6 124

ÍNDICE DE ANEXOS

ANEXO 1. Matriz de consistencia.....	91
ANEXO 2. Certificado de calibración de multiparámetro H1991300 HANNA.	92
ANEXO 3. Informe de ensayos de nitrógeno total y fosforo, época de avenida.	93
ANEXO 4. Informe de ensayos de nitrógeno total y fosforo de la época de avenida de las zonas de estudio, fecha y hora de muestreo E1, E2, E3,E4 y E5.	94
ANEXO 5. Informe de ensayos de nitrógeno total y fosforo de la época de avenida de las zonas de estudio, fecha y hora de muestreo E6, E7, E8 y E9.....	95
ANEXO 6. Informe de ensayos de nitrógeno total y fosforo de la época de avenida de las zonas de estudio, fecha y hora de muestreo E10, E11.....	96
ANEXO 7. Informe de ensayos de nitrógeno total y fosforo de la época seca zona E1, fecha y hora de muestreo.....	97
ANEXO 8. Informe de ensayos de nitrógeno total y fosforo de la época seca zona E2, fecha y hora de muestreo.....	98
ANEXO 9. Informe de ensayos de nitrógeno total y fosforo de la época seca zona E3, fecha y hora de muestreo.....	99
ANEXO 10. Informe de ensayos de nitrógeno total y fosforo de la época seca zona E4, fecha y hora de muestreo.....	100
ANEXO 11. Informe de ensayos de nitrógeno total y fosforo de la época seca zona E5, fecha y hora de muestreo.....	101
ANEXO 12. Informe de ensayos de nitrógeno total y fosforo de la época seca zona E6, fecha y hora de muestreo.....	102
ANEXO 13. Informe de ensayos de nitrógeno total y fosforo de la época seca zona E7, fecha y hora de muestreo.....	103
ANEXO 14. Informe de ensayos de nitrógeno total y fosforo de la época seca zona 8, fecha	

y hora de muestreo.....	104
ANEXO 15. Informe de ensayos de nitrógeno total y fosforo de la época seca zona 9, fecha y hora de muestreo.....	105
ANEXO 16. Informe de ensayos de nitrógeno total y fosforo de la época seca zona 10, fecha y hora de muestreo.....	106
ANEXO 17. Informe de ensayos de nitrógeno total y fosforo de la época seca zona 11, fecha y hora de muestreo.....	107
ANEXO 18. Especificaciones técnicas del multiparámetro Hanna HI991300.....	108
ANEXO 19. Procedimiento realizado para la lectura de pH con el Multiparámetro portátil HI991300 marca HANNA.....	109
ANEXO 20. Procedimiento realizado para la medición de la temperatura Multiparámetro portátil HI991300 marca HANNA.	109
ANEXO 21. Procedimiento realizado para el analisis de la dureza (Association Health American Public, 1992) APHA.....	110
ANEXO 22. Procedimiento realizado para la medición de la alcalinidad (Association Health American Public, 1992) APHA.....	110
ANEXO 23. Procedimiento realizado para la medición del oxígeno disuelto (Association Health American Public, 1992) APHA.	111
ANEXO 24. Procedimiento realizado para medir la conductiva eléctrica Multiparámetro portátil HI991300 marca HANNA	112
ANEXO 25. Fotografías de la determinación de la situación actual de los parámetros poblacionales: tamaño y densidad poblacional.	113
ANEXO 26. Fotografías de la evaluación de los parámetros fisicoquímicos del agua en la laguna Lagunillas.....	120

RESUMEN

La rana *Telmatobius culeus* es una especie endémica de la región altiplánica, la cual se ha categorizado en peligro crítico debido principalmente a la contaminación del agua en el cual habita, la presente investigación se planteó como objetivo evaluar el impacto de la calidad de agua en la población de ranas *Telmatobius culeus* en la laguna Lagunillas. Para lo cual se evaluaron once zonas y dos épocas de estudio dentro de la laguna, se determinó el tamaño y densidad poblacional mediante transectos sub acuáticos, buceo con snorkel y relevamiento por encuentro visual, determinando mayor densidad poblacional de ranas en las zonas E2, E5, E9 y E11; en cambio en las zonas E1 y E4 una menor densidad, esto en ambas épocas de estudio (avenida y estiaje). Así mismo se determinó las características de los parámetros fisicoquímicos (pH, temperatura, oxígeno disuelto, conductividad eléctrica, alcalinidad, dureza, nitrógeno y fosforo) encontrando que los parámetros que tienen mayor correlación con la densidad poblacional son oxígeno disuelto OD y la alcalinidad con un 91.6.9% en la época de avenida y en la época de estiaje solo el oxígeno disuelto OD con un 70.8%, así mismo se determinó que el pH adecuado de las ranas es superior a 8.5. Por otra parte, se encontró valores altos de nitrógeno en promedio 50 mg/L y fosforo de 0.01 mg/L hasta los 0.16 mg/L. Lo cual indica que la laguna Lagunillas está en un proceso de eutrofización lo que conllevara a la pérdida del ecosistema en el tiempo.

Palabras Clave: Calidad de agua, densidad poblacional, transecto subacuático, *Telmatobius culeus* y parámetros fisicoquímicos.

ABSTRACT

The *Telmatobius culeus* frog is an endemic species of the highland region that has been categorized as critically endangered, primarily due to water pollution in its habitat. The present research aimed to evaluate the impact of water quality on the population of *Telmatobius culeus* frogs in lagoon Lagunillas. To achieve this, eleven zones and two study periods within the lagoon were evaluated, determining population size and density through underwater transects, snorkeling, and visual encounter surveys. The highest population densities of frogs were found in zones E2, E5, E9, and E11, while lower densities were observed in zones E1 and E4, during both study periods (flood season and dry season). Additionally, the main physicochemical parameters (pH, temperature, dissolved oxygen, electrical conductivity, alkalinity, hardness, nitrogen, and phosphorus) were determined. It was found that the parameters with the highest correlation to population density were dissolved oxygen (DO) and alkalinity, with a correlation of 91.6% during the flood season; in the dry season, only dissolved oxygen (DO) showed a correlation of 70.8%. Furthermore, it was determined that the suitable pH for the frogs is above 8.5. On the other hand, high nitrogen values were found averaging 50 mg/L, and phosphorus levels ranged from 0.01 mg/L to 0.16 mg/L. This indicates that lagoon Lagunillas is undergoing a process of eutrophication, which will lead to the loss of the ecosystem over time.

Keywords: Water quality, population density, underwater transect, *Telmatobius culeus* and physicochemical parameter.

INTRODUCCIÓN

Las ranas del *Telmatobius* se encuentran distribuidas desde el norte de los Andes ecuatorianos hasta el sur de los andes argentinos y chilenos en un total de 63 especies, gran parte de ellos son acuáticos y habitan en arroyos, lagos entre los 1000 a 5200 m.s.n.m (Andrade et al. 2017), en el Perú se han reportado 27 especies en una amplia variedad de hábitats que incluyen los valles secos de la vertiente de los andes del Pacífico, los bosques secos alto andinos y los bosques húmedos de la vertiente amazónica (Telma, 2017).

La rana *Telmatobius culeus* es una especie endémica del altiplano peruano-boliviano de distribución restringida en el Lago Titicaca y lagunas adyacentes. En Bolivia se encuentra únicamente en el Lago Titicaca a diferencia de Perú que también se encuentra en las lagunas de Saracocha, Umayo, Chajchora, Arapa y río Ilave (Flores, 2013).

Actualmente la especie está categorizada en el “Apéndice I” por la CITES y en “Peligro Crítico” por la Unión Mundial para la Conservación de la Naturaleza (UICN). En el Perú es considerada en amenazada de acuerdo al DS N°004-2014-MINAGRI, debido a que enfrenta diversas amenazas como la contaminación de su hábitat principalmente por la alteración de los parámetros fisicoquímicos del agua (Ramos et al.2019).

Con la información recopilada se podrá determinar la calidad de agua que se tiene actualmente en la laguna Lagunillas en el cual el interés primordial es mantener las concentraciones de parámetros fisicoquímicos dentro de los estándares de calidad agua ECA, de esta forma garantizar la supervivencia y desarrollo de los individuos en los ecosistemas acuáticos en la laguna Lagunillas y otros lagos (Ramos et al.2019).

Por lo tanto, el presente estudio tiene como objetivo general evaluar el impacto de la calidad de agua en la población de ranas de la especie *Telmatobius culeus* en la laguna Lagunillas y objetivos específicos de determinar la situación actual de los parámetros poblacionales: tamaño y la densidad poblacional de ranas *Telmatobius culeus* y evaluar los parámetros fisicoquímicos

del agua influyentes en la población de *Telmatobius culeus*. El informe final de esta investigación se ha estructurado de la siguiente forma:

El capítulo I describe el planteamiento del problema, objetivos de la investigación y la justificación.

El capítulo II define de los antecedentes y el marco teórico de las variables de densidad poblacional y los parámetros fisicoquímicos del agua.

El capítulo III explica la metodología sobre ejecución de la investigación, el uso de materiales y equipos, así como la descripción de cómo se llevó el estudio.

El capítulo IV describe y discute los resultados, así como la comparación con otros estudios de investigación sobre el impacto de la calidad de agua en la población de ranas *Telmatobius culeus*.

El capítulo V se presenta las conclusiones y recomendaciones de la investigación.

CAPÍTULO I

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

1.1.Descripción del problema de investigación

En los últimos años se aprecia la gran disminución en todas las poblaciones de anfibios alrededor del mundo. De acuerdo a la lista roja de la IUCN (International Unión for Conservation of Nature) el 30% de los anfibios están en peligro, su extinción se asocia principalmente a la contaminación del agua (Andrade et al. 2017). De acuerdo a Mantilla (2018) la calidad del agua es un factor fundamental para la conservación de los ecosistemas acuáticos y la salud de las especies que dependen de estos hábitats. Sin embargo, el incremento de actividades humanas, como la agricultura intensiva, la acuicultura, el vertido de residuos industriales y urbanos ha provocado la contaminación de los recursos hídricos (Aguilar & Valencia, 2019).

En la actualidad en el Perú se tiene la especie *Telmatobius culeus* la cual se encuentra categorizada en peligro de acuerdo al Decreto Supremo N° 004-2014-MINAGRI (Angulo, 2008), esto debido a la contaminación de su hábitat y la alteración de los parámetros fisicoquímicos como el oxígeno disuelto, pH, alcalinidad y dureza (Mantilla, 2018), así mismo Loza & Mendoza (2017) afirma que “el factor principal de extinción de *Telmatobius culeus* son los cambios de la calidad del agua en los parámetros fisicoquímicos de fosforo y nitrógeno”.

En referencia a la región altiplánica presenta un alto grado de contaminación de los cuerpos de agua debido a la alteración de los parámetros fisicoquímicos primordialmente en el pH y el oxígeno disuelto, esto debido a causas antropogénicas y naturales, este mismo conlleva a la muerte de la especie *Telmatobius culeus* debido a su alta sensibilidad a los cambios leves en las características fisicoquímicas, en este contexto es necesario evaluar el impacto de la calidad de agua en la laguna Lagunillas sobre la población de ranas y determinar los parámetros

fisicoquímicos que están influenciando de manera directa sobre el tamaño y densidad población del *Telmatobius culeus*.

Según Ramos et al. (2019), durante los últimos dos años miles de ranas han muerto conllevando que en la primera década de este siglo la especie se reduzca en un 40 % y los expertos coinciden que la mayor amenaza para la especie es la contaminación de su hábitat (Telma, 2017), así mismo en la actualidad no se tienen registros de estudios de la rana *Telmatobius culeus* con relación a la calidad del agua y población en la laguna Lagunillas.

1.2. Formulación del problema de investigación

1.2.1. Problema general

¿Cuál es el impacto de la calidad del agua de la laguna Lagunillas en la población de ranas de la especie *Telmatobius culeus*?

1.2.2. Problema específico

- ¿Cuál es la situación actual de los parámetros poblacionales: tamaño y la densidad poblacional de ranas de la especie *Telmatobius culeus* en la laguna Lagunillas?
- ¿Cuáles son los parámetros fisicoquímicos del agua de la laguna Lagunillas influyentes en la población de *Telmatobius culeus*?

1.3. Objetivos de la investigación

1.3.1. Objetivo General

- Evaluar el impacto de la calidad de agua de la laguna Lagunillas en la población de ranas de la especie *Telmatobius culeus*.

1.3.2. Objetivos específicos

- Determinar la situación actual de los parámetros poblacionales: tamaño y la densidad poblacional de ranas de la especie *Telmatobius culeus* en la laguna Lagunillas.

- Evaluar los parámetros fisicoquímicos del agua de la laguna Lagunillas influyentes en la población de *Telmatobius culeus*.

1.4. Hipótesis planteada

1.4.1. Hipótesis general

H₀. La calidad del agua tiene impacto negativo en la población de ranas de la especie *Telmatobius culeus* en la laguna Lagunillas.

1.4.2. Hipótesis específicas

H₁. La situación actual de los parámetros poblacionales de la especie *Telmatobius culeus* son un alto tamaño poblacional y una constante densidad poblacional en la laguna Lagunillas.

H₂. Los parámetros fisicoquímicos influyentes en la población de *Telmatobius culeus* son el pH, temperatura, oxígeno disuelto, dureza, alcalinidad, conductividad eléctrica, dióxido de carbono, fósforo y nitrógeno total.

1.5. Justificación de la investigación

1.5.1. Justificación ambiental

Con la información recopilada se puede proponer una guía que servirán como herramienta de monitoreo para evaluar la población de ranas a largo del tiempo en laguna Lagunillas y otros lagos, así mismo servirá como modelo para el control de hábitats naturales y artificiales de anfibios, donde el interés primordial es mantener las concentraciones de parámetros fisicoquímicos dentro de los estándares de calidad agua, garantizando su supervivencia y desarrollo de los individuos en los ecosistemas acuáticos (Ramos et al.2019).

El uso de ranas como bioindicadores ofrece una forma sostenible y económica de monitorear la calidad del agua en tiempo real, proporcionando información crucial sobre los efectos de la contaminación y el estado de los ecosistemas, entender su respuesta a la contaminación por ende ayudar en implementar medidas preventivas y de remediación en ecosistemas vulnerables,

promoviendo la conservación de la biodiversidad y la gestión sostenible del agua para beneficio de las comunidades humanas y la naturaleza (Barrón, 2017).

La información adquirida constituye un aporte importante en mostrar los cambios que la especie ha desarrollado a las nuevas circunstancias en su ecosistema como también incorporar y profundizar nuevas teorías sobre la poblacional de ranas a lo largo de toda la región altiplánica (Telma, 2017).

1.5.2. Justificación social

Esta investigación se realizó debido a la necesidad de mejorar el enfoque social de la conservación de la cultura andina debido a que las ranas están íntimamente ligadas a esta, ya que influye directa mente en sus tradiciones, medicina natural y son consideradas como elemento importante que les permite vivir en armonía con la naturaleza (Benavides & Ortiz, 2017).

1.5.3. Justificación económica

Desde una perspectiva económica las ranas *Telmatobius culeus* representan un atractivo turístico nacional e internacional, la investigación proporcionara ver la distribución geográfica de *Telmatobius culeus* a lo largo de la laguna e incrementar la economía local mediante las visitas turísticas (Heyer et al. 2016), teniendo como principal beneficiario a la comunidad de Lagunillas, comunidades adyacentes y también el departamento de Puno.

CAPITULO II

REVISIÓN DE LA LITERATURA

2.1. Antecedentes de la investigación

2.1.1. Antecedentes internacionales

León (2018) en su investigación de la calidad de agua de las pozas artificiales para recuperar la rana *Gastroteca sp.* obtuvo que para el pH se tiene un promedio general de 7.87 con un valor máximo de 8.09 y un mínimo de 7.52 en cuanto a la temperatura el promedio fue 16.07°C con un rango que varía entre 13.8°C y 20.9°C, la variable oxígeno disuelto se encuentra en promedio de 3.11mg/L con un amplio rango que varía entre 0.96mg/L y 5.3mg/L, para la variable de conductividad eléctrica se tiene un valor promedio de 266.26uS/cm con valores máximos y mínimos de 186.9 uS/cm y 378 uS/cm, en el caso de los nitritos y nitratos se obtuvieron valores que a medida que avanzan las campañas de muestreo van aumentando, para los nitratos se tiene un promedio de 0.68mg/L y con un rango que varía entre 0.28mg/L y 0.85mg/L, para los nitritos se observó que había un promedio de 0.0051mg/L y con valores máximos y mínimos de 0.00mg/L y 0.105mg/L respectivamente.

Muñoz y Callapa (2018) determinó que las ranas en su etapa de adultos están presentes en profundidades de 1.5 y 3 m: con una mayor densidad de ranas a 1.5 m con una densidad de 0.28 individuos/m²; a 2 m con una densidad de 0.23 individuos/m²; a 2.5 m con una densidad de 0.17 individuos/m²; y 3 m con una densidad de 12 individuos/m², así mismo también encontró que las crías y ovas están a profundidades de 1.5 m y 3 m.

Rebolledo (2017) realizó la captura de 164 individuos adultos en dos épocas distintas de muestreo, mediante la metodología de transectos, encontrando 48 individuos en la época húmeda y 116 en época de estiaje, determinando una variación no significativamente de ($F=2.46$, $P=0.123$). En cuanto a la variación de las densidades entre las dos épocas de muestreo subió de 0.1 individuos m² en la época húmeda a 0.4 individuos/m² en la época de estiaje.

Génova (2011) en su investigación realizó el estudio de las ranas, utilizando la metodología de transectos subacuáticos, en cual determinó que una mayoría porcentual de ranas (93%) prefieren un pH entre 8 y 8.5, para las concentraciones de CO₂ la mayoría ranas (69%) se encontró en niveles entre 0.4 y 0.7 mg/L. así mismo encontró variaciones de dureza general y de carbono. La mayoría de las ranas un (53%) están entre una alcalinidad de (214 y 232 mg/L de CaCO₃) y en concentraciones de dureza encontró un (71%) entre (71 y 89 mg/L). Así mismo detalla que la introducción de trucha arcoíris en el lago no es un factor determinante en la población de la rana.

Flores (2013) determinó la preferencia de habitat y densidad poblacional de *Telmatobius culeus* en Lago Titicaca lado boliviano mediante la observación directa de la especie por inmersiones subacuáticas realizando el conteo de la especie en transectos de 30 m, encontrando los siguientes resultados que en 110 transectos de inmersión de los cuales 58 se realizaron en el lago menor obteniendo una densidad de 114 individuos/ha con una desviación estándar de 1.84. En el lago mayor se hicieron 52 transectos del cual obtuvo una densidad de 205 individuos/ha con una desviación estándar de 3.81. Obteniendo como densidad promedio total de 1.65 ± 3.07 individuos por 100 m², en el Lago Titicaca lado boliviano.

Callapa (2017) Determino el estado poblacional de *Telmatobius culeus* en tres localidades del lado boliviano del Lago Titicaca, determinando que los factores que influyen en las poblaciones de *Telmatobius culeus* son la calidad de agua, infección por *Batrachochytrium dendrobatidis* y el parasitismo. Los parámetros de calidad de agua que influyen en las densidades de *Telmatobius culeus* son la alcalinidad, amoniaco y dureza del agua, los valores encontrados de dureza del agua fueron por encima de 150 mg/L CaCO₃ y *Telmatobius culeus* mostro adaptaciones particulares, ya que a mayor dureza del agua se evidencio una mayor densidad en sus poblaciones. Respecto a la infección por *Batrachochytrium dendrobatidis* y parasitismo no existió un efecto directo en la población.

Barrón (2017) en su estudio caracterizó y comparó la población de *Telmatobius hintoni* en dos áreas en la ciudad de Cochabamba. Los muestreos lo realizó en la época de lluvia mediante transectos nocturnos de inspección por encuentro visual (IEV). Así mismo colectó variables de calidad de agua y estimó la densidad poblacional, la estructura poblacional y el uso de microhábitat en dos arroyos. Determinando que las variables que caracterizaron el hábitat de *Telmatobius hintoni* son la dureza, alcalinidad, carbonatos y el oxígeno disuelto (%) en los dos arroyos muestreados. Sin embargo, observó que a niveles altos de contaminación por amonio, amoniaco y fosfatos no parecen estar afectando al tamaño de la población, ya que no se encontraron diferencias significativas en la poblacional de ambas zonas de estudio.

2.1.2. Antecedentes nacionales

Del Carpio y Quispe (2017) en su investigación aplicaron el método de transectos por transectos y cuadrantes evaluados a pie y buceo con snorkel, para determinar la masa poblacional utilizó el método Hayne, se realizó encuestas a la población para obtener mayor información. Resultando la presencia de *Telmatobius Macrostomus* con un valor de 10.76% . se concluye el lugar donde más se encuentra es en las lagunas. La población de las ranas varía en 0.65 hasta 3.01 individuo/ha.

Quispe y Cumpa (2016) efectuaron el estudio de ranas del género *Telmatobius* en el departamento de Cusco en seis zonas específicamente, durante dos temporadas: época de estiaje y época de avenida, registrando un total de 60 especímenes los cuales 8 fueron encontrados en el sector Cabendera, 10 en el sector Quescamayo, 17 en el sector Huancacerca, 15 en Pararane y 10 en Sereria.

Angulo (2008) indica que las ranas andinas de los géneros *Batrachophrynus* y *Telmatobius* han sufrido de una severa disminución en su población en gran parte de su rango geográfico debido a varios factores como por ejemplo la contaminación, la degradación y destrucción su hábitat, el cambio climático, las enfermedades y la recolección de estas especies.

2.1.3. Antecedentes locales

Ramos et al. (2019) evaluaron la abundancia relativa de *Telmatobius culeus* en la zona litoral del Lago Titicaca, realizando un total de 38 transectos durante la época de estiaje registrando un total de 48 individuos dentro de 13 zonas de estudio. Encontrando la presencia de ranas en seis zonas de estudio y la mayor cantidad en la zona de Perka norte con un registro total de 45 individuos en 17 transectos con una abundancia de 10.33 individuos/hora/02personas a una profundidad de 1.5m, en cuanto a la evaluación de los parámetros fisicoquímicos evidencio que al pH en rango de 6.5-8.5, la dureza de mayor a 100 mg/L, la alcalinidad en un rango de 70-135 mg/L y el oxígeno disuelto entre 4.4 a 8 mg/L.

Mantilla (2018) en su investigación determino que en los meses de abril y octubre en las orillas de Chucuito y el lago mayor se tuvo temperaturas entre 12.50 °C y 13.50°C, el pH se encontró entre los 8.30 y 8.90, el oxígeno disuelto se encontró entre los 6.40 mg/L y 8.50 mg/L, la dureza total entre los 278 mg/L y 335 mg/L y la alcalinidad entre 121 mg/L y 131 mg/L.

Benavides y Ortiz (2002), realizaron el estudio de “Límites de especies entre el *Telmatobius culeus* (*anura: leptodactylidae*) del Lago Titicaca cuenca: alozima y evidencia morfológica”, en este estudio de tomo muestras de las cuatro subespecies reconocidas de *Telmatobius albiventris* del Lago Titicaca y otras especies (*Telmatobius crawfordi*, *Telmatobius culeus* y *Telmatobius marmoratus*) dentro del lago y la mayor cuenca del Titicaca.

2.2. Bases teóricas

2.2.1. Calidad de agua

La calidad de agua se refiere a las características químicas, físicas y biológicas del agua, en relación con los estándares necesarios para mantener la salud humana y del ecosistema los LMP y ECA. Estos estándares pueden variar dependiendo del uso previsto del agua, como el consumo humano, la recreación, la agricultura, la industria y la protección del medio ambiente, los datos valores del agua deben estar en los rangos ya establecidos por la normativa

peruana(Casilla, 2018).

2.2.2. Parámetros fisicoquímicos

Los parámetros fisicoquímicos del agua son características medibles que permiten evaluar su calidad y determinar su adecuación para diferentes usos, de prioridad para la diversidad y crecimiento de la vida acuática son el: oxígeno disuelto (O_2), turbidez (UNT), potencial de hidrogeniones (pH), concentración de nitrato (NO_3), concentración de fósforo total (P total), conductividad eléctrica (CE) y temperatura (T) de acuerdo a las experiencias de Pérez y Rodríguez (2008). Así mismo la dureza ($CaCO_3$), alcalinidad ($CaCO_4$), nitrógeno (N), dióxido de carbono(CO_2), nitrato (NO_3), amoníaco (NH_3), son parámetros que causan sensibilidad en los anfibios en altas concentraciones y estos depende su desempeño en el agua (Génova, 2011).

2.2.3. Estándar de calidad ambiental del agua

Los estándares de calidad ambiental son normas establecidas por el gobierno peruano de acuerdo al D.S. 004-2017-MINAM, con el objetivo de estandarizar las concentraciones de sustancias presentes en el agua, los cuales se clasifican en cuatro categorías: 1 población y recreacional, 2 actividades marino costeras, 3 riego de vegetales y bebida de animales, 4 conservación del ambiente acuático (Vásquez et al. 2016).

2.2.4. Categoría cuatro: conservación del medio acuático

Se refiere a los estándares y directrices establecidos para proteger y preservar los ecosistemas acuáticos y la vida que depende de ellos. Esta categoría generalmente se enfoca en mantener la calidad del agua y los hábitats acuáticos de manera que se asegure la salud y la biodiversidad de estos ecosistemas. En la tabla 1 se detallan los principales aspectos relacionados con esta categoría con relación a los parámetros fisicoquímicos.

Tabla 1

Categoría 4: Conservación del ambiente acuático.

Parámetros	Unidades de medida	E1: Lagunas y lagos
Fisicoquímicos		
Aceites y Grasas (MEH)	mg/L	5.0
Cianuro libre	mg/L	0.0052
Color	Color verdadero	20 (a)
	Escala Pt/Co	
Clorofila A	mg/L	0.008
Conductividad eléctrica	μS/cm	1000
Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO)	mg/L	5
Fenoles	mg/L	2.56
Fósforo total	mg/L	0.035
Nitratos (NO ₃)	mg/L	13
Amoníaco Total	mg/L	(1)
Nitrógeno Total	mg/L	0.315
Oxígeno Disuelto (valor mínimo)	mg/L	≥ 5
Potencial de Hidrógeno	mg/L	6.5 a 9.0
Sólidos Suspendidos Totales	mg/L	≤ 25
Sulfuros	mg/L	0.002
Temperatura	°C	Δ 3

Fuente: (Peruano, 2017)

2.2.5. Rana del género *Telmatobius* sp

El género *Telmatobius* se reconoció en 1834 por Arend Friedrich, August Wiegmann, como una especie del Perú, *Telmatobius peruvianus*. Las ranas del género *Telmatobius* en su mayoría corresponden a ranas semiacuáticas sudamericanas que habitan en ambientes acuáticos de los páramos y subpáramos andinos, ocupan un amplio rango altitudinal (1300-5000 m.s.n.m) y constituyen un grupo diverso y taxonómicamente problemático dentro de los *Telmatobiinidos* (De la Riva et al. 2010).

2.2.6. El género *Telmatobius sp*

Los *Telmatobius sp* son anfibios que se encuentran en las zonas andinas del Perú, pertenecen a una masa que existió hace mucho tiempo, provienen de descendencias evolutivas y cada una de ellas presenta numerosas variaciones (Aguilar & Niels, 2009)

Todas las formas en la región del Titicaca se agrupan alrededor de *Telmatobius marmoratus* y a su vez se divide en dos ramas principales: *Telmatobius marmoratus* que viven en los pantanos, riachuelos o bordes de lagos y *Telmatobius culeus* que se reagrupa en formas puramente acuáticas de vida lacustre (Benavides & Ortiz, 2017).

Los *Telmatobius sp* que habitan en la zona lacustre se establecen por poblaciones propias a las diferentes de la bahía del Titicaca, que habitan en los totorales o sobre fondos herbosos de dos a tres metros. Presentan en común una talla media, la cabeza más estrecha que el cuerpo. En la bahía de Puno alberga una forma media (machos 40-60 mm; hembras 50-65 mm) de color dorsal gris plomo muy oscuro y el vientre es gris claro (Ramos et al. 2019).



Figura 1. La rana *Telmatobius culeus* laguna Lagunillas
Fuente: Elaboración propia.

2.2.7. Posición taxonómica

Según Mantilla (2018) se clasifica a la rana *Telmatobius culeus* de la siguiente manera:

Tabla 2

Posición taxonómica de Telmatobius culeus.

Taxonomía	
Phyllum	: Chordata
Sub-phyllum	: Vertebrata
Clase	: Amphibia
Subclase	: Apsidospondyli
Superorden	: Salientia
Orden	: Anura
Familia	: Telmatobiidae
Género	: <i>Telmatobius sp</i>
Especie	: <i>Telmatobius culeus</i>

Fuente: Mantilla (2018).

2.2.8. Hábitat

El hábitat de preferencia de *Telmatobius culeus* son lugares con poblaciones de macrófitos, poblaciones con macro invertidos, totora y algas (Pérez, 2005). Según el MINAGRI (2004) afirma que la rana *Telmatobius culeus* vive en el “Lago Titicaca”, pasa mayormente dentro del lago y de vez en cuando sube a la superficie a tomar sol.

Aguilar & Niels, (2009) afirman que en toda la cuenca del Titicaca se encuentra la rana *Telmatobius culeus* y que es una especie de gran tamaño y con adaptaciones exclusivamente acuáticas como en lagos y lagunas.

2.2.11. Impacto en el medio ambiente

El impacto en el medio ambiente se refiere a los efectos negativos que las actividades humanas, naturales o de otro tipo tienen sobre el medio ambiente. Este impacto puede manifestarse de diversas maneras como la contaminación del aire, agua, suelo, pérdida de biodiversidad, cambio climático, destrucción de hábitats naturales y entre otros (Reátegui, 2016).

Las actividades humanas como la industrialización, la agricultura intensiva, la urbanización y

el uso de recursos naturales como la minería y la tala de bosques, suelen ser las principales causas de impacto ambiental. Estos impactos pueden ser locales, afectando áreas específicas o globales afectando al medio ambiente a escala mundial (Angulo, 2008).

2.2.12. *Telmatobius culeus* como indicador ambiental

La especie *Telmatobius culeus* es un indicador ambiental significativo debido a su sensibilidad a las condiciones del ecosistema en el que habita, así mismo es muy dependiente de la calidad del agua para sobrevivir ya que realiza gran parte de su intercambio gaseoso a través de la piel, los parámetros como la temperatura, pH y la concentración de oxígeno disuelto que afectan directamente a su supervivencia y reproducción y los metales pesados, residuos agrícolas o aguas residuales que afecta directamente a su salud y la disminución de sus poblaciones (Mantilla et al. 2023).

Su estado poblacional y adaptaciones fisiológicas ofrecen información valiosa sobre las condiciones ambientales y los impactos de la contaminación como también el cambio climático en su ecosistema, debido a sus características ecológicas y su sensibilidad a los cambios ambientales esta especie puede ser utilizada como un indicador ambiental (Ramos L. , 2020).

2.2.13. Métodos para el estudio de anfibios

Existen varios métodos para el estudio de anfibios, dentro los cuales los más resaltantes se muestran en la tabla 3.

Tabla 3*Comparación de métodos empleados para estimar atributos poblacionales de anfibios.*

Método de evaluación	Información obtener	Inversión de tiempo	Costo	Requerimiento de personal
Colecta oportunist	Abundancia relativa, riqueza de especies	Bajo	Bajo	Bajo a medio
Encuentro visual	Abundancia relativa, riqueza de especies	Bajo	Bajo	Bajo
Colecta de tiempo limitado	Abundancia relativa, riqueza de especies	Medio	Bajo	Medio
Transectos	Abundancia relativa, riqueza de especies, densidad	Medio a alto	Bajo	Bajo a medio
Cuadrantes	Abundancia relativa, riqueza de especies, densidad	Alto	Bajo a medio	Medio a alto

Fuente: Aguirre (2009).**2.2.14. Parámetros fisicoquímicos que influyen en los *Telmatobius culeus*.**

Los parámetros fisicoquímicos que influyen en la supervivencia y crecimiento de *Telmatobius culeus* son:

a. Temperatura del Agua:

La temperatura ideal del agua para esta especie suele estar entre 10 y 15 °C. Los cambios drásticos de temperatura pueden afectar negativamente en su metabolismo, reproducción y comportamiento. Las temperaturas más cálidas pueden favorecer la proliferación de patógenos y parásitos los cuales son perjudiciales para la especie (Telma, 2017).

b. Oxígeno Disuelto (OD):

El oxígeno disuelto del agua es fundamental para que la especie pueda vivir, especialmente porque carece de pulmones bien desarrollados y realiza la respiración principalmente a través de la piel, a niveles bajos de oxígeno disuelto pueden llevar al estrés fisiológico e incluso a la mortalidad. El nivel óptimo de oxígeno disuelto debe estar por encima de 5 mg/L (Mantilla, 2018).

c. pH del Agua:

El pH del agua afecta la disponibilidad de nutrientes y la toxicidad de ciertas sustancias en el ambiente acuático, el rango óptimo de pH para el *Telmatobius culeus* es de 6.5 a 8.5. Con pH demasiado bajo (ácido) o demasiado alto (básico) puede ser perjudicial para la piel y el sistema respiratorio de la rana (Callapa, 2017).

d. Nutrientes (Nitrógeno y Fosforo):

En pequeñas cantidades los nutrientes como nitratos y fosfatos son esenciales para el ecosistema y en exceso puede causar la eutrofización, el exceso de nutrientes puede llevar a la proliferación de algas y una disminución del oxígeno disuelto, lo que podría afectar negativamente a la especie (Vásquez et al. 2015).

e. Contaminantes Químicos:

La presencia de metales pesados (como mercurio y plomo), pesticidas, y otros contaminantes químicos en el agua puede tener efectos tóxicos en la fauna acuática, la contaminación química puede provocar malformaciones, reducir la capacidad reproductiva y aumentar la mortalidad en *Telmatobius culeus* (Flores, 2013).

f. Dureza del Agua:

La dureza del agua, determinada principalmente por la concentración de iones de calcio y magnesio puede influir en los procesos fisiológicos del *Telmatobius culeus*, aunque la especie puede tolerar rangos de dureza del agua, cambios extremos pueden afectar su capacidad de mantener el equilibrio osmótico y mineral en su cuerpo (Mantilla, 2018).

CAPITULO III

MATERIALES Y MÉTODOS

3.1. **Ámbito de estudio**

El área de estudio de la presente investigación está ubicada en la laguna Lagunillas; ubicado en el departamento de Puno, a una altura de 4174 m.s.n.m. Sus dimensiones son de 18.6 kilómetros de largo por 5.8 kilómetros de ancho máximo y una superficie de 66 kilómetros cuadrados (km²) con una profundidad máxima de 47.6 metros (Autoridad Nacional del Agua 2016).

- Departamento: Puno
- Provincia: Lampa
- Distrito: Santa Lucia

3.2. **Población**

La población que se considero es la zona litoral de la laguna lagunillas, debido a que este anfibio habita en las riberas de la laguna.

3.3. **Muestra**

El tamaño de la muestra elegido fue de once zonas de estudio, seleccionados mediante el muestreo no probabilístico con el *software* ArcMap 10.3, se muestran en la figura 2, tomando en considerando las zonas de mayor accesibilidad y cercanos a orillas de la laguna de acuerdo a Flores (2013) y Muñoz et al. (2018) así mismo se trató de cubrir la mayor parte de la zona litoral de la laguna de acuerdo a las experiencias de Loza y Mendoza (2017). Las que se muestran en la tabla N°4.

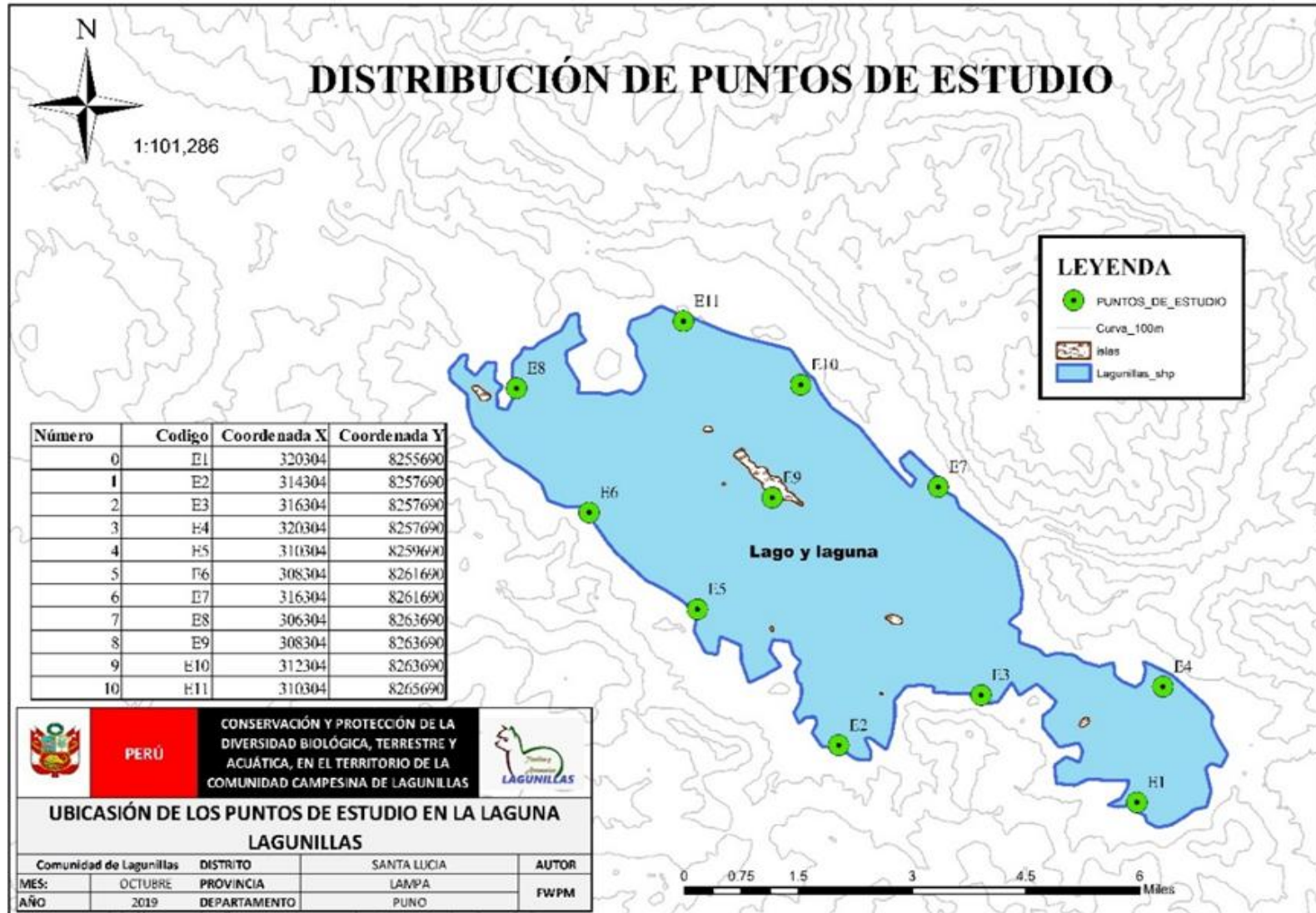


Figura 2. Distribución espacial de las zonas de estudio

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 4

Ubicación de las 11 zonas de estudio en la laguna Lagunillas en proyecciones UTM.

Número	Código	Coordenada X	Coordenada Y
1	E1	320304	8255690
2	E2	314304	8257690
3	E3	316304	8257690
4	E4	320304	8257690
5	E5	310304	8259690
6	E6	308304	8261690
7	E7	316304	8261690
8	E8	306304	8263690
9	E9	308304	8263690
10	E10	312304	8263690
11	E11	310304	8265690

Fuente: Elaboración en el programa ArcMap 10.3 mediante el muestreo no probabilístico (Flores, 2013).

3.4. Materiales y equipos

Protección personal (botas, chalecos salvavidas), 2 snorkel, 2 pares de guantes de agua fría 5mm, 2 capuchas de 7mm, 2 mascararas, 2 pares de aletas, 2 pares de botas de 5 mm, 2 trajes de neopreno de 7 mm, 2 cabos, carreta, soga drill, cooler, ácido sulfúrico, GPS (Garmin Map 64S), Cámara fotográfica normal Samsung Digimax A50, Cámara fotográfica acuática GoPro Hero 7 Black, laboratorio portátil de Alabama Quality Monitoring de la marca LaMotte©, Multiparámetro portátil HI 991300 marca HANNA.

3.5. Metodología

Dado que el objetivo de la investigación fue evaluar el impacto de la calidad del agua de la laguna Lagunillas en la población de ranas de la especie *Telmatobius culeus*, se aplicó la investigación cuantitativa debido a que se centró en la recopilación y análisis de datos numéricos de las variables de estudio y con un enfoque correlacional para determinar si existe una relación o asociación entre dos o más variables y cuantificar la fuerza y dirección de dicha relación.

Se realizó dos campañas de estudio, época de avenida y estiaje (Rebolledo, 2017). Por cada época se evaluó once zonas de estudio, las variables que se consideraron son los parámetros poblacionales y las características fisicoquímicas del agua (Muñoz et al. 2018). Se realizaron transectos de 100 metros desde la orilla del lago hacia su interior, en un total 88 transectos, se realizó el desplazamiento lento y constante sobre cada transecto, mediante el buceo con snorkel. Se realizó el avistando de profundidades desde cero a tres metros esto por la limitación del método de buceo con Snorkel, se aplicó la técnica del REV, así mismo se hizo el registro de la cantidad total de ranas avistadas durante cada transecto, así como el análisis de cada parámetro físico químico in situ y el recojo de muestras de nitrógeno y fosforo para su análisis en el laboratorio BHIOS Laboratorios S.R.L.

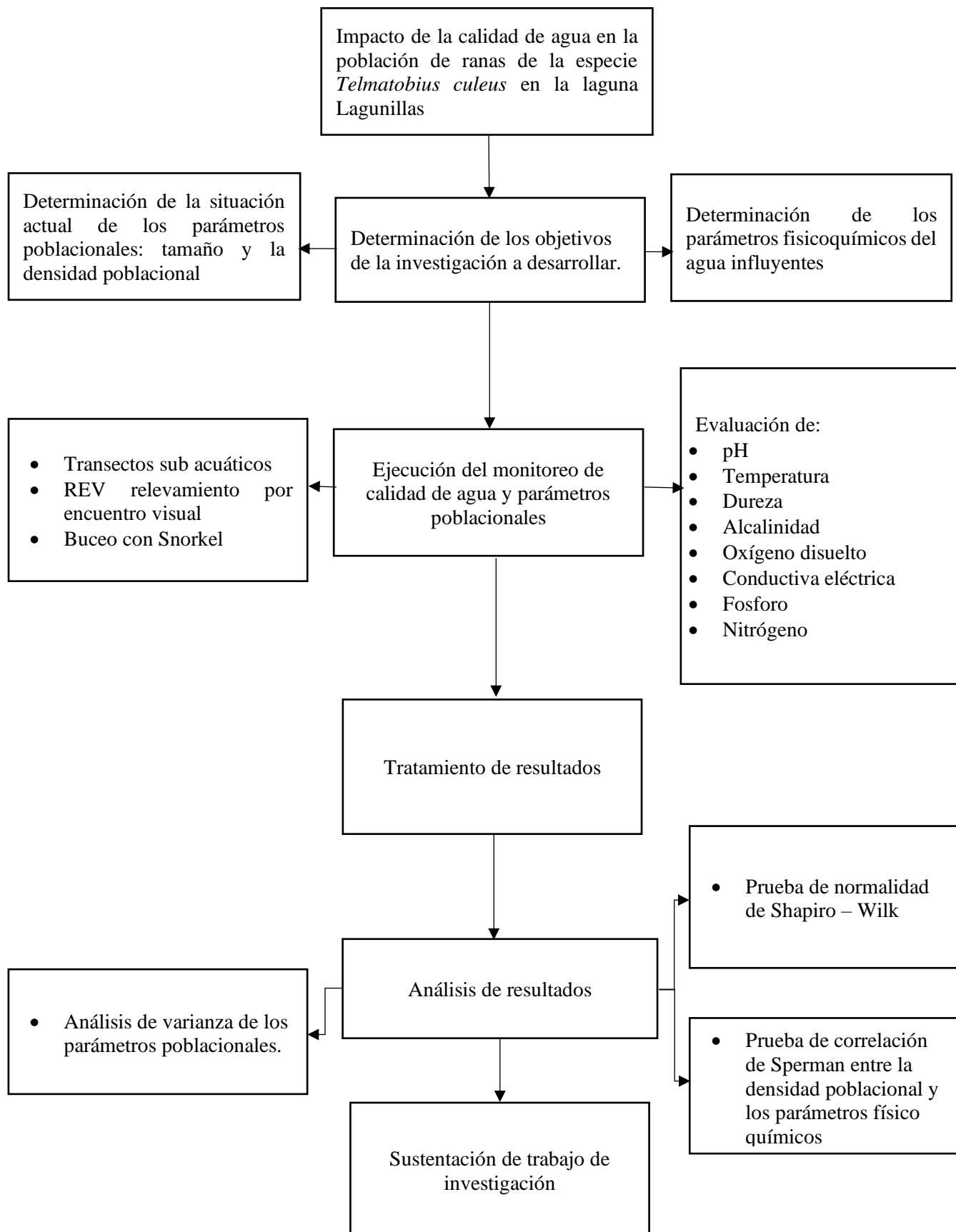


Figura 3. Flujograma de actividades generales para evaluar el impacto de la calidad de agua de la laguna Lagunillas en la población de ranas de la especie *Telmatobius culeus*.

3.6. Determinación de la situación actual de los parámetros poblacionales de la especie *Telmatobius culeus*.

Se realizó dos campañas de estudio una en la época de avenida en los meses de febrero y marzo y otra en la época de estiaje entre los meses de julio y agosto esto de acuerdo a las experiencias de Rebolledo (2017). Por cada época se evaluaron once zonas de estudio, las variables evaluadas fueron el tamaño poblacional y densidad poblacional, así como de los parámetros fisicoquímicos del agua por cada época de acuerdo con Muñoz et al.(2018).

a. Transectos múltiples en paralelo

Como primer paso se trazó un transecto de 100 metros desde la orilla del lago hacia su interior de acuerdo a la figura 4, mediante el uso de un carrete y una soga drill seguidamente se realizó el desplazamiento lento y constante sobre el transecto, mediante el buceo con snorkel recorriendo la distancia establecida, por cada punto de estudio se realizaron cuatro transectos. La longitud total recorrida por cada zona de estudio fue de 400 metros de largo y dos metros de ancho, cubriendo un área total de 800 metros cuadrados por cada zona (Genova, 2011).

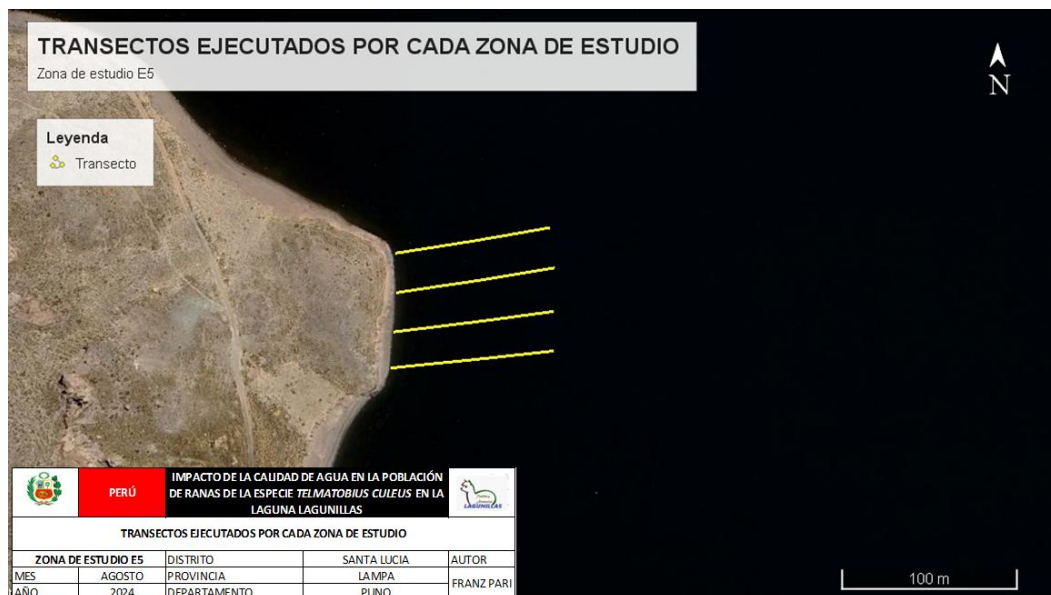


Figura 4. Transectos múltiples en paralelo
Fuente: Elaboración propia

b. Buceo con snorkel

Se realizó el buceo con snorkel en el horario de las 9 am hasta las 3 pm para tener una mayor visibilidad. Se efectuó el conteo de *Telmatobius culeus* presente por transecto se efectuó el registro de las características encontradas: (1) flora y fauna asociadas, (2) configuración del relieve y (3) cantidad total de ranas avistadas durante el recorrido, en profundidades desde cero a tres metros, se aplicó la técnica del REV la cual consistió en avanzar sin movimientos bruscos durante el trayecto (Muñoz-Saravia et al. 2018).

c. Densidad poblacional de *Telmatobius* sp mediante el estimador de Hayne

Se aplicó el estimador de densidad Hayne (ind./ha) para estimar la cantidad de ranas presentes por hectárea. Los datos recolectados y su procesamiento correspondiente fueron recopilados mediante tablas (Loza y Mendoza, 2017).

$$D = \frac{n}{2L} \left[\sum_{i=t}^n \frac{1}{r_i} \right] * 10000$$

Donde:

D = densidad estimada (individuos/ha),

$n = H$ número animales observados,

L = longitud del transecto (m),

r = distancia de avistamiento al milésimo animal (m)

d. Método estadístico

La información obtenida sobre la población de *Telmatobius culeus* fue procesada en los programas de IBM SPSS Statistics 25 y Microsoft Excel 2018 se aplicó la prueba estadística ANOVA para probar diferentes densidades poblacionales dentro de los once zonas de estudio de la laguna, esta prueba se realizó por cada época de estudio estiaje y de avenida (López y Gallina, 2011).

3.7. Evaluación de los parámetros físico-químicos del agua influyentes en la población de *Telmatobius culeus*.

Se efectuó la evaluación de nueve características físico-químicas del agua dentro de las once zonas de estudio por cada época avenida y estiaje, la temperatura, potencial de hidrogeniones, conductividad eléctrica se determinaron mediante el uso del multiparámetro portátil HI 991300 marca HANNA, los parámetros del oxígeno disuelto, dureza total y alcalinidad, se determinaron utilizando el laboratorio portátil Alabama Water Quality Monitoring de la marca Motte de la Global Water Watch Perú. Así mismo para el fosforo total, nitrógeno total, se determinaron en el laboratorio de aguas de la empresa BHIOSLABS acreditado por el INACAL y el dióxido de carbono se determinó mediante la fórmula (Génova, 2011) ver tabla 5.

Tabla 5

Métodos y equipos a utilizados para la determinación por cada parámetro físico-químico.

Parámetros físico-químicos	Unidad	Método o Equipo	In situ /laboratorio
pH	Unidad de pH	Multiparámetro HI991300 marca HANNA de acuerdo con (Vásquez et al.2016), ver anexo 19.	In situ
Temperatura	Celsius	Multiparámetro HI991300 marca HANNA, ver anexo 20.	In situ
Dureza (GH)	(mg/L)	Método volumétrico procedimiento de la Global Water Watch (GWW) basado en Association Health American Public.1992 APHA-AWWA, ver anexo 21.	In situ (Laboratorio portátil Alabama Water Quality Monitoring LaMotte©)
Alcalinidad (KH)	(mg/L)	Método titulométrico procedimiento de la Global Water Watch (GWW) basado en Association Health American Public.1992 APHA-AWWA, ver anexo 22.	In situ (Laboratorio portátil Alabama Water Quality Monitoring LaMotte©).

Oxígeno Disuelto	mg/L	Método Winkler, procedimiento de la Global Water Watch (GWW) basado en Association Health American Public.1992 APHA- AWWA, ver anexo 23.	In situ (Laboratorio portátil Alabama Water Quality Monitoring LaMotte©)
Conductividad eléctrica	uS/cm	Multiparámetro HI991300 marca HANNA, ver anexo 24.	In situ
Fosforo	P mg/L	Método fotometría según la (Association Health American Public, 1992) APHA- AWWA	Laboratorio de la empresa BHIOS Laboratorios S.R.L – Arequipa.
Nitrógeno total	N mg/L	Método espectrofotométrico de (Association Health American Public, 1992) APHA- AWWA.	Laboratorio de la empresa BHIOS Laboratorios S.R.L – Arequipa.

Fuente: Elaboración propia basado en (Association Health American Public, 1992) 404 APHA- AWWA y (Vásquez, Talavera, y Inga, 2015).

a. Reconocimiento y ubicación de punto de muestreo

Se realizó la descripción sobre las características del entorno en el cual se efectuó la toma de muestra de agua, por cada punto de muestreo, observando la presencia de residuos, vegetación acuática, actividades humanas, presencia de animales. Se tomó la lectura de las coordenadas de ubicación del punto de muestreo con el GPS en el sistema de coordenadas geográficas UTM – WGS84 (Monteagudo, 2015).

b. Medición de parámetros de campo y registro de información

Para la toma de muestras se tuvieron las siguientes consideraciones: (1) la toma de muestra se realizó con guantes descartables. (2) se evitó las áreas con turbulencia para la toma de muestras de acuerdo a Monteagudo (2015). Se realizó la medición de los siguientes parámetros: pH, temperatura, conductividad eléctrica, alcalinidad y oxígeno disuelto. La información recabada de los parámetros de campo se registró en el formato de campo (Beltrán et al.2011).

Para los parámetros de fósforo total y nitrógeno total se acidificaron con H_2SO_4 al (96%) para su preservación, conservación y su posterior traslado al laboratorio de la empresa BHIOS Laboratorios S.R.L, para su respectivo análisis según a las experiencias (Monteagudo, 2015).

c. Etiquetado y rotulado de las muestras de agua

Los frascos recolectados para nitrógeno y fósforo fueron etiquetados y rotulados seguidamente se protegió con cinta adhesiva transparente, registrando la información del punto muestreo solicitante, nombre de punto, código de muestra, fecha y hora de muestro, así mismo se realizó el llenado de la cadena de custodia con información del registro datos de campo indicando los parámetros a evaluar, tipo de frasco, número de muestras, condiciones de conservación y otros (Beltrán et al. 2011).

4. Diseño estadístico

Los resultados por cada parámetro fisicoquímico del agua in situ y laboratorio fueron procesados en el programa de IBM SPSS Statistics 26 y Excel 2018, para lo cual se trabajó con ocho parámetros fisicoquímicos por cada zona de estudio, de acuerdo a la tabla 6.

Ecuación matemática a utilizada es:

$$\mathbf{a \times b: A_1 \times B_1 \ A_1 \times B_1 \ A_1 \times B_2 \ A_1 \times B_3 \ A_1 \times B_4 \ A_1 \times B_5 \ A_1 \times B_6 \ A_1 \times B_7 \ A_1 \times B_1 \ A_1 \times B_8 \ A_1 \times B_9 \ A_1 \times B_{10}}$$

Donde:

A: Tamaño poblacional por cada zona de estudio

B: Parámetro fisicoquímico (pH, temperatura, dureza, alcalinidad, oxígeno disuelto, conductividad eléctrica, fósforo, nitrógeno total).

Tabla 6*Parámetros fisicoquímicos por cada zona de estudio*

A-----B

AxB	pH	Temperatura	Dureza	Alcalinidad	Oxígeno disuelto	Conductividad eléctrica	Fosforo	Nitrógeno total
Población zona 1								
Población zona 2								
Población zona 3								
Población zona 4								
Población zona 5								
Población zona 6								
Población zona 7								
Población zona 8								
Población zona 9								
Población zona 10								
Población zona 11								

Fuente: Elaboración propia

5. Método estadístico

5.1. Correlación de rho Spearman

Para la identificación de que parámetros fisicoquímicos (variable independiente) tiene la mayor influencia sobre la densidad poblacional (variable dependiente) se aplicó la correlación Spearman (López y Gallina, 2011).

Se utilizó la fórmula de Spearman para obtener el coeficiente de correlación:

$$\rho = 1 - \left(\frac{6\sum d_i^2}{n(n^2 - 1)} \right)$$

Donde:

- ρ es el coeficiente de correlación de Spearman.
- d es la diferencia entre los rangos de cada par de observaciones.
- n es el número de observaciones.

5.2. Regresión múltiple

Para la identificación del grado de relación entre los parámetros fisicoquímicos (variable independiente) y tamaño y densidad poblacional (variable dependiente) se aplicó la regresión múltiple (López y Gallina, 2011).

CAPITULO IV

RESULTADOS Y DISCUSIONES

4.1. Densidad poblacional época de avenida

En esta época se registró un total de 170 individuos distribuidos en 44 transectos dentro de las zonas de estudio a diferencia de Ramos et al. (2019) con estudio de evaluación de la abundancia relativa de *Telmatobius culeus* en la zona litoral del Lago Titicaca que registraron un total 45 individuos en 38 transectos dentro de trece zonas de estudios, encontrando una mayor presencia de *Telmatobius culeus* en la laguna Lagunillas a comparación del Lago Titicaca esto es debido a que la calidad del agua de la laguna es mejor en comparación de otros lagos.

Dentro de las once zonas evaluadas se encontró mayor presencia de *Telmatobius culeus* en las zonas E2, E5, E9 y E11 con densidades de 937 individuos/ha, 1264 individuos/ha, 575 individuos/ha y 433 individuos/ha respectivamente. En cambio, en las zonas donde se encontró una menor densidad de *Telmatobius culeus* fue en las zonas E1, E4 y E6 con densidades de 41 individuos/ha, 24 individuos/ha y 51 individuos/ha respectivamente.

A. Zona 1

En la tabla 7 se muestra la densidad y población de *Telmatobius culeus* encontrada en la primera zona, donde se ha obtenido 4 individuos en una longitud total de 400 m de transecto y una densidad promedio de 41 individuos/ha. De acuerdo a Ramos et al.(2019) reportaron en su primera zona de estudio (Chifron) 7 individuos en una longitud total de 300 metros de transecto, mayor a la encontrada del presente estudio esto puede ser debido a que en el estudio de Ramos et al. (2019) el oxígeno disuelto fue mayor 6.7 mg/L a diferencia de la zona 1 en el cual resulto 6.2 mg/L.

Tabla 7*Densidad y tamaño de población zona 1, época de avenida*

Número de transecto	Longitud de transecto (m)	Número de individuos (N°)	Distancia individuo avistado(m)	Densidad poblacional (individuos/ha)
1	100	0	0	0
2	100	1	1.5	33.3
3	100	2	1.5/2.5	106
4	100	1	2	25
Total	400	4	-	41

Fuente: Elaboración propia**B. Zona 2**

En la tabla 8 se muestra la densidad y población de *Telmatobius culeus* encontradas en la segunda zona, donde se ha obtenido 25 individuos en una longitud total de 400 m de transecto y una densidad promedio de 937 individuos/ha. De acuerdo a Ramos et al. (2019) reportaron en su segunda zona de estudio (Llachon) 5 individuos en una longitud total de 300 m de transecto, menor a la encontrada del presente estudio esto debido a que en el estudio de Ramos et al. (2019) el oxígeno disuelto fue menor 5.7 mg/L a diferencia de la zona 2 en el cual resulto 8.5 mg/L lo cual es rica en oxígeno.

Tabla 8*Densidad y tamaño de población zona 2, época de avenida*

Número de transecto	Longitud de transecto(m)	Número de individuos	Distancia individuo avistado(m)	Densidad poblacional (individuos/ha)
1	100	5	1/1.5/3/4/5	612.5
2	100	9	1/1/2/2/3/3/3.5/4/5	1100.5
3	100	11	1/2/3/3/3.5/4/5/6/7/9/10	1882
4	100	3	2/3/5	155
Total	400	25	-	937

Fuente: Elaboración propia**C. Zona 3**

En la tabla 9 se muestra la densidad y población de *Telmatobius culeus* encontradas en la tercera zona, donde se ha obtenido 10 individuos en una longitud total de 400 m de transecto y una

densidad promedio de 95 individuos/ha. De acuerdo a Ramos et al. (2019) reportaron en su tercera zona de estudio (Perka Norte) 26 individuos en una longitud total de 300 metros de transecto, mayor a la encontrada del presente estudio esto debido a que en el estudio de Ramos et al. (2019) el oxígeno disuelto fue mucho mayor de 8 mg/L lo cual indica que es muy abundante en oxígeno a diferencia de la zona 3 en el cual resulto 6.5 mg/L.

Tabla 9

Densidad y tamaño de población zona 3, época de avenida

Número de transecto	Longitud de transecto(m)	Número de individuos	Distancia individuo avistado(m)	Densidad poblacional (individuos/ha)
1	100	2	4/5	45
2	100	3	2/3/4	162
3	100	4	4/5/5/6	163
4	100	1	5	10
Total	400	10	-	95

Fuente: Elaboración propia

D. Zona 4

En la tabla 10 se muestra la densidad y población de *Telmatobius culeus* encontradas en la cuarta zona de estudio, donde se ha obtenido 4 individuos en una longitud total de 400 m de transecto y una densidad promedio de 24 individuos/ha. Según Ramos et al.(2019) reportaron en su cuarta zona de estudio (Yaneque) 0 individuos en una longitud total de 300 metros de transecto, menor a la encontrada del presente estudio esto puede ser debido a que en el estudio de Ramos et al.(2019) la alcalinidad fue menor de 105 mg/L a diferencia de la zona 4 en el cual resulto 140 mg/L y de acuerdo a Mantilla (2018) manifiesta que la preferencia de *Telmatobius culeus* son las aguas alcalinas.

Tabla 10*Densidad y tamaño de población zona 4, época de avenida*

Número de transecto	Longitud de transecto(m)	Número de individuos	Distancia individuo avistado(m)	Densidad poblacional (individuos/ha)
1	100	0	0	0
2	100	1	7	7
3	100	2	2/3	83
4	100	1	6	8
Total	400	4	-	24

Fuente: Elaboración propia**E. Zona 5**

En la tabla 11 se muestra la densidad y población de *Telmatobius culeus* encontradas en la quinta zona, donde se ha obtenido 34 individuos en una longitud total de 400 m de transectos y una densidad promedio de 1264 individuos/ha., de acuerdo a Ramos et al.(2019) reportaron en su quinta zona de estudio (Quelata) 0 individuos en una longitud total de 300 metros de transecto, menor a la encontrada del presente estudio esto puede ser debido en la investigación de Ramos et al.(2019) el oxígeno disuelto fue menor de 6.3 mg/L a diferencia de la zona 5 en el cual resultó 8.6 mg/L, de acuerdo a Genova (2011) manifiesta que el oxígeno disuelto es fundamental para que la especie pueda sobrevivir y no pueda tener el estrés fisiológico.

Tabla 11*Densidad y tamaño de población zona 5, época de avenida*

Número de transecto	Longitud de transecto(m)	Número de individuos	Distancia individuo avistado(m)	Densidad poblacional (individuos/ha)
1	100	4	1/3/4/14	330
2	100	9	2/3/4/4/8/10/13/15/15	795
3	100	15	1/1/2/2/3/4/4/5/6/7/ 9/10/15/18/21	3542
4	100	6	2/3/5/9/9/19	392
Total	400	34	-	1264

Fuente: Elaboración propia**F. Zona 6**

En la tabla 12 se muestra la densidad y población de *Telmatobius culeus* encontradas en la

sexta zona, donde se ha obtenido 15 individuos en una longitud total de 400 m de transecto y una densidad promedio de 51 individuos/ha., de acuerdo a Ramos et al.(2019) reportaron en su sexta zona de estudio (Cachipucara) 3 individuos en una longitud total de 300 metros de transecto, menor a la encontrada del presente esto puede ser debido a que en el estudio de Ramos et al.(2019) el oxígeno disuelto fue menor de 6 mg/L a diferencia de la zona 6 en el cual resultado 6.9 mg/L, de acuerdo a Genova (2011) manifiesta que el oxígeno disuelto es fundamental para que la especie pueda sobrevivir y no pueda tener el estrés fisiológico.

Tabla 12

Densidad y tamaño de población zona 6, época de avenida

Número de transecto	Longitud de transecto(m)	Número de individuos	Distancia individuo avistado(m)	Densidad poblacional (individuos/ha)
1	100	4	50/55/56/57	14
2	100	3	61/63/64	7
3	100	5	40/41/43/44/48	29
4	100	3	2/3/5	155
Total	400	15	-	51

Fuente: Elaboración propia

G. Zona 7

En la tabla 13 se muestra la densidad y población de *Telmatobius culeus* encontradas en la séptima zona, donde se ha obtenido 17 individuos en una longitud total de 400 m de transecto y una densidad promedio de 173 individuos/ha., según a Ramos et al.(2019) reportaron en su séptima zona de estudio (Cuturapi) 0 individuos en una longitud total de 300 metros de transecto, menor a la encontrada del presente estudio, esto puede ser debido a que según Ramos et al.(2019) el oxígeno disuelto fue menor de 6.1 mg/L a diferencia de la zona 7 en el cual resultado 6.8 mg/L, de acuerdo a Genova (2011) manifiesta que el oxígeno disuelto es fundamental para que la especie no pueda sufrir estrés fisiológico así mismo el pH que se encontró en la zona de estudio fue mayor 8.48 a comparación de Ramos et al.(2019) en el cual el pH fue de 7 dando a conocer que la preferencia de la especie son las aguas alcalinas.

Tabla 13*Densidad y tamaño de población zona 7, época de avenida*

Número de transecto	Longitud de transecto(m)	Número de individuos	Distancia individuo avistado(m)	Densidad poblacional (individuos/ha)
1	100	5	4/5/6/7/8	221
2	100	3	5/6/8	73
3	100	5	4/4/5/8/13	225
4	100	4	3/5/5/7	175
Total	400	17	-	173

Fuente: Elaboración propia**H. Zona 8**

En la tabla 14 se muestra la densidad y población de *Telmatobius culeus* encontradas en la octava zona, donde se ha obtenido 13 individuos en una longitud total de 400 m de transecto y una densidad promedio de 128 individuos/ha., según a Ramos et al.(2019) reportaron en su octava zona de estudio (Chatuma) 0 individuos en una longitud total de 300 m de transecto, menor a la encontrada del presente estudio, esto puede ser debido a que según Ramos et al.(2019) el pH determinado fue de 7.5 y a diferencia de la zona 8 el cual fue 7.79 dando a conocer que la preferencia de la especie son las aguas alcalinas.

Tabla 14*Densidad y tamaño de población zona 8, época de avenida*

Número de transecto	Longitud de transecto(m)	Número de individuos	Distancia individuo avistado(m)	Densidad poblacional (individuos/ha)
1	100	2	4/5	45
2	100	3	5/6/6	87
3	100	5	3/4/5/5/7	281
4	100	3	3/5/7	101
Total	400	13	-	128

Fuente: Elaboración propia**I. Zona 9**

En la tabla 15 se muestra la densidad y población de *Telmatobius culeus* encontradas en la

novena zona, donde se ha obtenido 21 individuos en una longitud total de 400 m de transecto y una densidad promedio de 575 individuos/ha. De acuerdo a Ramos et al.(2019) reportaron en su novena zona de estudio (Ollaraya) 2 individuos en una longitud total de 300 m de transecto, menor a la encontrada del presente investigación esto puede ser debido a que en el estudio de Ramos et al.(2019) el oxígeno disuelto fue menor de 6 mg/L a diferencia de la zona 9 en el cual resultado 9 mg/L, de acuerdo a Genova (2011) manifiesta que el oxígeno disuelto es fundamental para que la especie pueda sobrevivir.

Tabla 15

Densidad y tamaño de población zona 9, época de avenida

Número de transecto	Longitud de transecto(m)	Número de individuos	Distancia individuo avistado(m)	Densidad poblacional (individuos/ha)
1	100	4	1.5/2/3/3	366
2	100	6	2/2.5/3/3/3.5/4	630
3	100	8	1/2/3/3.5/4/5/6/7	1151
4	100	3	2/3/5	155
Total	400	21	-	575

Fuente: Elaboración propia

J. Zona 10

En la tabla 16 se muestra la densidad y población de *Telmatobius culeus* encontradas en la décima zona, donde se ha obtenido 10 individuos en una longitud total de 400 m de transecto y una densidad promedio de 92 individuos/ha. De acuerdo a Ramos et al.(2019) reportaron en su decima zona de estudio (Copani) 0 individuos en una longitud total de 300 m de transecto, menor a la encontrada del presente investigación esto puede ser debido a que en el estudio de Ramos et al.(2019) el oxígeno disuelto fue menor de 4.4 mg/L a diferencia de la zona 10 en el cual resultado 7.8 mg/L de acuerdo a Genova (2011) manifiesta que el oxígeno disuelto es fundamental para que la especie pueda sobrevivir, así mismo la dureza encontrada fue de 180 mg/L clasificada como dura a diferencia de Ramos et al.(2019) en la cual se determinó 340 mg/L clasificado como muy dura, determinado que la preferencia de *Telmatobius culues* son las

aguas duras.

Tabla 16

Densidad y tamaño de población zona 10, época de avenida

Número de transecto	Longitud de transecto(m)	Número de individuos	Distancia individuo avistado(m)	Densidad poblacional (individuos/ha)
1	100	4	3/4/5/5.5	193
2	100	3	2.5/4/5	127.5
3	100	2	4/7	39
4	100	1	5	10
Total	400	10	-	92

Fuente: Elaboración propia

K. Zona 11

En la tabla 17 se muestra la densidad y población de *Telmatobius culeus* encontradas en la undécima zona, donde se ha obtenido 17 individuos en una longitud total de 400 m de transecto y una densidad promedio de 433 individuos/ha. De acuerdo a Ramos et al. (2019) reportaron en su undecima zona de estudio (Conima) 0 individuos en una longitud total de 300 m de transecto, menor a la encontrada del presente esto puede ser debido a que en el estudio de Ramos et al.(2019) el oxígeno disuelto fue menor de 6.2 mg/L a diferencia de la zona 11 en el cual resulto 7.8 mg/L, de acuerdo a Genova (2011) manifiesta que el oxígeno disuelto es fundamental para que la especie pueda sobrevivir y no pueda tener el estrés fisiológico.

Tabla 17

Densidad y tamaño de población zona 11, época de avenida

Número de transecto	Longitud de transecto(m)	Número de individuos	Distancia individuo avistado(m)	Densidad poblacional (individuos/ha)
1	100	2	5/7	34
2	100	5	1/2/4/9/10	490
3	100	6	1/1/3/4/7/9	851
4	100	4	2/3/3/8	358
Total	400	17	-	433

Fuente: Elaboración propia

- **Análisis de varianza**

De acuerdo al análisis de varianza que se muestra en la tabla 18 se detalla que para la época de avenida se obtuvo que la media en las zonas de estudio no es igual por lo tanto la situación actual de los parámetros poblacionales de la rana *Telmatobius culeus* como el tamaño y densidad poblacional son variados en las once zonas de estudio y se tiene poblaciones de bajo tamaño poblacional en diversas zonas de estudio E1, E4 y E6, de acuerdo a la prueba de ANOVA se ha obtenido un p-valor 0.030 menor que al valor alfa 0.05 por lo tanto se rechaza la hipótesis nula y se acepta la hipótesis alterna, la situación actual de los parámetros poblacionales de la especie *Telmatobius culeus* son un bajo tamaño poblacional y una variada densidad poblacional en la laguna Lagunillas.

Ramos et al. (2019) realizaron la evaluación de la abundancia relativa de *Telmatobius culeus* en la zona litoral del Lago Titicaca lado peruano mediante el método REV y transectos sub acuáticos encontrando de la misma forma que la media en las trece zonas de estudio no igual, similar al presente estudio concluyendo que las poblaciones de *Telmatobius culeus* no son iguales en el Lago Titicaca y Lagunillas esto debido a diversos factores como la calidad del agua.

Tabla 18

Análisis de varianza en la época de avenida

Origen de las variaciones	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Promedio de los cuadrados	F	Probabilidad	Valor crítico para F
Entre grupos	6967413.72	10	696741.372	2.37299452	0.030309	2.132503754
Dentro de los grupos	9689219.705	33	293612.7183			
Total	16656633.43	43				

(*) Nivel de significancia de 0.05

Fuente: Elaboración propia en base a IBM SPSS Statics.

4.2. Densidad poblacional en época de estiaje

De acuerdo a los resultados obtenidos se contabilizaron un total de 94 individuos dentro de 44 transectos, la densidad promedio encontrada en esta época fue de 149 individuos/ha en toda la zona litoral de la laguna Lagunillas a diferencia de Flores (2013) realizó el estudio de la densidad de *Telmatobius culeus* en el Lago Titicaca lado boliviano contabilizando un total de 109 individuos en un total de 110 transectos con una longitud de 30 m, encontrando densidades de 114 individuos/ha en el lago mayor y 205 individuos/ha en lago menor.

Así mismo las zonas en las cuales se encontró mayor presencia de *Telmatobius culeus* son: E2, E5, E9 y E11 con densidades poblacionales de 170 individuos/ha, 927 individuos/ha, 189 individuos/ha y 180 individuos/ha respectivamente y las zonas con menor presencia de *Telmatobius culeus* son: E1, E4, E7 y E8 con densidades de 20.7 individuos/ha, 22 individuos/ha, 16.4 individuos/ha y 21.6 individuos/ha respectivamente.

A. Zona 1

En la tabla 19 se muestra la densidad y población de *Telmatobius culeus* encontradas en la primera zona, en cual se ha obtenido 2 individuos en una longitud total de 400 m y una densidad promedio de 20.7 individuos/ha. Según a Ramos et al.(2019) reportaron en su primera zona de estudio (Chifron) 7 individuos en una longitud total de 300 metros de transecto, mayor a la encontrada del presente estudio esto puede ser debido a que en el estudio de Ramos et al.(2019) el oxígeno disuelto fue mayor 6.7 mg/L a diferencia de la zona 1 en el cual resulto 5.9 mg/L, en cuanto al pH fue similiar en ambos estudios dando no encontrando diferencia significativa.

Tabla 19*Densidad y tamaño de población zona 1, época de estiaje*

Número de transecto	Longitud de transecto (m)	Número de individuos (N°)	Distancia individuo avistado(m)	Densidad poblacional (individuos/ha)
1	100	0	-	0
2	100	1	1	50
3	100	1	1.5	33
4	100	0	-	0
Total	400	2	-	20.7

Fuente: Elaboración propia**B. Zona 2**

En la tabla 20 se muestra la densidad y población de *Telmatobius culeus* encontradas en la segunda zona, donde se ha obtenido 11 individuos en una longitud total de 400 m y una densidad promedio de 170 individuos/ha. De acuerdo a Ramos et al.(2019) reportaron en su segunda zona de estudio (Llachon) 5 individuos en una longitud total de 300 metros de transecto, menor a la encontrada del presente estudio esto puede ser debido a que en el estudio de Ramos et al.(2019) el oxígeno disuelto fue menor 5.7 mg/L a diferencia de la zona 2 en el cual resulto 8.4 mg/L lo cual es rica en oxígeno.

Tabla 20*Densidad y tamaño de población zona 2, época de estiaje*

Número de transecto	Longitud de transecto(m)	Número de individuos	Distancia individuo avistado(m)	Densidad poblacional (individuos/ha)
1	100	2	1.5/3	100
2	100	3	2/3/4	162.5
3	100	5	2/3/3/4/5	404
4	100	1	3	16
Total	400	11	-	170

Fuente: Elaboración propia**C. Zona 3**

En la tabla 21 se muestra la densidad y población de *Telmatobius culeus* encontradas en la

tercera zona, donde se ha obtenido 8 individuos en una longitud total de 400 m y una densidad promedio de 32 individuos/ha. De acuerdo a Ramos et al.(2019) reportaron en su tercera zona de estudio (Perka Norte) 26 individuos en una longitud total de 300 metros de transecto, similar a la encontrada del presente estudio, así mismo el oxígeno disuelto y la alcalinidad no tuvieron diferencias significativas lo cual indica que la preferencia de *Telmatobius culeus* son aguas ricas en oxígeno también alcalinas con un pH mayor a 8.5.

Tabla 21

Densidad y tamaño de población zona 3, época de estiaje.

Número de transecto	Longitud de transecto(m)	Número de individuos	Distancia individuo avistado(m)	Densidad poblacional (individuos/ha)
1	100	1	4	12.5
2	100	2	5/6	36.6
3	100	3	8/10/11	47.3
4	100	2	5/7	34.2
Total	400	8	-	32

Fuente: Elaboración propia

D. Zona 4

En la tabla 22 se muestra la densidad y población de *Telmatobius culeus* encontradas en la cuarta zona, donde se ha obtenido 3 individuos en una longitud total de 400 m de transectos y una densidad promedio de 22 individuos/ha. De acuerdo a Ramos et al.(2019) reportaron en su cuarta zona de estudio (Yaneque) 0 individuos en una longitud total de 300 m de transecto así mismo se encontró una cantidad mínima en el presente estudio esto puede ser debido a que en el estudio de Ramos et al.(2019) el oxígeno disuelto fue menor de 6.1 mg/L, como también a diversos u otros factores que no conlleven a la calidad del agua.

Tabla 22*Densidad y tamaño de población zona 4, época de estiaje*

Número de transecto	Longitud de transecto(m)	Número de individuos	Distancia individuo avistado(m)	Densidad poblacional (individuos/ha)
1	100	0	-	0
2	100	1	7	7.1
3	100	2	2/3	83.3
4	100	0	-	0
Total	400	3	-	22

*Fuente : Elaboración propia***E. Zona 5**

En la tabla 23 se muestra la densidad y población de *Telmatobius culeus* encontradas en la quinta zona, donde se ha obtenido 26 individuos en una longitud total de 400 m de transecto y una densidad promedio de 927 individuos/ha. De acuerdo a Ramos et al.(2019) reportaron en su quinta zona de estudio (Quelata) 0 individuos en una longitud total de 300 metros de transecto, menor a la encontrada del presente estudio esto debido a que en el estudio de Ramos et al.(2019) el oxígeno disuelto fue menor de 6.3 mg/L a diferencia de la zona 5 en el cual resultado 8.6 mg/L, de acuerdo a Génova (2011) manifiesta que el oxígeno disuelto es fundamental para que la especie pueda sobrevivir.

Tabla 23*Densidad y tamaño de población zona 5, época de estiaje*

Número de transecto	Longitud de transecto(m)	Número de individuos	Distancia individuo avistado(m)	Densidad poblacional (individuos/ha)
1	100	3	3/4/4	125
2	100	7	2/2/3/3/4/15/15	717.5
3	100	11	1/1/2/2/3/3/4/4/5/6/7	2571.9
4	100	5	2/4/5/8/9	296.5
Total	400	26	-	927

Fuente: Elaboración propia

F. Zona 6

En la tabla 24 se muestra la densidad y población de *Telmatobius culeus* encontradas en la sexta zona, donde se ha obtenido 10 individuos en una longitud total de 400 m de transecto y una densidad promedio de 54.5 individuos/ha. De acuerdo a Ramos et al.(2019) reportaron en su sexta zona de estudio (Cachipucara) 3 individuos en una longitud total de 300 metros de transecto, menor a la encontrada del presente esto puede ser debido a que en el estudio de Ramos et al.(2019) el oxígeno disuelto fue menor de 6 mg/L a diferencia de la zona 6 en el cual resultado 6.9 mg/L, de acuerdo a Génova (2011) manifiesta que el oxígeno disuelto es fundamental para que la especie no pueda sufrir de estrés fisiológico.

Tabla 24

Densidad y tamaño de población zona 6, época de estiaje

Número de transecto	Longitud de transecto(m)	Número de individuos	Distancia individuo avistado(m)	Densidad poblacional (individuos/ha)
1	100	2	0.5	150
2	100	2	80/80	2.5
3	100	4	51/52/88/89	12.2
4	100	2	3/5	53.3
Total	400	10	-	54.5

Fuente: Elaboración propia

G. Zona 7

En la tabla 25 se muestra la densidad y población de *Telmatobius culeus* encontradas en la séptima zona, donde se ha obtenido 4 individuos en una longitud total de 400 m de transecto y una densidad promedio de 16.4 individuos/ha. Según a Ramos et al.(2019) reportaron en su septima zona de estudio (Cuturapi) 0 individuos en una longitud total de 300 m de transecto, en ambos casos las cantidades de ranas encontradas son bajas así mismo no se encontraron parametros fisicoquimicos con valores atipicos por lo tanto el bajo tamaño poblacional se debe a otros factores.

Tabla 25*Densidad y tamaño de población zona 7, época de estiaje*

Número de transecto	Longitud de transecto(m)	Número de individuos	Distancia individuo avistado(m)	Densidad poblacional (individuos/ha)
1	100	1	6	8.3
2	100	1	5	10
3	100	2	3/7	47.6
4	100	0	-	0
Total	400	4	-	16.4

Fuente: Elaboración propia**H. Zona 8**

En la tabla 26 se muestra la densidad y población de *Telmatobius culeus* encontradas en la octava zona, donde se ha obtenido 4 individuos en una longitud total de 400 m de transecto y una densidad promedio de 21.6 individuos/ha. Según a Ramos et al.(2019) reportaron en su octava zona de estudio (Chatuma) 0 individuos en una longitud total de 300 m de transecto, menor a la encontrada del presente estudio, esto puede ser debido a que según Ramos et al.(2019) el pH determinado fue de 7.5, a diferencia de la zona 8 el cual fue 8.98 evidenciando que la preferencia de la especie es un pH básico así mismo también lo evidencia (Mantilla et al.2023).

Tabla 26*Densidad y tamaño de población zona 8, época de estiaje*

Número de transecto	Longitud de transecto(m)	Número de individuos	Distancia individuo avistado(m)	Densidad poblacional (individuos/ha)
1	100	0	-	0
2	100	1	5	10
3	100	2	2/7	64.2
4	100	1	4	12.5
Total	400	4	-	21.6

Fuente: Elaboración propia.

I. Zona 9

En la tabla 27 se muestra la densidad y población de *Telmatobius culeus* encontradas en la novena zona, donde se ha obtenido 10 individuos en una longitud total de 400 m de transecto y una densidad promedio de 189 individuos/ha., de acuerdo a Ramos et al.(2019) reportaron en su novena zona de estudio (Ollaraya) 2 individuos en una longitud total de 300 m de transecto, menor a la encontrada del presente esto puede ser debido a que en el estudio de Ramos et al.(2019) el oxígeno disuelto fue menor de 6 mg/L a diferencia de la zona 9 en el cual resultó 7.8 mg/L, de acuerdo a Genova (2011) manifiesta que el oxígeno disuelto es fundamental para que la especie pueda sobrevivir.

Tabla 27

Densidad y tamaño de población zona 9, época de estiaje

Número de transecto	Longitud de transecto(m)	Número de individuos	Distancia individuo avistado(m)	Densidad poblacional (individuos/ha)
1	100	3	1/2/2	300
2	100	2	2/3	83.3
3	100	3	1/2/3	275
4	100	2	2/2	100
Total	400	10	-	189

Fuente: Elaboración propia

I. Zona 10

En la tabla 28 se muestra la densidad y población de *Telmatobius culeus* encontradas en la décima zona, donde se ha obtenido 7 individuos en una longitud total de 400 m de transecto y una densidad promedio de 59 individuos/ha. De acuerdo a Ramos et al.(2019) reportaron en la decima zona de estudio (Copani) 0 individuos en una longitud total de 300 m de transecto, menor a la encontrada del presente investigación esto puede ser debido a que en el estudio de Ramos et al.(2019) el oxígeno disuelto fue menor de 4.4 mg/L a diferencia de la zona 10 en el cual resultó 6.8 mg/L, de acuerdo a Genova (2011) manifiesta que el oxígeno disuelto es fundamental para que la especie pueda sobrevivir, así mismo la dureza encontrada fue de 192

mg/L clasificada como dura a diferencia de Ramos et al.(2019) en la cual se determino 340 mg/L clasificado como muy dura, determinado que la preferencia de *Telmatoius culues* son las aguas duras.

Tabla 28

Densidad y tamaño de población zona 10, época de estiaje

Número de transecto	Longitud de transecto(m)	Número de individuos	Distancia individuo avistado(m)	Densidad poblacional (individuos/ha)
1	100	2	4/5	45
2	100	3	2/3/4	162.5
3	100	1	4	12.5
4	100	1	3	16.6
Total	400	7	-	59

Fuente: Elaboración propia

I. Zona 11

En la tabla 29 se muestra la densidad y población de *Telmatobius culeus* encontradas en la undécima zona, donde se ha obtenido 9 individuos en una longitud total de 400 m de transecto y una densidad promedio de 189 individuos/ha. De acuerdo a Ramos et al. (2019) reportaron en su undecima zona de estudio (Conima) 0 individuos en una longitud total de 300 m de transecto, menor a la encontrada del presente esto puede ser debido a que en el estudio de Ramos et al.(2019) el oxígeno disuelto fue menor de 6.2 mg/L a diferencia de la zona 11 en el cual resulto 8 mg/L, así mismo la dureza encontrada fue de 185 mg/L clasificada como dura a diferencia de Ramos et al.(2019) en la cual se determino 340 mg/L clasificado como muy dura, determinado que la preferencia de *Telmatoius culues* son las aguas duras.

Tabla 29*Densidad y tamaño de población zona 11, época de estiaje*

Número de transecto	Longitud de transecto(m)	Número de individuos	Distancia individuo avistado(m)	Densidad poblacional (individuos/ha)
1	100	1	2	25
2	100	3	1/2/4	262.5
3	100	3	1/1/3	350
4	100	2	2/3	83.3
Total	400	9	-	180

Fuente: Elaboración propia**4.2. Análisis de varianza**

De acuerdo al análisis de varianza que se muestra en la tabla 30 se detalla que para la época de estiaje se obtuvo que la media en las zonas de estudio no es igual por lo tanto la situación actual de los parámetros poblacionales de la rana *Telmatobius culeus* como el tamaño y densidad poblacional son variados en las once zonas de estudio y se tiene poblaciones de bajo tamaño poblacional en diversas zonas de estudio E1, E4, E7 y E8 de acuerdo a la prueba de ANOVA se ha obtenido un p-valor 0.034 menor que al valor alfa 0.05 por lo tanto se rechaza la hipótesis nula y se acepta la hipótesis alterna, la situación actual de los parámetros poblacionales de la especie *Telmatobius culeus* son un bajo tamaño poblacional y una variada densidad poblacional en la laguna Lagunillas.

Tabla 30*Análisis de varianza en la época de estiaje*

ANÁLISIS DE VARIANZA						
Origen de las variaciones	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Promedio de los cuadrados	F	Probabilidad (*)	Valor crítico para F
Entre grupos	2823782.4	10	282378.24	2.3172125	0.03403457	2.1325037
Dentro de los grupos	4021418.6	33	121861.17	7		5
Total	6845201.0	43				
	6		2			

(*) Nivel de significancia de 0.05

Fuente: Elaboración propia mediante el programa IBM SPSS Statics 26

4.3. Parámetros fisicoquímicos de la laguna lagunillas época de avenida

En la tabla 31 se muestra los datos obtenidos a partir de las diferentes metodologías por cada parámetro fisicoquímico.

Tabla 31

Parámetros fisicoquímicos evaluados en la época avenida.

Zonas de estudio	pH	Temperatura (°C)	Dureza (mg/L)	Alcalinidad (mg/L)	Oxígeno disuelto (mg/L)	Conductividad eléctrica (uS/cm)	Nitrógeno (N mg/L)	Fosforo (P mg/L)
E1	8.96	14.7	190	140	6.2	1210	0.49	0.14
E2	8.76	14.4	180	110	8.5	1150	0.49	0.15
E3	8.85	14.6	170	110	6.5	1140	0.49	0.15
E4	8.91	14.6	190	140	6	1190	0.49	0.14
E5	8.88	14.6	170	110	8.6	1180	0.49	0.14
E6	9.09	14.3	185	135	6.9	1200	0.49	0.16
E7	8.48	16.3	190	110	6.8	1140	0.49	0.15
E8	7.79	14.3	100	80	6	880	0.49	0.12
E9	8.71	16.4	170	110	8.2	1150	0.49	0.14
E10	8.4	16.8	180	110	6.1	1120	0.49	0.14
E11	7.21	14.4	170	110	7.8	1020	0.49	0.14

Fuente: Elaboración propia mediante el programa IBM SPSS Statics 26

4.3.1. pH, época de avenida

De los resultados de la tabla 31, se puede evidenciar que en las zonas de estudio los valores para el pH fueron: zona 1 de 8.96; zona 2 de 8.76; zona 3 de 8.85; zona 4 de 8.91; zona 5 de 8.88; zona 6 de 9.09; zona 7 de 8.48; zona 8 de 7.79; zona 9 de 8.71; zona 10 de 8.4 y zona 11 de 7.21, dando un indicativo que las aguas de la laguna Lagunillas son básicas. De acuerdo con el Estándares de calidad ambiental para agua categoría 4: Conservación del ambiente acuático, laguna y lagos, el pH se encuentran dentro del rango permitido (6.5-9) a excepción de la zona 6 con un pH de 9.09, de acuerdo a Ramos et al. (2019) reportaron el valor del pH básico lo cual facilita la disposición de nutrientes y reduce la toxicidad de sustancias nociva, el rango óptimo encontrado fue de (6.5-8.5) así mismo Villalobos (2016) encontró que un ambiente ácido puede alterar el balance iónico fisiológico en anfibios y reducir su crecimiento y supervivencia, por lo que se puede concluir que la calidad del agua en relación al pH es el adecuado en la laguna Lagunillas. De acuerdo a la tabla 33 se muestra el p-valor para el pH de 0.201 > alfa 0.05 por lo tanto no existe una relación directa entre ambas variables según la prueba estadística.

4.3.2. Temperatura, época de avenida

La temperatura en las zonas de estudio fue: zona 1 de 14.7°C; zona 2 de 14.4°C; zona 3 de 14.6°C; zona 4 de 14.6°C; zona 5 de 14.6°C; zona 6 de 14.3°C; zona 7 de 16.3°C; zona 8 de 14.3°C; zona 9 de 16.4°C; zona 10 de 16.8°C y zona 11 de 14.4°C. De acuerdo a los estándares nacionales de calidad ambiental para agua categoría 4: Conservación del ambiente acuático laguna y lagos no establece el rango para la temperatura, así mismo Mantilla (2018), encontró valores promedios de 13.50°C en la época de avenida en su primera zona de estudio Bahía de Chucuito y temperaturas promedio de 12.50°C en su segunda zona de estudio Lago Mayor. De acuerdo a Villalobos (2016) las aguas con menor temperatura ayudan a la retención del oxígeno disuelto lo cual beneficia a la respiración de la especie a través de la piel por lo que la

temperatura encontrada en la laguna es óptima para *Telmatobius culeus*. De acuerdo a la tabla 33 se muestra el p-valor para la Temperatura de $0.904 >$ al alfa 0.05 por lo tanto no existe una relación directa entre ambas variables según la prueba estadística.

4.3.3. Dureza, época de avenida

La dureza obtenida en zonas de estudio fue de: zona 1 de 190 mg/L; zona 2 de 180 mg/L; zona 3 de 170 mg/L; zona 4 de 190 mg/L; zona 5 de 170 mg/L; zona 6 de 185 mg/L; zona 7 de 190 mg/L; zona 8 de 100 mg/L; zona 9 de 170 mg/L; zona 10 de 180 mg/L y zona 11 de 170 mg/L, clasificándose como aguas semi duras a duras, excepción de la zona 8 que se considera agua blanda. Según Villalobos (2016) indica que la dureza del agua tiene mejores efectos en los anfibios debido a que el calcio y el magnesio pueden mejorar la osmorregulación y son necesarios para la formación ósea, Ramos et al. (2019) encontró los valores de dureza mayor a los obtenidos en la laguna Lagunillas clasificándose como aguas muy duras con valores de 230 – 360 mg/L. En base a todos los datos obtenidos se puede inferir que lo óptimo para la rana *Telmatobius culeus* son aguas semi duras a duras mas no las aguas muy duras por lo tanto la dureza en la laguna Lagunillas es la adecuada. De acuerdo a la tabla 33 se muestra el p-valor para la dureza de $0.073 >$ al alfa 0.05 por lo tanto no existe una relación directa entre ambas variables según la prueba estadística.

4.3.4. Alcalinidad, época de avenida

Los resultados obtenidos de alcalinidad en las once zonas de estudio son: zona 1 de 140 mg/L; zona 2 de 110 mg/L; zona 3 de 120 mg/L; zona 4 de 140 mg/L; zona 5 de 110 mg/L; zona 6 de 135 mg/L; zona 7 de 110 mg/L; zona 8 de 80 mg/L; zona 9 de 110 mg/L; zona 10 de 110 mg/L y zona 11 de 110 mg/L. Según Ramos et al. (2019) reportaron valores de alcalinidad en un rango de 70-135 mg/L similares a los encontrados en la laguna Lagunillas. Así mismo de acuerdo a Villalobos (2016) la alcalinidad neutraliza de ácidos que son perjudiciales para la especie, pero si estas son muy altas alteran el equilibrio iónico del agua y afectan el

metabolismo de los organismos y limitar la reproducción (Barrón, 2017). De acuerdo a la tabla 33 se muestra el p-valor para la alcalinidad de $0.031 < \alpha 0.05$ por lo tanto existe una relación directa entre ambas variables, lo que indica que a mayor alcalinidad del agua mayor presencia de *Telmatobius culeus*.

4.3.5. Oxígeno disuelto, época de avenida

Para el oxígeno los valores obtenidos en las zonas de estudio son: zona 1 de 6.2 mg/L; zona 2 de 8.5 mg/L; zona 3 de 6.5 mg/L; zona 4 de 6 mg/L zona 5 de 8.6 mg/L; zona 6 de 6.9 mg/L; zona 7 de 6.8 mg/L; zona 8 de 6 mg/L; zona 9 de 8.2 mg/L; zona 10 de 6.1 mg/L y zona 11 de 7.8 mg/L. El valor máximo se ha obtenido zona 5 y mínimo en la zona 8. De acuerdo al estándar de calidad ambiental para agua categoría 4: Conservación del ambiente acuático laguna y lagos, el oxígeno disuelto se encuentran sobre el mínimo permitido (≥ 5). Ramos et al. (2019) y Mantilla (2018) muestran resultados de oxígeno disuelto menores a la del presente estudio por lo que las aguas de la laguna Lagunillas son ricas en oxígeno disuelto y con buena capacidad para sostener la vida acuática y ayudan a la proliferación de la especie así como incrementando su capacidad respiratoria (Barrón, 2017), así mismo de acuerdo a la tabla 33 se muestra p-valor para el oxígeno disuelto de $0.003 < \alpha 0.05$ por lo tanto existe una relación directa entre el oxígeno disuelto y la población de ranas, lo que nos indica que a mayor cantidad de oxígeno disuelto mayor presencia de *Telmatobius culeus*.

4.3.6. Conductividad eléctrica, época de avenida

Los resultados obtenidos de conductividad eléctrica en las once zonas de estudio son: zona 1 de 1210 uS/cm; zona 2 de 1150 uS/cm; zona 3 de 1140 uS/cm; zona 4 de 1190 uS/cm; zona 5 de 1180 uS/cm; zona 6 de 1200 uS/cm; zona 7 de 1140 uS/cm; zona 8 de 880 uS/cm; zona 9 de 1150 uS/cm; zona 10 de 1120 uS/cm y zona 11 de 1020 uS/cm. El valor máximo se ha obtenido zona 1 y mínimo en la zona 8. De acuerdo al estándar de calidad ambiental para agua categoría 4: Conservación del ambiente acuático: Laguna y lagos, sobrepasan el valor máximo

permitido de 1000 uS/cm a excepción de la zona 8. Estos resultados indican que las aguas de la laguna Lagunillas presentan altas concentraciones de iones disueltos como sales y minerales a comparación con los de Mantilla (2018) que su estudio obtuvo 87.34 uS/cm. Según Telma (2017) el aumento o disminución drástica de la conductividad puede alterar el transporte de iones, afectando el equilibrio osmótico de las ranas generándoles el estrés osmótico lo cual obliga a las ranas a gastar más energía en la regulación iónica, reduciendo su capacidad para crecer, reproducirse y resistir enfermedades. De acuerdo a la tabla 33 se muestra el p-valor para la conductividad eléctrica de $0.331 > \alpha 0.05$ por lo tanto no existe una relación directa entre ambas variables según la prueba estadística.

4.3.7. Nitrógeno, época de avenida

El nitrógeno total obtenido en las once zonas de estudio fue de 0.49 mg/L valor constante, de acuerdo al estándar de calidad ambiental para agua categoría 4: Conservación del ambiente acuático laguna y lagos no cumple con el valor máximo permitido de 0.315 mg/L, lo que indican una alta concentración de compuestos nitrogenados como nitritos y nitratos. Así mismo debido a la alta presencia de nitrógeno la laguna está en riesgo de sufrir la eutrofización, lo cual puede traer impactos negativos como la reducción de la biodiversidad, reducción del oxígeno, pérdida del valor económico de la laguna ya que es fuente principal de varias familias (Vásquez et al. 2015). Así mismo de acuerdo a León (2018) el nitrógeno dañar las células epiteliales de la piel y las branquias, afectando el intercambio de gases y aumentando el riesgo de infecciones de la especie. Por ello debido a la alta presencia de nitrógeno la laguna está en riesgo de sufrir la eutrofización, uno de los factores a lo que se debe es que haya una alta presencia nitrógeno es la crianza de trucha (*Oncorhynchus mykiss*) debido a su alimentación y el metabolismo de las truchas ya que excretan amoníaco (NH_3) a través de las branquias y la orina y los alimentos que utilizan son ricos en proteínas y fosfatos (Vásquez et al. 2015).

4.3.8. Fosforo, época de avenida

El fosforo determinado en el estudio fue de: zona 1 de 0.14 mg/L; zona 2 de 0.15 mg/L; zona 3 de 0.15 mg/L; zona 4 de 0.14 mg/L; zona 5 de 0.14 mg/L; zona 6 de 0.16 mg/L; zona 7 de 0.15 mg/L; zona 8 de 0.12 mg/L; zona 9 de 0.14 mg/L; zona 10 de 0.14 mg/L y zona 11 de 0.14 mg/L. El valor máximo se ha obtenido zona 6 y mínimo en la zona 8. De acuerdo con al estándar de calidad ambiental para agua categoría 4: Conservación del ambiente acuático laguna y lagos no cumplen con lo dispuesto de 0.035 mg/L de P. Debido a las altas concentraciones de fosforo en la laguna está en riesgo de sufrir la eutrofización, lo cual fomenta el crecimiento excesivo de algas que al morir y descomponerse consumen grandes cantidades de oxígeno, reduciendo los niveles de oxígeno disuelto (OD) en el agua trayendo consigo la reducción de la biodiversidad, perdida del valor económico de la laguna. De acuerdo con Génova (2011) indica que el fósforo en altas concentraciones causa sensibilidad en los anfibios en interfiere en su desarrollo de los *Telmatobius culeus*, lo cual es un indicativo que las ranas presentes laguna están siendo perturbados por las altas concentraciones de fosforo, uno de los factores a lo que se debe es que haya una alta presencia fosforo es la crianza de trucha (*Oncorhynchus mykiss*) que excretan fosforo a través de sus heces y los alimentos que utilizan son ricos en proteínas y fosfatos. De acuerdo a la tabla 33 se muestra el p-valor para el fosforo de $1.00 >$ al alfa 0.05 por lo tanto no existe una relación directa entre ambas variables según la prueba estadística.

6. Prueba de Normalidad para las variables, época de avenida

En la Tabla 32 se muestra la prueba de normalidad de Shapiro - Wilk en cual se ha obtenido un p-valor inferior al valor alfa de 0.05 en todas las variables excepto en el oxígeno disuelto y fosforo lo que indica que los parámetros fisicoquímicos en la época de avenida tienen un comportamiento de forma no normal.

Tabla 32*Prueba de normalidad de las variables*

	Prueba de normalidad		
		Shapiro-Wilk	
	Estadístico	Gl	Sig.
Densidad poblacional	0.779	11	0.005
pH	0.808	11	0.012
Temperatura	0.721	11	0.001
Dureza	0.641	11	0.000
Alcalinidad	0.794	11	0.008
Oxígeno disuelto	0.958	11	0.748
Conductividad eléctrica	0.554	11	0.000
Nitrógeno	.	11	0.000
Fosforo	0.854	11	0.058

*. Esto es un límite inferior de la significación verdadera.

a. Corrección de significación de Lilliefors

Fuente: Elaboración propia mediante el programa IBM SPSS Statics 26

Por consiguiente los datos obtenidos no siguen un enfoque paramétrico y para la evaluación de la correlación que existe entre cada parámetro fisicoquímico con la densidad poblacional se aplicó la correlación de no paramétricas “Rho de Spearman”.

Prueba estadística de Spearman entre densidad poblacional y los parámetros fisicoquímicos – época de avenida

Tabla 33

Prueba de correlación de Spearman entre densidad poblacional – parámetros poblacionales

			Densidad poblacional					Oxígeno disuelto	Conductividad eléctrica	Nitrógeno	Fosforo
Rho de Spearman			poblacional	pH	Temperatura	Dureza	Alcalinidad				
	Densidad poblacional	Coeficiente de correlación	1,000	-0.418	-0.041	-0.560	-0.650*	0.806**	-0.324	.	0.000
		Sig. (bilateral)	.	0.201	0.904	0.073	0.031	0.003	0.331	.	1.000
		N	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11
	pH	Coeficiente de correlación	-0.418	1,000	-0.083	0.527	0.787**	0.059	0.941**	.	0.359
		Sig. (bilateral)	0.201	.	0.808	0.095	0.004	0.863	0.000	.	0.278
		N	11	11	11	11	11	11	11	11	11
	Temperatura	Coeficiente de correlación	-0.041	-0.083	1,000	0.296	0.118	-0.058	0.053	.	-0.033
		Sig. (bilateral)	0.904	0.808	.	0.377	0.730	0.866	0.876	.	0.924
		N	11	11	11	11	11	11	11	11	11
	Dureza	Coeficiente de correlación	-0.560	0.527	0.296	1,000	0.788**	-0.222	0.617*	.	0.470
		Sig. (bilateral)	0.073	0.095	0.377	.	.004	0.512	0.043	.	0.145
		N	11	11	11	11	11	11	11	11	11
	Alcalinidad	Coeficiente de correlación	-0.650*	0.787**	0.118	0.788**	1,000	-0.146	0.849**	.	0.249
		Sig. (bilateral)	0.031	0.004	0.730	0.004	.	0.669	0.001	.	0.460
		N	11	11	11	11	11	11	11	11	11
	Oxígeno disuelto	Coeficiente de correlación	0.806**	0.059	-0.058	-0.222	-0.146	1,000	0.174	.	0.337

	Sig. (bilateral)	0.003	0.863	0.866	0.512	0.669	.	0.609	.	0.311
	N	11	11	11	11	11	11	11	11	11
Conductividad eléctrica	Coefficiente de correlación	-0.324	0.941**	0.053	0.617*	0.849**	0.174	1.000	.	0.285
	Sig. (bilateral)	0.331	0.000	0.876	0.043	0.001	0.609	.	.	0.395
	N	11	11	11	11	11	11	11	11	11
Nitrógeno	Coefficiente de correlación	.	.	.	.	.	.	.	.	.
	Sig. (bilateral)	.	.	.	.	.	.	.	.	.
	N	11	11	11	11	11	11	11	11	11
Fosforo	Coefficiente de correlación	0.000	0.359	-0.033	0.470	0.249	0.337	0.285	.	1.000
	Sig. (bilateral)	1,000	0.278	0.924	0.145	0.460	0.311	0.395	.	.
	N	11	11	11	11	11	11	11	11	11

*. La correlación es significativa en el nivel 0,05 (bilateral).

** . La correlación es significativa en el nivel 0,01 (bilateral).

Fuente: Elaboración propia mediante el programa IBM SPSS Statics 26

7. Análisis de Spearman – época de avenida

En la tabla 33 se muestra el análisis del p-valor entre la variable dependiente (densidad poblacional) y las variables independientes (parámetros fisicoquímicos), se observa según la tabla que la alcalinidad y el oxígeno disuelto están por debajo del 0.05 por lo tanto según la prueba estadística existe una relación entre estas dos variables (OD, alcalinidad) y la variable dependiente (densidad poblacional) y en referencia a las demás variables (pH, conductividad eléctrica, dureza, temperatura, nitrógeno y fosforo) no establece relación según la prueba estadística, así mismo la correlación que presentan es positiva lo que nos indica que a mayor cantidad de OD y alcalinidad mayor densidad poblacional de *Telmatobius culeus*.

8. Regresión lineal múltiple para la época de avenida

Tabla 34

Regresión lineal múltiple – época de avenida

Resumen del modelo				
Modelo	R	R cuadrado	R cuadrado ajustado	Error estándar de la estimación
1	0.916 ^a	0.839	0.799	186.88539

a. Predictores: (Constante), Alcalinidad, Oxígeno disuelto

Fuente: Elaboración propia mediante el programa IBM SPSS Statics 26

De acuerdo a la tabla 34 indica que la relación entre la variable dependiente “densidad poblacional” y la variable independiente “alcalinidad, oxígeno disuelto” tienen una relación alta “R=0.9160” al 91.6 %. Lo cual indica que existe una fuerte correlación entre estos parámetros y la densidad poblacional de *Telmatobius culeus*, a medida que existe un incremento del oxígeno disuelto y alcalinidad existe un aumento en la población de ranas por lo tanto se acepta la hipótesis nula los parámetros influyentes en la población de *Telmatobius culeus* son el oxígeno disuelto y alcalinidad.

Así mismo el R cuadrado indica que el 79.9 % de comportamiento de la los parámetros poblacionales de *Telmatobius culeus* en la laguna, se debe a la variable independiente

“alcalinidad y oxígeno disuelto”, y el 20.01% de comportamiento de parámetros poblacionales se debe a otras variables.

4.4. Parámetros fisicoquímicos de la laguna lagunillas época estiaje

En la tabla 35 se muestran los datos obtenidos a partir de las diferentes metodologías empleadas para la determinación por cada parámetro fisicoquímico.

Tabla 35

Parámetros fisicoquímicos evaluados en la época de estiaje.

Zonas de estudio	pH	Temperatura (°C)	Dureza (mg/)	Alcalinidad (mg/L)	Oxígeno disuelto (mg/L)	Conductividad eléctrica (uS/cm)	Nitrógeno (N mg/L)	Fosforo (P mg/L)
E1	8.2	10.1	168	108	5.9	1150	0.49	0.2
E2	9.05	11	184	108	8.4	1170	0.49	0.2
E3	8.87	13.5	170	110	6.4	1150	0.49	0.2
E4	8.88	10.4	168	136	6.5	1160	0.49	0.2
E5	8.72	13.5	176	104	8.6	1170	0.49	0.1
E6	8.91	12.8	200	136	6.9	1680	0.49	0.1
E7	8.73	11.8	176	108	6.9	1190	0.49	0.1
E8	8.77	9.2	192	136	6	1330	0.49	0.1
E9	8.76	10.1	184	136	7.8	1180	0.49	0.1
E10	8.98	12.5	192	108	6.4	1280	0.49	0.01
E11	9.01	11.1	185	110	8	1160	0.49	0.01

Fuente: Elaboración propia mediante el programa IBM SPSS Statics 26

4.4.1. pH, época de estiaje

De los resultados de la tabla 35, se evidencia que el pH en las zonas de estudio fue: zona 1 de 8.20, zona 2 de 9.05, zona 3 de 8.87, zona 4 de 8.88, zona 5 de 8.72, zona 6 de 8.91, zona 7 de 8.73, zona 8 de 8.77, zona 9 de 8.76, zona 10 de 8.98 y zona 11 de 9.01. De la misma forma en esta época se puede concluir que las aguas de la laguna Lagunillas son básicas y es la preferencia de la especie *Telmatobius culeus* de acuerdo con Mantilla (2018). Según los estándares de calidad ambiental para agua categoría cuatro: conservación del ambiente acuático laguna y lagos, el pH se encuentra dentro del rango permitido (6.5-9) a excepción de la zona 2 y zona 11. De acuerdo a Villalobos es conveniente que el pH sea básico ya que un ambiente ácido puede alterar el balance iónico fisiológico en anfibios y reducir su crecimiento y supervivencia, por lo que se puede concluir que la calidad del agua en relación al pH es el adecuado en la laguna Lagunillas de (7-9). De acuerdo a la tabla 37 se muestra el p-valor para el pH de $0.370 >$ al alfa 0.05 por lo tanto no existe una relación directa entre ambas variables según la prueba estadística.

4.4.2. Temperatura, época de estiaje

Los resultados obtenidos para la temperatura en las once zonas de estudio son: zona 1 de 10.1°C; zona 2 de 11°C; zona 3 de 13.5°C; zona 4 de 10.4°C; zona 5 de 13.5°C; zona 6 de 12.8°C; zona 7 de 11.8°C; zona 8 de 9.2°C; zona 9 de 10.2°C; zona 10 de 12.5°C y zona 11 de 11.1°C. Estos resultados con referencia a los encontrados por Flores (2013) encontró valores con una media de 11°C en el Lago Titicaca lado boliviano similares a los encontrados en laguna Lagunillas, por lo tanto, según la tabla 36 indica que la temperatura del agua no tiene efectos significativos en la población de *Telmatobius culeus*. De acuerdo a la tabla 37 se muestra el p-valor para la temperatura de $0.383 >$ al alfa 0.05 por lo tanto no existe una relación directa entre ambas variables según la prueba estadística.

4.4.3. Dureza, época estiaje

Los resultados obtenidos de la dureza en las zonas de estudio son: zona 1 de 168 mg/L; zona 2 de 184 mg/L; zona 3 de 170 mg/L; zona 4 de 168 mg/L; zona 5 de 176 mg/L; zona 6 de 200 mg/L; zona 7 de 176 mg/L; zona 8 de 192 mg/L; zona 9 de 184 mg/L; zona 10 de 192 mg/L y zona 11 de 185 mg/L, de la misma forma que en la época avenida también en la época de estiaje se clasifican como aguas semi duras, debido a que se encuentran en un rango 150 – 329 mg/L. Mientras Ramos et al. (2019) muestran valores que fluctúan entre 130-360 mg/L, similares a los encontrados a la laguna Lagunillas, según la tabla 36 indica que la dureza del agua no tiene correlación directa en la población de ranas, pero según Ramos et al. (2019) en aguas clasificadas como muy duras mayor 250 mg/L no se tuvo presencia de *Telmatobius culeus* por lo tanto debido a los datos obtenidos en la época de lo óptimo para la especie son aguas semi duras a duras mas no las aguas muy duras por lo tanto la dureza en la laguna Lagunillas es la adecuada. De acuerdo a la tabla 37 se muestra el p-valor para la dureza de $0.381 > \alpha$ 0.05 por lo tanto no existe una relación directa entre ambas variables según la prueba estadística.

4.4.4. Alcalinidad, época de estiaje

Los resultados obtenidos de la alcalinidad, en las once zonas de estudio son: zona 1 de 108 mg/L; zona 2 de 108 mg/L; zona 3 de 110 mg/L; zona 4 de 136 mg/L; zona 5 de 104 mg/L; zona 6 de 136 mg/L; zona 7 de 108 mg/L; zona 8 de 136 mg/L; zona 9 de 136 mg/L; zona 10 de 108 mg/L y zona 11 de 110 mg/L. De acuerdo a los datos obtenidos en la laguna se clasifica como alcalinidad moderada ya que está dentro de lo permitido (20 mg/L-200 mg/L CaCO₃). De acuerdo a Villalobos (2016) la alcalinidad ayuda en la neutralización de ácidos que son perjudiciales para la especie, pero si la alcalinidad es mucho mayor promueve el crecimiento excesivo de algas (eutrofización), lo que puede reducir el oxígeno disponible en el agua y afectar indirectamente a las ranas. De acuerdo a la tabla 37 se muestra el p-valor para la

alcalinidad de $0.726 >$ al alfa 0.05 por lo tanto según a la prueba estadística no existe una relación directa entre ambas variables.

4.4.5. Oxígeno disuelto, época de estiaje

Por otra parte, los resultados obtenidos del oxígeno disuelto en las once zonas de estudio son: zona 1 de 5.9 mg/L ; zona 2 de 8.4 mg/L ; zona 3 de 6.4 mg/L ; zona 4 de 6.5 mg/L ; zona 5 de 8.6 mg/L ; zona 6 de 6.9 mg/L ; zona 7 de 6.9 mg/L ; zona 8 de 6 mg/L ; zona 9 de 7.8 mg/L ; zona 10 de 6.4 mg/L y zona 11 de 8 mg/L . Comparado con los estándares calidad ambiental categoría 4: conservación del ambiente acuático en laguna y lagos, el oxígeno disuelto se encuentra sobre el mínimo permitido (≥ 5). Estos resultados comparados con Ramos et al. (2019) obtuvieron valores que fluctúan entre 4.4 a 8 mg/L , siendo los valores de oxígeno más altos encontrados en la laguna Lagunillas a comparación de Lago Titicaca, de acuerdo a la tabla 36 se muestra p-valor para el oxígeno disuelto de $0.009 <$ al alfa de 0.05 por lo tanto existe una relación directa entre ambas variables, lo que indica que a mayor cantidad de oxígeno disuelto mayor presencia de *Telmatobius culeus*.

4.4.6. Conductividad eléctrica, época de estiaje

Los resultados obtenidos de conductividad, en las once zonas de estudio, zona 1 de 1150 uS/cm ; zona 2 de 1170 uS/cm ; zona 3 de 1150 uS/cm ; zona 4 de 1160 uS/cm ; zona 5 de 1170 uS/cm ; zona 6 de 1680 uS/cm ; zona 7 de 1190 uS/cm ; zona 8 de 1330 uS/cm ; zona 9 de 1180 uS/cm ; zona 10 de 1280 uS/cm y zona 11 de 1160 uS/cm . Comparado con los estándares calidad ambiental para agua categoría 4 conservación del ambiente acuático: laguna y lagos, sobrepasan el valor máximo permitido de 1000 uS/cm en todas las zonas de estudio, así mismo estos resultados indican también que en la época de estiaje la laguna Lagunillas presentan altas concentraciones de iones disueltos como sales y minerales a comparación con los de Mantilla (2018) que su estudio obtuvo 87.34 uS/cm . De acuerdo a la tabla 37 se muestra p-valor para la conductividad eléctrica de $0.968 >$ al alfa de 0.05 por lo tanto no existe relación directa entre

ambas variables.

4.4.7. Nitrógeno, época de estiaje

El nitrógeno total en las once zonas de estudio fue de 0.49 mg/L valor constante en todas las zonas, de acuerdo a los estándares calidad ambiental para agua categoría 4: Conservación del ambiente acuático laguna y lagos no cumplen con el valor máximo permitido de 0.315 mg/L. Lo que indican que también en la época de estiaje se tiene una alta concentración de compuestos nitrogenados como nitritos y nitratos. Así mismo debido a la alta presencia de nitrógeno la laguna está en riesgo de sufrir la eutrofización.

4.4.8. Fosforo, época de estiaje

El fosforo determinado en la época de estiaje muestra los siguientes resultados: zona 1 de 0.2 mg/L; zona 2 de 0.2 mg/L; zona 3 de 0.2 mg/L; zona 4 de 0.2 mg/L; zona 5 de 0.1 mg/L; zona 6 de 0.01 mg/L; zona 7 de 0.1 mg/L; zona 8 de 0.1 mg/L; zona 9 de 0.1 mg/L; zona 10 de 0.1 mg/L y zona 11 de 0.1 mg/L. De acuerdo con el estándar de calidad ambiental para agua categoría 4: Conservación del ambiente acuático laguna y lagos no cumplen con lo dispuesto de 0.035 mg/L de P, lo que indican que en la época de estiaje aún se mantiene altas las concentraciones de compuestos nitrogenados como nitritos y nitratos. Así mismo debido a la alta presencia de nitrógeno la laguna está en riesgo de sufrir la eutrofización, lo cual puede traer impactos negativos como la reducción de la biodiversidad, reducción del oxígeno debido a la alta demanda en reducir la materia orgánica muerta. De acuerdo a la tabla 37 se muestra p-valor para el nitrógeno de $0.372 >$ al alfa de 0.05 por lo tanto no existe relación directa entre ambas variables.

9. Prueba de Normalidad para las variables, época de estiaje

En la tabla 36 se muestra la prueba de normalidad Shapiro – Wilk, se ha obtenido resultado un p-valor inferior al valor alfa de 0.05 en todas las variables excepto en la temperatura, alcalinidad y oxígeno disuelto, lo que indica que los parámetros fisicoquímicos se comportan

de forma no normal.

Por consiguiente los datos obtenidos no siguen un enfoque paramétrico en cambio es no paramétrico.

Tabla 36

Prueba de normalidad de las variables

	Prueba de normalidad		
	Estadístico	Shapiro-Wilk	
		gl	Sig.
Densidad poblacional	0.553	11	0.000
pH	0.806	11	0.011
Temperatura	0.939	11	0.508
Dureza	0.934	11	0.453
Alcalinidad	0.703	11	0.001
Oxígeno disuelto	0.903	11	0.200
Conductividad eléctrica	0.609	11	0.000
Nitrógeno	.	11	.
Fosforo	0.625	11	0.000

*. Esto es un límite inferior de la significación verdadera.

a. Corrección de significación de Lilliefors

Fuente: Elaboración propia mediante el programa IBM SPSS Statics 26.

Para evaluar la correlación de la variable independiente sobre la variable dependiente se aplicó la correlación de no paramétricas “Rho de Spearman”

Prueba estadística de Spearman entre densidad poblacional y los parámetros fisicoquímicos – época de estiaje

Tabla 37

Prueba de correlación de Spearman entre densidad poblacional – parámetros poblacionales.

			Densidad poblacional	pH	Temperatura	Dureza	Alcalinidad	Oxígeno disuelto	Conductividad eléctrica	Nitrógeno	Fosforo
Rho de Spearman	Densidad poblacional	Coefficiente de correlación	1.000	0.300	0.292	0.294	-0.119	0.744**	0.014	.	-0.299
		Sig. (bilateral)	.	0.370	0.383	0.381	0.726	0.009	0.968	.	0.372
		N	11	11	11	11	11	11	11	11	11
	pH	Coefficiente de correlación	0.300	1.000	0.123	0.505	0.210	0.256	0.151	.	0.060
		Sig. (bilateral)	0.370	.	0.718	0.113	0.535	0.448	0.658	.	0.861
		N	11	11	11	11	11	11	11	11	11
	Temperatura	Coefficiente de correlación	0.292	0.123	1.000	0.048	-0.410	0.337	-0.016	.	-0.120
		Sig. (bilateral)	0.383	0.718	.	0.888	0.210	0.311	0.963	.	0.725
		N	11	11	11	11	11	11	11	11	11
	Dureza	Coefficiente de correlación	0.294	0.505	0.048	1.000	0.268	0.138	0.808**	.	-0.694*
		Sig. (bilateral)	0.381	0.113	0.888	.	0.426	0.685	0.003	.	0.018
		N	11	11	11	11	11	11	11	11	11
	Alcalinidad	Coefficiente de correlación	-0.119	0.210	-0.410	0.268	1.000	-0.250	0.243	.	-0.063
		Sig. (bilateral)	0.726	0.535	0.210	0.426	.	0.459	0.472	.	0.854
		N	11	11	11	11	11	11	11	11	11
	Oxígeno disuelto	Coefficiente de correlación	0.744**	0.256	0.337	0.138	-0.250	1.000	0.057	.	-0.270
		Sig. (bilateral)	0.009	0.448	0.311	0.685	0.459	.	0.867	.	0.422
		N	11	11	11	11	11	11	11	11	11
	Conductividad eléctrica	Coefficiente de correlación	0.014	0.151	-0.016	0.808**	0.243	0.057	1.000	.	-0.722*
		Sig. (bilateral)	0.968	0.658	0.963	0.003	0.472	0.867	.	.	0.012

	Sig. (bilateral)	0.083	0.467	0.810	0.196	0.922	0.508	0.135	.	0.861
	N	11	11	11	11	11	11	11	11	11
Nitrógeno	Coefficiente de correlación	.	.	.	.	.	.	.	.	.
	Sig. (bilateral)	.	.	.	.	.	.	.	.	.
	N	11	11	11	11	11	11	11	11	11
Fosforo	Coefficiente de correlación	-0.299	0.060	-0.120	-0.694*	-0.063	-0.270	-0.722*	.	1.000
	Sig. (bilateral)	0.372	0.861	0.725	0.018	0.854	0.422	0.012	.	.
	N	11	11	11	11	11	11	11	11	11

** . La correlación es significativa en el nivel 0.01 (bilateral).

* . La correlación es significativa en el nivel 0.05 (bilateral)

Fuente: Elaboración propia mediante el programa IBM SPSS Statics 26

Análisis de Spearman

En la tabla 37 se muestra el análisis del p-valor entre la variable dependiente (densidad poblacional) y las variables independientes (parámetros fisicoquímicos), se observa según la tabla que el oxígeno disuelto está por debajo del 0.05 por lo tanto según la prueba estadística existe una relación directa entre la variable oxígeno disuelto y la variable dependiente densidad poblacional y en referencia a las demás variables (pH, alcalinidad, conductividad eléctrica, dureza, temperatura, nitrógeno y fosforo) no establece relación según la prueba estadística, así mismo la correlación que presentan es positiva lo que nos indica que a mayor cantidad de OD y mayor densidad poblacional de *Telmatobius culeus*.

Regresión lineal múltiple

Tabla 38

Regresión lineal múltiple – época de estiaje

Resumen del modelo				
Modelo	R	R cuadrado	R cuadrado ajustado	Error estándar de la estimación
1	0.708 ^a	0.501	0.445	197.78414

Predictores: (Constante), Oxígeno disuelto

Fuente: Elaboración propia mediante el programa IBM SPSS Statics 26

Según la tabla 38 indica que la relación entre la variable dependiente “densidad poblacional” y la variable independiente “oxígeno disuelto” tienen una relación alta “R=0.708” por lo tanto la relación es al 70.8 %.

Lo cual indica que existe una correlación entre el oxígeno disuelto y la población de *Telmatobius culeus*, a medida que existe un incremento del oxígeno disuelto existe un aumento en la población de ranas por lo tanto se acepta la hipótesis nula los parámetros influyentes en la población de *Telmatobius culeus* son el oxígeno disuelto.

Así mismo el R cuadrado indica que el 44.5 % del comportamiento de la los parámetros

poblacionales de *Telmatobius culeus* en la laguna Lagunillas, se debe a la variable independiente “oxígeno disuelto”, y el 55.5% de comportamiento de parámetros poblacionales se debe a otras variables.

CAPITULO V

CONCLUSIONES

Se determino que durante la época de avenida se registraron un total de 170 individuos en un total de 44 transectos con una densidad poblacional de 264.2 individuos/ha y la época de estiaje se encontró 94 individuos en un total de 44 transectos con una densidad poblacional 154.6 individuos/ha., así mismo el tamaño poblacional encontrado en ambas épocas fue alto a comparación de otras investigaciones, pero la densidad poblacional encontrada en ambas épocas de estudio y las once zonas evaluadas fue variada determinado mayor presencia de *Telmatobius culeus* en las zonas E2, E5, E9 y E11, concluyendo de que los parámetros fisicoquímicos que si están influenciando a la población de *Telmatobius culeus*.

Se realizo la evaluación de los parámetros fisicoquímico (pH, Temperatura, Dureza, Alcalinidad, Oxígeno Disuelto, Conductividad eléctrica, Nitrógeno y Fosforo) determinando que los parámetros fisicoquímicos de la laguna Lagunillas que tienen mayor correlación en la población de *Telmatobius culeus* son la alcalinidad y el oxígeno disuelto al 91.6 % de correlación en la época de avenida y al 70.8% de correlación en la época seca. Así mismo se determinó que la rana *Telmatobius culeus* es un excelente bioindicador para el control de laguna Lagunillas. Así mismo los parámetros de fosforo y nitrógeno total se encuentra por encima de lo permitido lo cual nos indica que la laguna Lagunillas esta en un proceso de eutrofización y esto con el tiempo llevara a la reducción del oxígeno disuelto y demás parámetros fisicoquímicos generando el deterioro de todo el ecosistema de la laguna Lagunillas.

RECOMENDACIONES

- Para futuras investigaciones se sugiere evaluar los parámetros fisicoquímicos en la zona limnética y zona profunda de la laguna Lagunillas en especial el nitrógeno y fosforo con el fin de tener mayor conocimiento sobre eutrofización que viene sucediendo en toda la laguna Lagunillas.
- Generar nuevas investigaciones sobre la distribución poblacional de *Telmatobius culeus* con métodos diferentes al buceo con snorkel, como el buceo con tanque que permite llegar a zonas más profundas y poder determinar el comportamiento de los cuerpos de agua al ser este un buen bioindicador.
- Realizar monitoreos continuos de las concentraciones oxígeno disuelto y alcalinidad en la laguna Lagunillas con el fin de monitorear a través del tiempo el comportamiento de la densidad poblacional *Telmatobius culeus*.
- Realizar la evaluación de poblaciones de *Telmatobius culeus* y parámetros fisicoquímicos en los ríos de la cuenca del Titicaca con el fin de poder entender mayor su distribución actual de la rana y como es el comportamiento de los parámetros fisicoquímicos a través de toda la cuenca.
- Evaluar los aspectos biológicos que podrían afectar el comportamiento de la especie y evaluar si existe otras variables como bacterias, virus y hongos que podrían estar afectando a la especie.
- Incluir en próximas investigaciones de *Telmatobius culeus* el crecimiento de la población de la especie a través del tiempo y como es su comportamiento con los parámetros fisicoquímicos.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Aguilar, C., & Valencia, N. (2019). Relaciones filogenéticas entre telmatobiinidos (Anura, Ceratophryidae, Telmatobiinae) de los Andes centrales basado en la morfología de los estados larval y adultos. *Revista de Biología Peruana*.
- Andrade, P., Elías, R., Grandez, R., & Mamani, J. (2017). *Descripción histológica de la piel de la rana gigante del Titicaca (Telmatobius culeus)*. Lima: Revistas de Investigación UNMSM.
- Angulo, A. (2008). Conservation Needs of Batrachophrynus and Telmatobius Frogs. *Ashoka Trust for Research in Ecology and the Environment and WoltersKluwer India Pvt. Ltd.*, 6, 328-333. Obtenido de <https://www.jstor.org/stable/26392950>
- Association Health American Public, A. (1992). Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater. *APHA*, 18. Washington.
- Barrón, S. (2017). Caracterización poblacional y uso de microhábitat de Telmatobius hintoni (Telmatobiidae) en zona urbana y rural de la ciudad de Cochabamba-Bolivia. Cochabamba, Bolivia: Universidad Mayor de San Simón.
- Belevan, J. (2014). *Calidad del desempeño docente en la Institución Educativa Jesús Maestro del distrito de Moche, 2014*. Obtenido de Universidad Privada Antenor Orrego: http://repositorio.upao.edu.pe/bitstream/upaorep/3077/1/RE_MAEST_EDU_JENNY_BELEVAN_CALIDAD.DEL.DESEMPE%20C3%91O_DATOS.pdf
- Benavides, & Ortiz. (2017). Species boundaries among the telmatobius (anura: leptodactylidae) of the lake titicaca basin: allozyme and morphological evidence. *The Herpetologists League*.
- Callapa, G. (2017). Estado poblacional de Telmatobius culeus (Anura: Telmatobiidae) en tres localidades del lado boliviano del lago Titicaca. La Paz, Bolivia: Universidad Mayor de San Simón.
- CEPES. (2009). Evaluación del lago Titicaca. Publicación en línea Octubre 2017. *Centro Peruano de Estudios Sociales*.
- Chavez, M. (2017). *Desempeño docente según estudiantes del VII ciclo de instituciones educativas técnicas del distrito de Pangoa - Satipo*. Obtenido de Universidad Nacional del Centro del Perú: <http://repositorio.uncp.edu.pe/bitstream/handle/UNCP/4275/Chavez%20Solorzano.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

- Cumpa, E., & Quispe, R. (2016). *Las ranas del género telmatobius (anura : telmatobiidae) de los distritos de Coporaque, Espinae y Pichigua de la provincia de Espinar, Cusco: sistemática, sofometría geométrica y conservación*. Tesis, Universidad Nacional de San Antonio Abad del Cusco. Obtenido de <http://repositorio.unsaac.edu.pe/handle/UNSAAC/2653>
- De La Riva, I., Garcia, M., & Parra, G. (2010). Systematics of Bolivian frogs of the genus *Telmatobius* (Anura, Ceratophryidae) based on mtDNA sequences. *Systematics and Biodiversity*. Obtenido de <https://doi.org/10.1080/14772000903526454>
- Duellman. (1999). Hylid frogs of Middle América. *Society for the study of Amphibians and reptiles. St. Louis*.
- Ergueta, & Harvey. (1996). Anfibios." En Libro Rojo de Los Vertebrados de Bolivia. *edited by P. Ergueta and C. Morales, 67-72*.
- Flores, V. (2013). Preferencia de hábitat y densidad de *Telmatobius culeus* (Familia: Ceratophryidae) en el Lago Titicaca. *The Herpetologists' League*.
- Genova, M. I. (2011). Density and habitat preferences of Lake Titicaca frog (*Telmatobius culeus*) at North-West of Copacabana peninsula. *Resource Ecology Group* . Wageningen Universiteit .
- Heyer, E. M., Donnelly, R., McDiarmid, L., & Foster, H. y. (2016). Medición y monitoreo de la diversidad biológica. Métodos estandarizados para anfibios. *Smithsonian Institution Press*. Editorial Universitaria de la Patagonia.
- Huatchinson, Haines, & Engbretson. (1976). "Aquatic life at high altitude: respiratory adaptations in the lake Titicaca frog, *Telmatobius culeus*." In *respiration physiology*. 115-129.
- Juárez, A. (2012). *Desempeño docente en una institución educativa policial de la región Callao*. Obtenido de Universidad San Ignacio de Loyola: http://repositorio.usil.edu.pe/bitstream/123456789/1203/1/2012_Ju%C3%A1rez_Desempe%C3%B1o%20docente%20en%20una%20instituci%C3%B3n%20educativa%20policial%20de%20la%20Regi%C3%B3n%20Callao.pdf
- León, P. (2018). *Calidad de agua de las pozas artificiales implementadas para recuperar la rana *Gastroteca sp.* en Cuenca y bioensayo toxicológico de sus larvas en medios acuáticos con diferentes concentraciones de nitrito de sodio*. Universidad de Cuenca, Ecuador. Obtenido de <https://dspace.ucuenca.edu.ec/bitstream/123456789/29736/1/Tesis.pdf>
- López, C., & Gallina, S. (2011). Manual de Técnicas para el estudio de fauna . *Instituto de*

- Ecología*, A.C. Mexico: Universidad Autónoma de Querétano-Instituto de Mexico.
- Loza, A., & Mendoza, W. (2017). Evaluación poblacional y estado de conservación de *Telmatobius macrostomus* Peters, 1873. *Revista de investigación Alto Andino*, 17, 145-156.
- Mantilla, B. (2018). Reproducción de la rana gigante (*Telmatobius culeus*, Garman 1875) del lago Titicaca en ambientes controlados, Puno. Puno, Perú.
- Mantilla, B., Pari, D., & Mamani, M. (2023). Reproducción de la rana gigante (*Telmatobius culeus*, Garman 1875) del lago Titicaca, en ambientes controlados – Puno. Tacaya, Huancavelica, Perú: Universidad Nacional Autónoma de Tayacaja Daniel Hernández Morillo.
- Monteagudo, M. A. (2015). Análisis comparativo de los índices de calidad de agua de los ríos Lampa y Cabanillas. *Revista de sociedad química del Perú*. Puno, Perú.
- Muñoz, A., Callapa, G., & Janssens, G. (2018). Temperature exposure and possible thermoregulation strategies in the Titicaca water frog *Telmatobius culeus*, a fully aquatic frog of the High Andes. 1-13. Obtenido de <http://www.int-res.com/articles/esr2018/37/n037p091.pdf>
- Perez. (1998). Dieta y ciclo gametogénico anual de *Telmatobius culeus* (Anura: Leptodactylidae) en el lago Titicaca (Huiñamarca). *The Herpetologists' League*.
- Pérez, M. (2005). Cría en cautividad y uso sostenible de la rana gigante del lago Titicaca (*Telmatobius culeus*). Monografías de Herpetología. (*Asociación Herpetológica Española*).
- Pérez-Castillo, A. G., & Rodríguez, A. (2008). Índice fisicoquímico de la calidad de agua para el manejo de lagunas tropicales de inundación. *Revista Biológica Tropical*, IV, 1905-1918.
- Peruano, E. (2017). *Decreto Supremo N° 004-2017-MINAM Aprueban Estándares de Calidad Ambiental (ECA) para Agua y establecen Disposiciones Complementarias*. Lima.
- Ramos, L. (2020). Evaluación de la información disponible del suri, pisaca y rana gigante del lago. Proyecto de conservación de la biodiversidad en la cuenca del Titicaca – Desaguadero – Poopó – Salar de Coipasa.
- Ramos, V., Quispe, J., & Piperis, K. (2019). *Evaluación de la abundancia relativa de Telmatobius culeus en la zona litoral del lago Titicaca, Perú*. Lima. Obtenido de http://www.scielo.org.pe/scielo.php?pid=S1727-99332019000400007&script=sci_arttext
- Reátegui, C. (2016). *La gestión administrativa y productividad en el Poder Judicial: caso*

- módulo penal de Moyobamba, 2016. Obtenido de Universidad Cesar Vallejo: http://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/UCV/1245/reategui_sc.pdf?sequence=1*
- Rebolledo, N. (2017). Caracterización poblacional y de habitat de *Telmatobius* (Grupo *hintoni*) en las vertientes del Salar de Ascotán, región de Antofagasta. *Revista científica oficial de la Sociedad Española de Ornitología*.
- Telma, M. (2017). *La rana gigante del Titicaca continúa en peligro de extinción*. Obtenido de MONGABAY : <https://es.mongabay.com/2017/04/peru-bolivia-rana-gigante-titicaca-extincion/>
- UICN. (2008). The world conservation union. *Red list of treated species*.
- Vásquez, W., Talavera, M., & Inga, M. (2015). Evaluacion del impacto en la calidad de agua debido a la producción semi intensiva de trucha (*Oncorhynchus mykiss*) en jaulas flotantes en la laguna Arapa - Puno. *Revista de la Sociedad Química del Perú*.
- Villalobos, C. (2016). “Propuesta de protocolo para el mantenimiento en cautiverio de la rana del Lago Titicaca (*Telmatobius culeus*) basada en experiencias previas”. Lima, Perú: Universidad Peruana Cayetano Heredia.

ANEXOS

ANEXO 1. Matriz de consistencia.

ROBLEMA	OBJETIVOS	HIPÓTESIS	VARIABLES	INDICADORES	METODOLOGÍA	TÉCNICAS E INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS
¿Cuál es el impacto de la calidad del agua de la laguna Lagunillas en la población de ranas de la especie <i>Telmatobius culeus</i> ?	Evaluar el impacto de la calidad de agua de la laguna Lagunillas en la población de ranas de la especie <i>Telmatobius culeus</i> .	HO. La calidad del agua tiene impactos negativos en la población de ranas de la especie <i>Telmatobius culeus</i> en la laguna Lagunillas.	VARIABLE INDEPENDIENTE Características fisicoquímicas del agua.	<ul style="list-style-type: none"> • pH, • Temperatura, • Conductividad eléctrica • Oxígeno disuelto, • Alcalinidad, • Dureza, • Nitrógeno • Fosforo 	TIPO DE INVESTIGACIÓN: Cuantitativa ENFOQUE INVESTIGACIÓN: Correlacional POBLACIÓN: Laguna lagunillas MUESTRA: Once zonas de estudio	INSTRUMENTO <ul style="list-style-type: none"> • Laboratorio portátil Alabama Water Quality Monitoring LaMotte© • Multiparámetro portátil HI 991300 marca HANNA
PROBLEMAS ESPECÍFICOS ¿Cuál es la situación actual de los parámetros poblacionales: tamaño y la densidad poblacional de ranas de la especie <i>Telmatobius culeus</i> en la laguna Lagunillas?	OBJETIVOS ESPECÍFICOS: Determinar la situación actual de los parámetros poblacionales: tamaño y la densidad poblacional de ranas de la especie <i>Telmatobius culeus</i> en la laguna Lagunillas.	HIPÓTESIS ESPECÍFICAS: H1. La situación actual de los parámetros poblacionales de la especie de <i>Telmatobius culeus</i> son un bajo tamaño poblacional y una variada densidad poblacional en la laguna Lagunillas.	VARIABLE DEPENDIENTE Tamaño y densidad poblacional de ranas del género <i>Telmatobius culeus</i> .	Individuos/ hectárea Densidad poblacional de <i>Telmatobius culeus</i> .	MÉTODOS Association Health American Public, 1992 APHA AWWA. Transectos sub acuáticos. Buceo con snorkel Relevamiento por encuentro visual	INSTRUMENTO: Traje de buceo con Snorkel Estimador de Hayne $D_H = \frac{n}{2L} \left[\sum_{i=1}^n \frac{1}{r_i} \right] * 10000$
¿Cuáles son los parámetros fisicoquímicos del agua de la laguna Lagunillas influyentes en la población de <i>Telmatobius culeus</i> ?	Evaluar los parámetros fisicoquímicos del agua de la laguna Lagunillas influyentes en la población de <i>Telmatobius culeus</i> .	H2. Los parámetros fisicoquímicos influyentes en la población de <i>Telmatobius culeus</i> son el pH, temperatura, conductividad eléctrica, oxígeno disuelto, dióxido de carbono alcalinidad, dureza, nitrógeno y ffsforo.				ESTADÍSTICA <ul style="list-style-type: none"> • Diseño estadístico multivariable • Análisis de varianza • Prueba de normalidad • Correlacion de Sperman • Regresion lineal multiple.

ANEXO 2. Certificado de calibración de multiparámetro H1991300 HANNA.



Certificado de Calibración

LT - 084 - 2022

Laboratorio de Termometría

Página 1 de 4

Expediente	1038539	<p>Este certificado de calibración documenta la trazabilidad a los patrones nacionales, que realizan las unidades de medida de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI)</p> <p>La Dirección de Metrología custodia, conserva y mantiene los patrones nacionales de las unidades de medida, calibra patrones secundarios, realiza mediciones y certificaciones metrológicas a solicitud de los interesados, promueve el desarrollo de la metrología en el país y contribuye a la difusión del Sistema Legal de Unidades de Medida del Perú. (SLUMP).</p> <p>La Dirección de Metrología es miembro del Sistema Interamericano de Metrología (SIM) y participa activamente en las Intercomparaciones que éste realiza en la región.</p> <p>Con el fin de asegurar la calidad de sus mediciones el usuario está obligado a recalibrar sus instrumentos a intervalos apropiados.</p>
Solicitante	METRINDUST S.A.C.	
Dirección	Calle Los Jazmines Mz. G. Lt. 13 Coo. Talavera De La Reina	
Instrumento de Medición	TERMOMETRO DE INDICACION DIGITAL	
Intervalo de Indicación	-196 °C a 500 °C	
Resolución	0,01 °C; 0,1 °C (*)	
Marca	DELTA OHM	
Modelo	HD 2127.1 (Para el indicador); TP472 I (Para los sensores)	
Procedencia	ITALIA	
Número de Serie	16028475 (Para el indicador); 16015435 (Para el sensor TH-04); 16017511 (Para el sensor TH-05)	
Elemento Sensor	Una Termorresistencia de platino de 100 Ω	
Fecha de Calibración	2022-03-10 al 2022-03-12	

Este certificado de calibración sólo puede ser difundido completamente y sin modificaciones. Los extractos o modificaciones requieren la autorización de la Dirección de Metrología del INACAL. Certificados sin firma digital y sello carecen de validez.

	Responsable del área	Responsable del laboratorio
	Dirección de Metrología	Dirección de Metrología

Instituto Nacional de Calidad - INACAL
 Dirección de Metrología
 Calle Las Camelias N° 817, San Isidro, Lima - Perú
 Telf.: (01) 640-8820 Anexo 1801
 Email: metrologia@inacal.gob.pe
 Web: www.inacal.gob.pe

Puede verificar el número de certificado en la página:
<https://aplicaciones.inacal.gob.pe/itm/verificar/>

ANEXO 3. Informe de ensayos de nitrógeno total y fosforo, época de avenida.

INFORME DE ENSAYOS N° 0906 - 2023 PÁGINA 1 DE 4

SOLICITANTE	: FRANZ WILLIAM PARI MAMANI
DIRECCIÓN	: CALLE 02 - URB. SANTA MONICA - JULIACA
PRODUCTO DECLARADO	: AGUA SUPERFICIAL DE LAGO
DESCRIPCIÓN DEL PRODUCTO	: Líquido transparente
CODIFICACIÓN / MARCA	: Ver detalle de codificación en hoja de resultados.
DATOS DECLARADOS POR EL CLIENTE	: Procedencia: Puno, Lampa, Santa Lucia-Laguna Lagunillas
TAMAÑO DE MUESTRA RECIBIDA	: 11 muestra de 600mL aprox c/u.
PRESENTACIÓN, ESTADO Y CONDICIÓN	: En envases de polietileno cerrados. En contenedor isotérmico a una temperatura de 6.9°C.
CONDICIONES DE RECEPCIÓN DE LA MUESTRA	: Recibida en el Laboratorio (Envases Proporcionados)
CONTRAMUESTRA Y PERIODO DE CUSTODIA	: Ninguna (por ser muestra única)
FECHA PRODUCCIÓN	: No especificada
FECHA DE VENCIMIENTO	: No especificada
CONTRATO N°	: 0309-2023
FECHA DE RECEPCIÓN	: 03/03/2023

CONDICIONES DE USO DEL PRESENTE INFORME DE ENSAYOS:

- El presente Informe de Ensayos tan sólo es válido únicamente para la Muestra analizada / el Lote muestreado , según sea el caso.
- No deben inferirse a la Muestra analizada o al Lote muestreado otros parámetros que no estén consignados en el presente Informe de Ensayos.
- En caso de que el producto haya sido muestreado por el cliente (Muestra recibida en laboratorio), BHIOS LABORATORIOS no se responsabiliza si las condiciones de muestreo no fueron las adecuadas, los resultados se aplican a la muestra tal como se recibió.
- En caso de que el producto haya sido muestreado por BHIOS LABORATORIOS , la presentación, estado y condición del lote corresponden a las encontradas al momento del muestreo.
- Los datos declarados por el cliente son consignados a solicitud expresa del mismo cliente y no son necesariamente verificados por el Laboratorio, por lo que BHIOS LABORATORIOS no asume responsabilidad por el uso de los mismos.
- El Período de Custodia es dependiente del tipo de ensayo y de la disponibilidad de la Muestra.
- BHIOS LABORATORIOS no guarda contramuestras de productos perecibles o de productos cuyas características pudieran variar durante el almacenamiento.
- El presente Informe de Ensayos no es un certificado de conformidad, ni certificado del sistema de calidad del productor.
- Está terminantemente prohibida la reproducción parcial de este Informe de Ensayos sin el conocimiento y la autorización escrita de BHIOS LABORATORIOS.
- Cualquier modificación, borrón o enmienda, anula el presente Informe de Ensayos.

ANEXO 4. Informe de ensayos de nitrógeno total y fosforo de la época de avenida de las zonas de estudio, fecha y hora de muestreo E1, E2, E3,E4 y E5.

INFORME DE ENSAYOS N° 0906 - 2023
PÁGINA 2 DE 4

RESULTADOS

LAB	DETERMINACIÓN	AGUA SUPERFICIAL DE LAGO		UNIDADES
		Código: E1 - Fecha y hora de muestreo: 02/03/2023 10:30 hrs.		
FQ	Nitrógeno Total		<0.50	mg/L
FQ	Elemento P		0.14	mg/L

ABREVIATURAS :

mg/L : Miligramos por litro

MÉTODOS UTILIZADOS :

Elemento P Water Analysis Handbook HACH. Phosphorus, Reactive (Orthophosphate). Method 8048: PhosVer 3 (Ascorbic Acid) Method. Pag.865. 4th Ed. Rev.2.

Nitrógeno Total BHIOS-FQ-014. Determinación de Nitrógeno Total. Versión 01-2008.

RESULTADOS

LAB	DETERMINACIÓN	AGUA SUPERFICIAL DE LAGO		UNIDADES
		Código: E2 - Fecha y hora de muestreo: 02/03/2023 14:10 hrs.		
FQ	Nitrógeno Total		<0.50	mg/L
FQ	Elemento P		0.15	mg/L

ABREVIATURAS :

mg/L : Miligramos por litro

MÉTODOS UTILIZADOS :

Elemento P Water Analysis Handbook HACH. Phosphorus, Reactive (Orthophosphate). Method 8048: PhosVer 3 (Ascorbic Acid) Method. Pag.865. 4th Ed. Rev.2.

Nitrógeno Total BHIOS-FQ-014. Determinación de Nitrógeno Total. Versión 01-2008.

RESULTADOS

LAB	DETERMINACIÓN	AGUA SUPERFICIAL DE LAGO		UNIDADES
		Código: E3 - Fecha y hora de muestreo: 02/03/2023 10:10 hrs.		
FQ	Nitrógeno Total		<0.50	mg/L
FQ	Elemento P		0.14	mg/L

ABREVIATURAS :

mg/L : Miligramos por litro

MÉTODOS UTILIZADOS :

Elemento P Water Analysis Handbook HACH. Phosphorus, Reactive (Orthophosphate). Method 8048: PhosVer 3 (Ascorbic Acid) Method. Pag.865. 4th Ed. Rev.2.

Nitrógeno Total BHIOS-FQ-014. Determinación de Nitrógeno Total. Versión 01-2008.

RESULTADOS

LAB	DETERMINACIÓN	AGUA SUPERFICIAL DE LAGO		UNIDADES
		Código: E4 - Fecha y hora de muestreo: 02/03/2023 11:10 hrs.		
FQ	Nitrógeno Total		<0.50	mg/L
FQ	Elemento P		0.14	mg/L

ABREVIATURAS :

mg/L : Miligramos por litro

MÉTODOS UTILIZADOS :

Elemento P Water Analysis Handbook HACH. Phosphorus, Reactive (Orthophosphate). Method 8048: PhosVer 3 (Ascorbic Acid) Method. Pag.865. 4th Ed. Rev.2.

Nitrógeno Total BHIOS-FQ-014. Determinación de Nitrógeno Total. Versión 01-2008.

RESULTADOS

LAB	DETERMINACIÓN	AGUA SUPERFICIAL DE LAGO		UNIDADES
		Código: E5 - Fecha y hora de muestreo: 02/03/2020 13:40 hrs.		
FQ	Nitrógeno Total		<0.50	mg/L
FQ	Elemento P		0.14	mg/L

ABREVIATURAS :

ANEXO 5. Informe de ensayos de nitrógeno total y fosforo de la época de avenida de las zonas de estudio, fecha y hora de muestreo E6, E7, E8 y E9.

INFORME DE ENSAYOS Nº 0906 - 2023
PÁGINA 3 DE 4

mg/L : Miligramos por litro

MÉTODOS UTILIZADOS :
Elemento P

Water Analysis Handbook HACH. Phosphorus, Reactive (Orthophosphate). Method 8048: PhosVer 3 (Ascorbic Acid) Method. Pag.865. 4th Ed. Rev.2.

Nitrógeno Total

BHIOS-FQ-014. Determinación de Nitrógeno Total. Versión 01-2008.

RESULTADOS

LAB	DETERMINACIÓN	AGUA SUPERFICIAL DE LAGO	
		Código: E6 - Fecha y hora de muestreo: 02/03/2023 13:05 hrs.	UNIDADES
FQ	Nitrógeno Total	<0.50	mg/L
FQ	Elemento P	0.16	mg/L

ABREVIATURAS :

mg/L : Miligramos por litro

MÉTODOS UTILIZADOS :
Elemento P

Water Analysis Handbook HACH. Phosphorus, Reactive (Orthophosphate). Method 8048: PhosVer 3 (Ascorbic Acid) Method. Pag.865. 4th Ed. Rev.2.

Nitrógeno Total

BHIOS-FQ-014. Determinación de Nitrógeno Total. Versión 01-2008.

RESULTADOS

LAB	DETERMINACIÓN	AGUA SUPERFICIAL DE LAGO	
		Código: E7 - Fecha y hora de muestreo: 02/03/2023 11:30 hrs.	UNIDADES
FQ	Nitrógeno Total	<0.50	mg/L
FQ	Elemento P	0.15	mg/L

ABREVIATURAS :

mg/L : Miligramos por litro

MÉTODOS UTILIZADOS :
Elemento P

Water Analysis Handbook HACH. Phosphorus, Reactive (Orthophosphate). Method 8048: PhosVer 3 (Ascorbic Acid) Method. Pag.865. 4th Ed. Rev.2.

Nitrógeno Total

BHIOS-FQ-014. Determinación de Nitrógeno Total. Versión 01-2008.

RESULTADOS

LAB	DETERMINACIÓN	AGUA SUPERFICIAL DE LAGO	
		Código: E8 - Fecha y hora de muestreo: 02/03/2023 12:50 hrs.	UNIDADES
FQ	Nitrógeno Total	<0.50	mg/L
FQ	Elemento P	0.12	mg/L

ABREVIATURAS :

mg/L : Miligramos por litro

MÉTODOS UTILIZADOS :
Elemento P

Water Analysis Handbook HACH. Phosphorus, Reactive (Orthophosphate). Method 8048: PhosVer 3 (Ascorbic Acid) Method. Pag.865. 4th Ed. Rev.2.

Nitrógeno Total

BHIOS-FQ-014. Determinación de Nitrógeno Total. Versión 01-2008.

RESULTADOS

LAB	DETERMINACIÓN	AGUA SUPERFICIAL DE LAGO	
		Código: E9 - Fecha y hora de muestreo: 02/03/2023 13:25 hrs.	UNIDADES
FQ	Nitrógeno Total	<0.50	mg/L
FQ	Elemento P	0.14	mg/L

ABREVIATURAS :

mg/L : Miligramos por litro

MÉTODOS UTILIZADOS :
Elemento P

Water Analysis Handbook HACH. Phosphorus, Reactive (Orthophosphate). Method 8048: PhosVer 3 (Ascorbic Acid) Method. Pag.865. 4th Ed. Rev.2.

Nitrógeno Total

BHIOS-FQ-014. Determinación de Nitrógeno Total. Versión 01-2008.

ANEXO 6. Informe de ensayos de nitrógeno total y fósforo de la época de avenida de las zonas de estudio, fecha y hora de muestreo E10, E11.

INFORME DE ENSAYOS N° 0906 - 2023
PÁGINA 4 DE 4

RESULTADOS

LAB	DETERMINACIÓN	AGUA SUPERFICIAL DE LAGO	
		Código: E10 - Fecha y hora de muestreo: 02/03/2023 12:00 hrs.	UNIDADES
FQ	Nitrógeno Total	<0.50	mg/L
FQ	Elemento P	0.14	mg/L

ABREVIATURAS :

mg/L : Miligramos por litro

MÉTODOS UTILIZADOS :

Elemento P Water Analysis Handbook HACH. Phosphorus, Reactive (Orthophosphate). Method 8048: PhosVer 3 (Ascorbic Acid) Method. Pag.865. 4th Ed. Rev.2.
Nitrógeno Total BHIOS-FQ-014. Determinación de Nitrógeno Total. Versión 01-2008.

RESULTADOS

LAB	DETERMINACIÓN	AGUA SUPERFICIAL DE LAGO	
		Código: E11 - Fecha y hora de muestreo: 02/03/2023 12:30 hrs.	UNIDADES
FQ	Nitrógeno Total	<0.50	mg/L
FQ	Elemento P	0.14	mg/L

ABREVIATURAS :

mg/L : Miligramos por litro

MÉTODOS UTILIZADOS :

Elemento P Water Analysis Handbook HACH. Phosphorus, Reactive (Orthophosphate). Method 8048: PhosVer 3 (Ascorbic Acid) Method. Pag.865. 4th Ed. Rev.2.
Nitrógeno Total BHIOS-FQ-014. Determinación de Nitrógeno Total. Versión 01-2008.

FECHAS DE EJECUCIÓN DE LOS ENSAYOS : FQ 03/03/2023 al 10/03/2023

FECHA DE EMISIÓN DEL PRESENTE INFORME DE ENSAYOS : 10/03/2023

Bigo. Miguel Valdivia Martínez
Gerente Técnico

Fin del Informe

ANEXO 7. Informe de ensayos de nitrógeno total y fosforo de la época seca zona E1, fecha y hora de muestreo.

INFORME DE ENSAYOS N° 3160-2023
PÁGINA 1 DE 2

SOLICITANTE : PARI MAMANI FRANZ WILLIAM
DIRECCIÓN : JIRÓN JULIACA185 - CABANILLA - LAMPA - PUNO
PRODUCTO DECLARADO : AGUA SUPERFICIAL
DESCRIPCIÓN DEL PRODUCTO : Líquido transparente
CODIFICACIÓN / MARCA : E-01
DATOS DECLARADOS POR EL CLIENTE : Procedencia: Puno, Lampa, Santa Lucia, Laguna Lagunillas - Fecha de muestreo: 02/09/2023
TAMAÑO DE MUESTRA RECIBIDA : 01 muestra de 1000mL aprox. Compuesta de 02 envases PE de 500mL c/u.
PRESENTACIÓN, ESTADO Y CONDICIÓN : En envases de polietileno cerrados. En contenedor isotérmico a una temperatura de 5.0°C.
CONDICIONES DE RECEPCIÓN DE LA MUESTRA : Recibida en el Laboratorio (Envases Proporcionados)
CONTRAMUESTRA Y PERIODO DE CUSTODIA : Ninguna (por ser muestra única)
FECHA PRODUCCIÓN : No especificada
FECHA DE VENCIMIENTO : No especificada
CONTRATO N° : 1003-2023
FECHA DE RECEPCIÓN : 03/09/2023

RESULTADOS

LAB	DETERMINACIÓN	AGUA SUPERFICIAL E-01	UNIDADES
FQ	Nitrógeno Total	<0.50	mg/L
FQ	Elemento P	0.02	mg/L

ABREVIATURAS:

mg/L : Miligramos por litro

OBSERVACIONES :

Cualquier valor precedido por "<" indica menor al límite de detección del método

MÉTODOS UTILIZADOS :

Nitrógeno Total : BHIOS-FQ-014. Determinación de Nitrógeno Total. Versión 01-2008.
Elemento P : Water Analysis Handbook HACH. Phosphorus, Reactive (Orthophosphate). Method 8048: PhosVer 3 (Ascorbic Acid) Method. Pag.865. 4th Ed. Rev.2.

FECHAS DE EJECUCIÓN DE LOS ENSAYOS : FQ 03/09/2023 al 10/09/2023

FECHA DE EMISIÓN DEL PRESENTE INFORME DE ENSAYOS : 10/09/2023

Blgo. Miguel Valdivia Martínez
Gerente Técnico

Fin del Informe

ANEXO 8. Informe de ensayos de nitrógeno total y fosforo de la época seca zona E2, fecha y hora de muestreo.

INFORME DE ENSAYOS Nº 3161 - 2023
PÁGINA 1 DE 2

SOLICITANTE : PARI MAMANI FRANZ WILLIAM
DIRECCIÓN : JIRÓN JULIACA185 - CABANILLA - LAMPA - PUNO
PRODUCTO DECLARADO : AGUA SUPERFICIAL
DESCRIPCIÓN DEL PRODUCTO : Líquido transparente
CODIFICACIÓN / MARCA : E-02
DATOS DECLARADOS POR EL CLIENTE : Procedencia: Puno, Lampa, Santa Lucia, Laguna Lagunillas - Fecha de muestreo: 02/09/2023
TAMAÑO DE MUESTRA RECIBIDA : 01 muestra de 1000mL aprox. Compuesta de 02 envases PE de 500mL c/u.
PRESENTACIÓN, ESTADO Y CONDICIÓN : En envases de polietileno cerrados. En contenedor isotérmico a una temperatura de 5.0°C.
CONDICIONES DE RECEPCIÓN DE LA MUESTRA : Recibida en el Laboratorio (Envases Proporcionados)
CONTRAMUESTRA Y PERIODO DE CUSTODIA : Ninguna (por ser muestra única)
FECHA PRODUCCIÓN : No especificada
FECHA DE VENCIMIENTO : No especificada
CONTRATO Nº : 1003-2023
FECHA DE RECEPCIÓN : 03/09/2023

RESULTADOS

LAB	DETERMINACIÓN	AGUA SUPERFICIAL E-02	UNIDADES
FQ	Nitrógeno Total	<0.50	mg/L
FQ	Elemento P	<0.02	mg/L

ABREVIATURAS:

mg/L : Miligramos por litro

OBSERVACIONES :

Cualquier valor precedido por "<" indica menor al límite de detección del método

MÉTODOS UTILIZADOS :

Nitrógeno Total : BHIOS-FQ-014. Determinación de Nitrógeno Total. Versión 01-2008.
Elemento P : Water Analysis Handbook HACH. Phosphorus, Reactive (Orthophosphate). Method 8048: PhosVer 3 (Ascorbic Acid) Method. Pag.865. 4th Ed. Rev.2.

FECHAS DE EJECUCIÓN DE LOS ENSAYOS : FQ 03/09/2020 al 10/09/2023

FECHA DE EMISIÓN DEL PRESENTE INFORME DE ENSAYOS : 10/09/2023

Bigo. Miguel Valdivia Martínez
Gerente Técnico

Fin del Informe

ANEXO 9. Informe de ensayos de nitrógeno total y fosforo de la época seca zona E3, fecha y hora de muestreo.

INFORME DE ENSAYOS N° 3162-2023
PÁGINA 1 DE 2

SOLICITANTE : PARI MAMANI FRANZ WILLIAM
DIRECCIÓN : JIRÓN JULIACA185 - CABANILLA - LAMPA - PUNO
PRODUCTO DECLARADO : AGUA SUPERFICIAL
DESCRIPCIÓN DEL PRODUCTO : Líquido transparente
CODIFICACIÓN / MARCA : E-03
DATOS DECLARADOS POR EL CLIENTE : Procedencia: Puno, Lampa, Santa Lucia, Laguna Lagunillas - Fecha de muestreo: 02/09/2023
TAMAÑO DE MUESTRA RECIBIDA : 01 muestra de 1000mL aprox. Compuesta de 02 envases PE de 500mL c/u.
PRESENTACIÓN, ESTADO Y CONDICIÓN : En envases de polietileno cerrados. En contenedor isotérmico a una temperatura de 5.0°C.
CONDICIONES DE RECEPCIÓN DE LA MUESTRA : Recibida en el Laboratorio (Envases Proporcionados)
CONTRAMUESTRA Y PERIODO DE CUSTODIA : Ninguna (por ser muestra única)
FECHA PRODUCCIÓN : No especificada
FECHA DE VENCIMIENTO : No especificada
CONTRATO N° : 1003-2023
FECHA DE RECEPCIÓN : 03/09/2023

RESULTADOS

LAB	DETERMINACIÓN	AGUA SUPERFICIAL E-03	
			UNIDADES
FQ	Nitrógeno Total	<0.50	mg/L
FQ	Elemento P	0.02	mg/L

ABREVIATURAS:

mg/L : Miligramos por litro

OBSERVACIONES :

Cualquier valor precedido por "<" indica menor al limite de detección del método

MÉTODOS UTILIZADOS :

Nitrógeno Total : BHIOS-FQ-014. Determinación de Nitrógeno Total. Versión 01-2008.
Elemento P : Water Analysis Handbook HACH. Phosphorus, Reactive (Orthophosphate). Method 8048: PhosVer 3 (Ascorbic Acid) Method. Pag.865. 4th Ed. Rev.2.

FECHAS DE EJECUCIÓN DE LOS ENSAYOS : FQ 03/09/2023 al 10/09/2023

FECHA DE EMISIÓN DEL PRESENTE INFORME DE ENSAYOS : 10/09/2023

Blgo. Miguel Valdivia Martinez
Gerente Técnico

Fin del Informe

ANEXO 10. Informe de ensayos de nitrógeno total y fosforo de la época seca zona E4, fecha y hora de muestreo.

INFORME DE ENSAYOS N° 3163 - 2023
PÁGINA 1 DE 2

SOLICITANTE : PARI MAMANI FRANZ WILLIAM
DIRECCIÓN : JIRÓN JULIACA185 - CABANILLA - LAMPA - PUNO
PRODUCTO DECLARADO : AGUA SUPERFICIAL
DESCRIPCIÓN DEL PRODUCTO : Líquido transparente
CODIFICACIÓN / MARCA : E-04
DATOS DECLARADOS POR EL CLIENTE : Procedencia: Puno, Lampa, Santa Lucia, Laguna Lagunillas - Fecha de muestreo: 02/09/2023
TAMAÑO DE MUESTRA RECIBIDA : 01 muestra de 1000mL aprox. Compuesta de 02 envases PE de 500mL c/u.
PRESENTACIÓN, ESTADO Y CONDICIÓN : En envases de polietileno cerrados. En contenedor isotérmico a una temperatura de 5.0°C.
CONDICIONES DE RECEPCIÓN DE LA MUESTRA : Recibida en el Laboratorio (Envases Proporcionados)
CONTRAMUESTRA Y PERIODO DE CUSTODIA : Ninguna (por ser muestra única)
FECHA PRODUCCIÓN : No especificada
FECHA DE VENCIMIENTO : No especificada
CONTRATO N° : 1003-2023
FECHA DE RECEPCIÓN : 03/09/2023

RESULTADOS

LAB	DETERMINACIÓN	AGUA SUPERFICIAL E-04	UNIDADES
FQ	Nitrógeno Total	<0.50	mg/L
FQ	Elemento P	0.02	mg/L

ABREVIATURAS:

mg/L : Miligramos por litro

OBSERVACIONES :

Cualquier valor precedido por "<" indica menor al limite de detección del método

MÉTODOS UTILIZADOS :

Nitrógeno Total : BHIOS-FQ-014. Determinación de Nitrógeno Total. Versión 01-2008.
Elemento P : Water Analysis Handbook HACH. Phosphorus, Reactive (Orthophosphate). Method 8048: PhosVer 3 (Ascorbic Acid) Method. Pag.865. 4th Ed. Rev.2.

FECHAS DE EJECUCIÓN DE LOS ENSAYOS : FQ 03/09/2023 al 10/09/2023

FECHA DE EMISIÓN DEL PRESENTE INFORME DE ENSAYOS : 10/09/2023

Bigo. Miguel Valdivia Martínez
Gerente Técnico

Fin del Informe

ANEXO 11. Informe de ensayos de nitrógeno total y fosforo de la época seca zona E5, fecha y hora de muestreo.

INFORME DE ENSAYOS N° 3164-2023
PÁGINA 1 DE 2

SOLICITANTE : PARI MAMANI FRANZ WILLIAM
DIRECCIÓN : JIRÓN JULIACA185 - CABANILLA - LAMPA - PUNO
PRODUCTO DECLARADO : AGUA SUPERFICIAL
DESCRIPCIÓN DEL PRODUCTO : Líquido transparente
CODIFICACIÓN / MARCA : E-05
DATOS DECLARADOS POR EL CLIENTE : Procedencia: Puno, Lampa, Santa Lucia, Laguna Lagunillas - Fecha de muestreo: 02/09/2023
TAMAÑO DE MUESTRA RECIBIDA : 01 muestra de 1000mL aprox. Compuesta de 02 envases PE de 500mL c/u.
PRESENTACIÓN, ESTADO Y CONDICIÓN : En envases de polietileno cerrados. En contenedor isotérmico a una temperatura de 5.0°C.
CONDICIONES DE RECEPCIÓN DE LA MUESTRA : Recibida en el Laboratorio (Envases Proporcionados)
CONTRAMUESTRA Y PERIODO DE CUSTODIA : Ninguna (por ser muestra única)
FECHA PRODUCCIÓN : No especificada
FECHA DE VENCIMIENTO : No especificada
CONTRATO N° : 1003-2023
FECHA DE RECEPCIÓN : 03/09/2023

RESULTADOS

LAB	DETERMINACIÓN	AGUA SUPERFICIAL E-05	UNIDADES
FQ	Nitrógeno Total	<0.50	mg/L
FQ	Elemento P	<0.02	mg/L

ABREVIATURAS:

mg/L : Miligramos por litro

OBSERVACIONES :

Cualquier valor precedido por "<" indica menor al limite de detección del método

MÉTODOS UTILIZADOS :

Nitrógeno Total : BHIOS-FQ-014. Determinación de Nitrógeno Total. Versión 01-2008.
Elemento P : Water Analysis Handbook HACH. Phosphorus, Reactive (Orthophosphate). Method 8048: PhosVer 3 (Ascorbic Acid) Method. Pag.865. 4th Ed. Rev.2.

FECHAS DE EJECUCIÓN DE LOS ENSAYOS : FQ 03/09/2023 al 10/09/2023

FECHA DE EMISIÓN DEL PRESENTE INFORME DE ENSAYOS : 10/09/2023

Blgo. Miguel Valdivia Martínez
Gerente Técnico

Fin del Informe

ANEXO 12. Informe de ensayos de nitrógeno total y fosforo de la época seca zona E6, fecha y hora de muestreo.

INFORME DE ENSAYOS Nº 3165-2023 PÁGINA 1 DE 2

SOLICITANTE : PARI MAMANI FRANZ WILLIAM

DIRECCIÓN : JIRÓN JULIACA185 - CABANILLA - LAMPA - PUNO

PRODUCTO DECLARADO : AGUA SUPERFICIAL

DESCRIPCIÓN DEL PRODUCTO : Líquido transparente

CODIFICACIÓN / MARCA : E-06

DATOS DECLARADOS POR EL CLIENTE : Procedencia: Puno, Lampa, Santa Lucia, Laguna Lagunillas - Fecha de muestreo: 02/09/2023

TAMAÑO DE MUESTRA RECIBIDA : 01 muestra de 1000mL aprox. Compuesta de 02 envases PE de 500mL c/u.

PRESENTACIÓN, ESTADO Y CONDICIÓN : En envases de polietileno cerrados. En contenedor isotérmico a una temperatura de 5.0°C.

CONDICIONES DE RECEPCIÓN DE LA MUESTRA : Recibida en el Laboratorio (Envases Proporcionados)

CONTRAMUESTRA Y PERIODO DE CUSTODIA : Ninguna (por ser muestra única)

FECHA PRODUCCIÓN : No especificada

FECHA DE VENCIMIENTO : No especificada

CONTRATO Nº : 1003-2023

FECHA DE RECEPCIÓN : 03/09/2023

RESULTADOS

LAB	DETERMINACIÓN	AGUA SUPERFICIAL E-06	UNIDADES
FQ	Nitrógeno Total	<0.50	mg/L
FQ	Elemento P	<0.02	mg/L

ABREVIATURAS:

mg/L : Miligramos por litro

OBSERVACIONES :

Cualquier valor precedido por "<" indica menor al límite de detección del método

MÉTODOS UTILIZADOS :

Nitrógeno Total : BHIOS-FQ-014. Determinación de Nitrógeno Total. Versión 01-2008.
Elemento P : Water Analysis Handbook HACH. Phosphorus, Reactive (Orthophosphate). Method 8048: PhosVer 3 (Ascorbic Acid) Method. Pag.865. 4th Ed. Rev.2.

FECHAS DE EJECUCIÓN DE LOS ENSAYOS : FQ 03/09/2023 al 10/09/2023

FECHA DE EMISIÓN DEL PRESENTE INFORME DE ENSAYOS : 10/09/2023

Blgo. Miguel Valdivia Martínez
Gerente Técnico

Fin del Informe

ANEXO 13. Informe de ensayos de nitrógeno total y fosforo de la época seca zona E7, fecha y hora de muestreo.

INFORME DE ENSAYOS N° 3166-2023
PÁGINA 1 DE 2

SOLICITANTE : PARI MAMANI FRANZ WILLIAM
DIRECCIÓN : JIRÓN JULIACA185 - CABANILLA - LAMPA - PUNO
PRODUCTO DECLARADO : AGUA SUPERFICIAL
DESCRIPCIÓN DEL PRODUCTO : Líquido transparente
CODIFICACIÓN / MARCA : E-07
DATOS DECLARADOS POR EL CLIENTE : Procedencia: Puno, Lampa, Santa Lucia, Laguna Lagunillas - Fecha de muestreo: 02/09/2023
TAMAÑO DE MUESTRA RECIBIDA : 01 muestra de 1000mL aprox. Compuesta de 02 envases PE de 500mL c/u.
PRESENTACIÓN, ESTADO Y CONDICIÓN : En envases de polietileno cerrados. En contenedor isotérmico a una temperatura de 5.0°C.
CONDICIONES DE RECEPCIÓN DE LA MUESTRA : Recibida en el Laboratorio (Envases Proporcionados)
CONTRAMUESTRA Y PERIODO DE CUSTODIA : Ninguna (por ser muestra única)
FECHA PRODUCCIÓN : No especificada
FECHA DE VENCIMIENTO : No especificada
CONTRATO N° : 1003-2023
FECHA DE RECEPCIÓN : 03/09/2023

RESULTADOS

LAB	DETERMINACIÓN	AGUA SUPERFICIAL E-07	UNIDADES
FQ	Nitrógeno Total	<0.50	mg/L
FQ	Elemento P	<0.02	mg/L

ABREVIATURAS:

mg/L : Miligramos por litro

OBSERVACIONES :

Cualquier valor precedido por "<" indica menor al límite de detección del método

MÉTODOS UTILIZADOS :

Nitrógeno Total : BHIOS-FQ-014. Determinación de Nitrógeno Total. Versión 01-2008.
 Elemento P : Water Analysis Handbook HACH. Phosphorus, Reactive (Orthophosphate), Method 8048: Phos Ver 3 (Ascorbic Acid) Method. Pag.865. 4th Ed. Rev.2.

FECHAS DE EJECUCIÓN DE LOS ENSAYOS : FQ 03/09/2020 al 10/09/2023

FECHA DE EMISIÓN DEL PRESENTE INFORME DE ENSAYOS : 10/09/2023

Bigo. Miguel Valdivia Martinez
Gerente Técnico

Fin del Informe

ANEXO 14. Informe de ensayos de nitrógeno total y fosforo de la época seca zona 8, fecha y hora de muestreo.

INFORME DE ENSAYOS N° 3167- 2023
PÁGINA 1 DE 2

SOLICITANTE : PARI MAMANI FRANZ WILLIAM
DIRECCIÓN : JIRÓN JULIACA185 - CABANILLA - LAMPA - PUNO
PRODUCTO DECLARADO : AGUA SUPERFICIAL
DESCRIPCIÓN DEL PRODUCTO : Líquido transparente
CODIFICACIÓN / MARCA : E-08
DATOS DECLARADOS POR EL CLIENTE : Procedencia: Puno, Lampa, Santa Lucia, Laguna Lagunillas - Fecha de muestreo: 02/09/2023
TAMAÑO DE MUESTRA RECIBIDA : 01 muestra de 1000mL aprox. Compuesta de 02 envases PE de 500mL c/u.
PRESENTACIÓN, ESTADO Y CONDICIÓN : En envases de polietileno cerrados. En contenedor isotérmico a una temperatura de 5.0°C.
CONDICIONES DE RECEPCIÓN DE LA MUESTRA : Recibida en el Laboratorio (Envases Proporcionados)
CONTRAMUESTRA Y PERIODO DE CUSTODIA : Ninguna (por ser muestra única)
FECHA PRODUCCIÓN : No especificada
FECHA DE VENCIMIENTO : No especificada
CONTRATO N° : 1003-2023
FECHA DE RECEPCIÓN : 03/09/2023

RESULTADOS

LAB	DETERMINACIÓN	AGUA SUPERFICIAL E-08	UNIDADES
FQ	Nitrógeno Total	<0.50	mg/L
FQ	Elemento P	<0.02	mg/L

ABREVIATURAS:

mg/L : Miligramos por litro

OBSERVACIONES :

Cualquier valor precedido por "<" indica menor al limite de detección del método

MÉTODOS UTILIZADOS :

Nitrógeno Total : BHIOS-FQ-014. Determinación de Nitrógeno Total. Versión 01-2008.
Elemento P : Water Analysis Handbook HACH. Phosphorus, Reactive (Orthophosphate). Method 8048: PhosVer 3 (Ascorbic Acid) Method. Pag.865. 4th Ed. Rev.2.

FECHAS DE EJECUCIÓN DE LOS ENSAYOS : FQ 03/09/2023 al 10/09/2023

FECHA DE EMISIÓN DEL PRESENTE INFORME DE ENSAYOS : 10/09/2023

Blgo. Miguel Valdivia Martínez
Gerente Técnico

Fin del Informe

ANEXO 15. Informe de ensayos de nitrógeno total y fosforo de la época seca zona 9, fecha y hora de muestreo.

INFORME DE ENSAYOS N° 3168 - 2023
PÁGINA 1 DE 2

SOLICITANTE : PARI MAMANI FRANZ WILLIAM
DIRECCIÓN : JIRÓN JULIACA185 - CABANILLA - LAMPA - PUNO
PRODUCTO DECLARADO : AGUA SUPERFICIAL
DESCRIPCIÓN DEL PRODUCTO : Líquido transparente
CODIFICACIÓN / MARCA : E-09
DATOS DECLARADOS POR EL CLIENTE : Procedencia: Puno, Lampa, Santa Lucia, Laguna Lagunillas - Fecha de muestreo: 02/09/2023
TAMAÑO DE MUESTRA RECIBIDA : 01 muestra de 1000mL aprox. Compuesta de 02 envases PE de 500mL c/u.
PRESENTACIÓN, ESTADO Y CONDICIÓN : En envases de polietileno cerrados. En contenedor isotérmico a una temperatura de 5.0°C.
CONDICIONES DE RECEPCIÓN DE LA MUESTRA : Recibida en el Laboratorio (Envases Proporcionados)
CONTRAMUESTRA Y PERIODO DE CUSTODIA : Ninguna (por ser muestra única)
FECHA PRODUCCIÓN : No especificada
FECHA DE VENCIMIENTO : No especificada
CONTRATO N° : 1003-2023
FECHA DE RECEPCIÓN : 03/09/2023

RESULTADOS

LAB	DETERMINACIÓN	AGUA SUPERFICIAL E-09	UNIDADES
FQ	Nitrógeno Total	<0.50	mg/L
FQ	Elemento P	<0.02	mg/L

ABREVIATURAS:

mg/L : Miligramos por litro

OBSERVACIONES :

Cualquier valor precedido por "<" indica menor al límite de detección del método

MÉTODOS UTILIZADOS :

Nitrógeno Total : BHIOS-FQ-014. Determinación de Nitrógeno Total. Versión 01-2008.
Elemento P : Water Analysis Handbook HACH. Phosphorus, Reactive (Orthophosphate). Method 8048: PhosVer 3 (Ascorbic Acid) Method. Pag.865. 4th Ed. Rev.2.

FECHAS DE EJECUCIÓN DE LOS ENSAYOS : FQ 03/09/2023 al 10/09/2023

FECHA DE EMISIÓN DEL PRESENTE INFORME DE ENSAYOS : 10/09/2023

Bigo. Miguel Valdivia Martínez
Gerente Técnico

Fin del Informe

ANEXO 16. Informe de ensayos de nitrógeno total y fosforo de la época seca zona 10, fecha y hora de muestreo.

INFORME DE ENSAYOS N° 3169 - 2023
PÁGINA 1 DE 2

SOLICITANTE : PARI MAMANI FRANZ WILLIAM

DIRECCIÓN : JIRÓN JULIACA185 - CABANILLA - LAMPA - PUNO

PRODUCTO DECLARADO : AGUA SUPERFICIAL

DESCRIPCIÓN DEL PRODUCTO : Líquido transparente

CODIFICACIÓN / MARCA : E-10

DATOS DECLARADOS POR EL CLIENTE : Procedencia: Puno, Lampa, Santa Lucia, Laguna Lagunillas - Fecha de muestreo: 02/09/2023

TAMAÑO DE MUESTRA RECIBIDA : 01 muestra de 1000mL aprox. Compuesta de 02 envases PE de 500mL c/u.

PRESENTACIÓN, ESTADO Y CONDICIÓN : En envases de polietileno cerrados. En contenedor isotérmico a una temperatura de 5.0°C.

CONDICIONES DE RECEPCIÓN DE LA MUESTRA : Recibida en el Laboratorio (Envases Proporcionados)

CONTRAMUESTRA Y PERIODO DE CUSTODIA : Ninguna (por ser muestra única)

FECHA PRODUCCIÓN : No especificada

FECHA DE VENCIMIENTO : No especificada

CONTRATO N° : 1003-2023

FECHA DE RECEPCIÓN : 03/09/2023

RESULTADOS

LAB	DETERMINACIÓN	AGUA SUPERFICIAL E-10	UNIDADES
FQ	Nitrógeno Total	<0.50	mg/L
FQ	Elemento P	<0.02	mg/L

ABREVIATURAS:

mg/L : Miligramos por litro

OBSERVACIONES :

Cualquier valor precedido por "<" indica menor al limite de detección del método

MÉTODOS UTILIZADOS :

Nitrógeno Total : BHIOS-FQ-014. Determinación de Nitrógeno Total. Versión 01-2008.
Elemento P : Water Analysis Handbook HACH. Phosphorus, Reactive (Orthophosphate). Method 8048: PhosVer 3 (Ascorbic Acid) Method. Pag.865. 4th Ed. Rev.2.

FECHAS DE EJECUCIÓN DE LOS ENSAYOS : FQ 03/09/2023 al 10/09/2023

FECHA DE EMISIÓN DEL PRESENTE INFORME DE ENSAYOS : 10/09/2023

Bigo. Miguel Valdivia Martinez
Gerente Técnico

Fin del Informe

ANEXO 17. Informe de ensayos de nitrógeno total y fosforo de la época seca zona 11, fecha y hora de muestreo.

INFORME DE ENSAYOS N° 3170- 2023
PÁGINA 1 DE 2

SOLICITANTE : PARI MAMANI FRANZ WILLIAM
DIRECCIÓN : JIRÓN JULIACA185 - CABANILLA - LAMPA - PUNO
PRODUCTO DECLARADO : AGUA SUPERFICIAL
DESCRIPCIÓN DEL PRODUCTO : Líquido transparente
CODIFICACIÓN / MARCA : E-11
DATOS DECLARADOS POR EL CLIENTE : Procedencia: Puno, Lampa, Santa Lucia, Laguna Lagunillas - Fecha de muestreo: 02/09/2023
TAMAÑO DE MUESTRA RECIBIDA : 01 muestra de 1000mL aprox. Compuesta de 02 envases PE de 500mL c/u.
PRESENTACIÓN, ESTADO Y CONDICIÓN : En envases de polietileno cerrados. En contenedor isotérmico a una temperatura de 5.0°C.
CONDICIONES DE RECEPCIÓN DE LA MUESTRA : Recibida en el Laboratorio (Envases Proporcionados)
CONTRAMUESTRA Y PERIODO DE CUSTODIA : Ninguna (por ser muestra única)
FECHA PRODUCCIÓN : No especificada
FECHA DE VENCIMIENTO : No especificada
CONTRATO N° : 1003-2023
FECHA DE RECEPCIÓN : 03/09/2023

RESULTADOS

LAB	DETERMINACIÓN	AGUA SUPERFICIAL E-11	UNIDADES
FQ	Nitrógeno Total	<0.50	mg/L
FQ	Elemento P	<0.02	mg/L

ABREVIATURAS:

mg/L : Miligramos por litro

OBSERVACIONES :

Cualquier valor precedido por "<" indica menor al limite de detección del método

MÉTODOS UTILIZADOS :

Nitrógeno Total : BHIOS-FQ-014. Determinación de Nitrógeno Total. Versión 01-2008.
 Elemento P : Water Analysis Handbook HACH. Phosphorus, Reactive (Orthophosphate). Method 8048: PhosVer 3 (Ascorbic Acid) Method. Pag.865. 4th Ed. Rev.2.

FECHAS DE EJECUCIÓN DE LOS ENSAYOS : FQ 03/09/2023 al 10/09/2023

FECHA DE EMISIÓN DEL PRESENTE INFORME DE ENSAYOS : 10/09/2023

Blgo. Miguel Valdivia Martínez
 Gerente Técnico

 Fin del Informe

ANEXO 18. Especificaciones técnicas del multiparámetro Hanna HI991300



- Marca: Hanna Instruments (EEUU)
- Modelo: HI991300
- Sonda: HI1288 (reemplazable), con cuerpo de PVC, sensor de temperatura, cable de 1.2 m y conector DIN

Rango

- pH: 0.00 hasta 14.00 pH
- EC: 0 hasta 3999 $\mu\text{S}/\text{cm}$
- TDS: 0 hasta 2000 mg/L (ppm)
- Temperatura: 0.0 hasta 60.0° C

Resolución

- pH: 0.01 pH
- EC: 1 $\mu\text{S}/\text{cm}$
- TDS: 1 mg/L (ppm)
- Temperatura: 0.01° C

Precisión (@20° C)

- pH: ± 0.01 pH
- EC/TDS: $\pm 2\%$ F.S.
- Temperatura: $\pm 0.5^\circ \text{C}$ / $\pm 1^\circ \text{F}$

ANEXO 19. Procedimiento realizado para la lectura de pH con el Multiparámetro portátil HI991300 marca HANNA.

Presione la tecla pH / mV para alternar entre esas dos formas.
Para ver la hora y la fecha del valor almacenado, presione el TIEMPO clave una o dos veces.
Cuando se termine, presione la tecla EXIT una o dos veces para regresar a el modo de lectura de pH.

ANEXO 20. Procedimiento realizado para la medición de la temperatura Multiparámetro portátil HI991300 marca HANNA.

PROCEDIMIENTO

Conectar el sensor de temperatura
Poner en contacto el sensor de temperatura con la superficie del agua
Realizar la lectura en la pantalla del multiparametro
Limpiar la el sensor una vez culminado la lectura

ANEXO 21. Procedimiento realizado para el análisis de la dureza (*Association Health American Public, 1992*) APHA.

PROCEDIMIENTO

Dureza Total

1. Enjuague tres veces el tubo para analizar dureza (código 4488) con agua de la muestra.
2. Llene el tubo con el agua a ser analizada, hasta la marca de 10 partes por millón (ppm).
3. Agregue a la muestra 5 gotas del reactivo #5 para dureza (código 4483-E) y agite el tubo para mezclar el agua con el reactivo.
4. Agregue una tableta del reactivo #6 (código 4484- J), tape el tubo y agite los contenidos hasta que la tableta se disuelva. La muestra deberá adoptar un color rosado.

Si la muestra se pone color azul, significa que no hay dureza suficiente para medir. El análisis termina aquí y se registra el valor de 0 mg/L.

5. Sostenga verticalmente la botella con el Reactivo #7 para dureza (código 4487WT-H) y agregue una gota a la muestra.
6. Agite el tubo con la muestra después de agregar la gota, para mezclar bien el contenido.
7. Continúe agregando gotas y cuente el número que utilice hasta que la muestra cambie de color, virando de **rosado a azul**.
8. Multiplique por 10 el número de gotas usadas a fin de calcular el valor de la dureza total en miligramos por litro (mg/L).



**Número de gotas
agregadas
x 10 = dureza
total (mg/L)**

ANEXO 22. Procedimiento realizado para la medición de la alcalinidad (*Association Health American Public, 1992*) APHA.

PROCEDIMIENTO

Alcalinidad Total

1. Enjuague tres veces el tubo para analizar alcalinidad (código 0970-S) con agua de la muestra.
2. Llene el tubo con agua de la muestra, hasta la línea de 10 mL.
3. Agregue una tableta **BCG-MR (código T-2311-J)**, tape el tubo y agítelo hasta que la tableta se haya disuelto. La muestra deberá adoptar un color azul o verde- azul.

Si la muestra adopta un color rosado, significa que no hay alcalinidad suficiente para medir. El análisis termina aquí y se registra el valor de 0 mg/L.

4. Llene el gotero del frasco de **reactivo B (código 4493PS-H)**. Sostenga el gotero verticalmente y **agregue una gota a la vez** al tubo.
5. Agite el tubo con la muestra después de agregar cada gota para mezclar bien el contenido, y cuente el número de gotas utilizadas hasta que el color de la muestra cambie aun rosa **vivo o intenso**.
6. El punto final de la prueba de alcalinidad se determina agregando gotas del reactivo hasta que ya no ocurra cambio de color. **La última gota de reactivo utilizada no se usa para los cálculos.**
7. Multiplique por 5 el número de gotas usadas a fin de calcular el valor de la alcalinidad total en miligramos por litro (mg/L).

Número de gotas usadas x 5 = Alcalinidad Total en mg/L



ANEXO 23. Procedimiento realizado para la medición del oxígeno disuelto (*Association Health American Public, 1992*) APHA.

PROCEDIMIENTO

Para analizar el oxígeno disuelto en el agua hay que seguir tres pasos: A- coleccionar la muestra, B- "fijar" la muestra y C- titular la muestra.

PASOA- COLECTAR LA MUESTRA

1. Para evitar contaminar la muestra lave 3 veces (cuidadosamente) las botellas (código 0688-DO) con agua del mismo sitio del que va a tomar las muestras a analizar.

2. Tape las botellas y sumérgelas unos 20 centímetros, destápelas debajo del agua y déjelas llenar completamente mientras estén sumergidas. **Evite mover el fondo en aguas poco profundas a fin de evitar contaminación con sedimentos.**

3. Golpear suavemente los lados de la botella mientras están debajo del agua a fin de hacer salir todas las burbujas adheridas a las paredes de la misma. **Tape las botellas mientras estén bajo el agua.** Asegúrese de que las juntas de plástico cónicas están dentro de las tapas de las botellas para análisis de oxígeno.

4. **Invertir las botellas con la muestra para comprobar que no hayan quedado burbujas de aire en el interior. Si una de las botellas (o las dos) tienen aire en el interior, vacíe las dos botellas con muestra y repita.** Una vez obtenida una muestra satisfactoria proceda inmediatamente con los siguientes pasos.



Paso B - Fijar la Muestra



1. Agregue 8 gotas de solución de *Sulfato manganoso (código 4167-G) a la muestra. No necesita tapar y mezclar a este punto.

2. Agregue 8 gotas de solución de *Solución de yoduro alcalino de potasio (código 7166-G) a la muestra. Tape las botellas y enjuáguelas por fuera con agua para limpiar cualquier reactivo que se haya derramado.

3. Mezclar el contenido de las botellas invirtiendo varias veces las mismas. **Se observará la formación de precipitado color café pálido nebuloso.**

5. Agregue 8 gotas de *Ácido sulfúrico, 1:1 (código 6141WT-G).

6. Tape las botellas y lávelas con agua, con el fin de limpiar cualquier reactivo que se haya derramado por los costados.

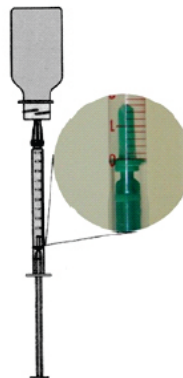
7. Mescle el contenido de las botellas invirtiéndolas varias veces hasta que el precipitado se haya disuelto o sedimentado en el fondo (3 a 5 minutos). La muestra está ahora fijada.

Paso C - "Titular" la Muestra



1. Enjuague tres veces el tubo para titular (código 0608) con 1-2 mL del agua "fijada" de la muestra.
2. Llene el tubo para titular hasta la línea de 20 mL (debajo del menisco) con agua "fijada" de la muestra.
3. Agregue a la muestra 8 gotas de Solución indicadora de almidón (código 4170WT-G) y agite el tubo para mezclar el contenido. La muestra cambiará a un color azul oscuro o **negro**

4. Tape el tubo para titular con la tapa plástica con un agujero en el centro.
5. Llenar el titulador de lectura directa (jeringa de plástico, código 0377) con Tiosulfato de sodio (código 4169-H).
6. Se Agregará una gota a la vez del reactivo a la muestra, y mueva suavemente el tubo para que se mezclen los contenidos.
7. Continuará titulando (agregando gotas) hasta que el color azul oscuro desaparezca de la muestra y cambie a transparente.
9. Leer el resultado en el titulador donde el círculo grande del émbolo coincide con la línea en la escala.
10. Registrar el valor de OD, **cada una de las divisiones menores en la escala del titulador equivale a 0.2 mg/L de oxígeno disuelto.**



ANEXO 24. Procedimiento realizado para medir la conductiva eléctrica Multiparámetro portátil HI991300 marca HANNA

PROCEDIMIENTO

Presionar la tecla CON
Presionar la tecla ENTER sucesivamente para ver los siguientes datos para cada una de las medidas: <ul style="list-style-type: none">• Temperatura de referencia• Tipo de compensación de temperatura• Corrección TDS• Conductividad electica
Ver la hora y la fecha del valor almacenado, presione el TIEMPO clave una o dos veces.
Cuando se termine, presionar la tecla EXIT una o dos veces para regresar a el modo de lectura de conductividad.

ANEXO 25. Fotografías de la determinación de la situación actual de los parámetros poblacionales: tamaño y densidad poblacional.



Figura 5. Proceso de revisión de los EPPs del buceo con Snorkel en las orillas de la laguna antes de la inmersión.



Figura 6. Medición de los 100 metros de cada transecto efectuado por cada zona de estudio.



Figura 7. Aplicación de la metodología REV “Relevamiento por encuentro visual” por cada transecto y zona de estudio.

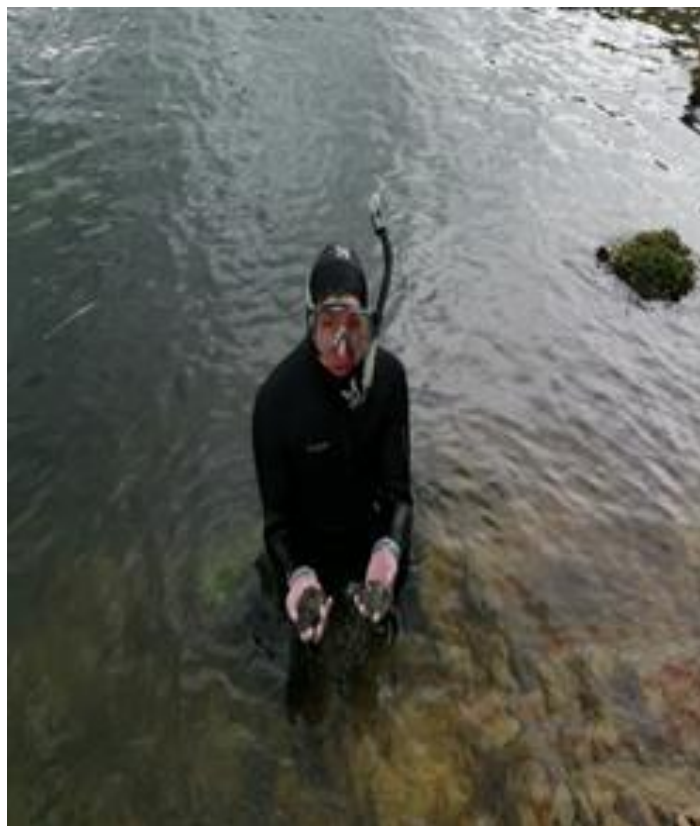


Figura 8. *Telmatobius culeus* encontrados en la zona de estudio E3 mediante el buceo con Snorkel



Figura 9. *Telmatobius culeus* encontrados en la zona de estudio E2 mediante el buceo con Snorkel



Figura 10. *Telmatobius culeus* encontrados en la zona de estudio E5 mediante el buceo con Snorkel en tipo de sustrato roca.



Figura 11. *Telmatobius culeus* encontrados en la zona de estudio E2 mediante el buceo con Snorkel en tipo de sustrato roca.



Figura 12. *Telmatobius culeus* encontrados en la zona de estudio E3 mediante el buceo con Snorkel en tipo de sustrato vegetal.



Figura 13. *Telmatobius culeus* encontrados en la zona de estudio E9 mediante el buceo con Snorkel en tipo de sustrato roca y vegetal.



Figura 14. *Telmatobius culeus* encontrados en la zona de estudio E4 mediante el buceo con Snorkel en tipo de sustrato arena y vegetal.



Figura 15. *Telmatobius culeus* encontrados en la zona de estudio E7 mediante el buceo con Snorkel en tipo de sustrato arena y vegetal.



Figura 16. *Telmatobius culeus* encontrados en la zona de estudio E10 mediante el buceo con Snorkel en tipo de sustrato vegetal.



Figura 17. *Telmatobius culeus* encontrados en la zona de estudio E11 mediante el buceo con Snorkel en tipo de sustrato vegetal y arena.



Figura 18. *Telmatobius culeus* encontrados en la zona de estudio E8 mediante el buceo con Snorkel en tipo de sustrato roca y arena.



Figura 19. *Telmatobius culeus* encontrados en la zona de estudio E6 mediante el buceo con Snorkel en tipo de sustrato vegetal.

ANEXO 26. Fotografías de la evaluación de los parámetros fisicoquímicos del agua en la laguna Lagunillas



Figura 20. Medición de pH, temperatura, conductividad eléctrica con el Multiparámetro HI991300 marca HANNA en los puntos donde se encontró la presencia de *Telmatobius culeus*.



Figura 21. Toma de muestra de agua con la botella Winkler para fijación de muestras.



Figura 22. Medición del oxígeno disuelto mediante la metodología de la Global Water Watch (GWW) basado en Association Health American Public.1992 APHA- AWWA.



Figura 23. Medición de la Dureza mediante el método volumétrico procedimiento de la Global Water Watch (GWW) basado en Association Health American Public.1992 APHA- AWWA.



Figura 24. Medición de la Dureza mediante el método titulométrico procedimiento de la Global Water Watch (GWW) basado en Association Health American Public.1992 APHA- AWWA.



Figura 25. Toma de muestra de Nitrógeno total y fósforo para su evaluación en el Laboratorio BHIOS.



Figura 26. Preservación de las muestras de Nitrógeno total y fósforo para su envío al Laboratorio BHIOS.

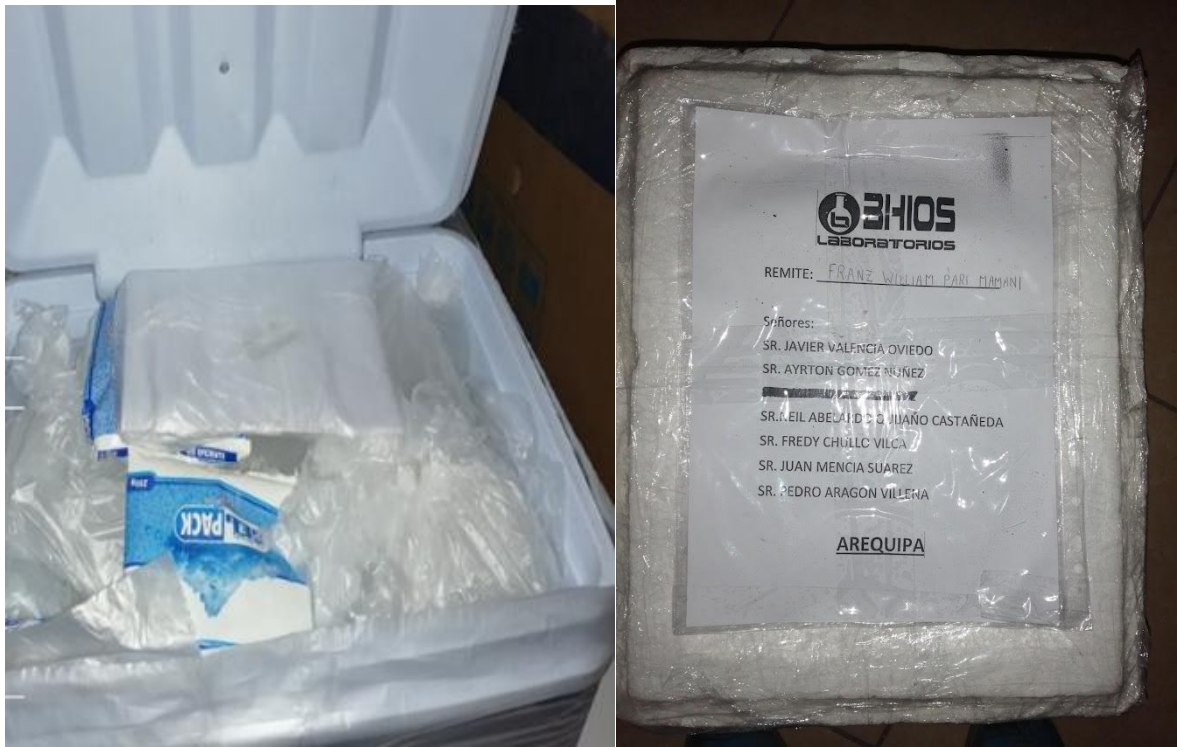


Figura 27. Rotulado, preparación y envío de muestras de Nitrógeno y fósforo para al Laboratorio

BHIOS S.R.L.

