

**UNIVERSIDAD CATÓLICA SEDES SAPIENTIAE**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA AGRARIA**



Caracterización hidroquímica de las aguas del bofedal ubicado en  
el sector Piticocha Bajo - Nor Yauyos Cochas

**TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE  
INGENIERO AMBIENTAL**

**AUTORES**

Karol Sophía Puerta Portuguez

Javier Alfredo Anduaga Ugarte

**ASESORES**

Mirton Enrique Crisólogo Rodríguez

Eduardo Oyague Passuni

Lima, Perú

2021

**METADATOS COMPLEMENTARIOS****Datos de los Autores****Autor 1**

Nombres	
Apellidos	
Tipo de documento de identidad	
Número del documento de identidad	
Número de Orcid (opcional)	

**Autor 2**

Nombres	
Apellidos	
Tipo de documento de identidad	
Número del documento de identidad	
Número de Orcid (opcional)	

**Autor 3**

Nombres	
Apellidos	
Tipo de documento de identidad	
Número del documento de identidad	
Número de Orcid (opcional)	

**Autor 4**

Nombres	
Apellidos	
Tipo de documento de identidad	
Número del documento de identidad	
Número de Orcid (opcional)	

**Datos de los Asesores****Asesor 1**

Nombres	
Apellidos	
Tipo de documento de identidad	
Número del documento de identidad	
Número de Orcid (Obligatorio)	

**Asesor 2**

Nombres	
Apellidos	
Tipo de documento de identidad	
Número del documento de identidad	
Número de Orcid (Obligatorio)	

### Datos del Jurado

#### Presidente del jurado

Nombres	
Apellidos	
Tipo de documento de identidad	
Número del documento de identidad	

#### Segundo miembro

Nombres	
Apellidos	
Tipo de documento de identidad	
Número del documento de identidad	

#### Tercer miembro

Nombres	
Apellidos	
Tipo de documento de identidad	
Número del documento de identidad	

### Datos de la Obra

Materia*	
Campo del conocimiento OCDE Consultar el listado:	
Idioma	
Tipo de trabajo de investigación	
País de publicación	
Recurso del cual forma parte (opcional)	
Nombre del grado	
Grado académico o título profesional	
Nombre del programa	
Código del programa Consultar el listado:	

**\*Ingresar las palabras clave o términos del lenguaje natural (no controladas por un vocabulario o tesauro).**



## ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS

ACTA N° 001 - 2023/UCSS/FIA/DI

Siendo las 08:00 a. m. del día 20 de abril de 2022, a través de la plataforma virtual zoom de la Universidad Católica Sedes Sapientiae, el Jurado de Tesis integrado por:

- |                                       |                 |
|---------------------------------------|-----------------|
| 1. Janet Del Milagro Zúñiga Trelles   | presidente      |
| 2. Mario Antonio Anaya Raymundo       | primer Miembro  |
| 3. Claudia Daniela Ramos Delgado      | segundo Miembro |
| 4. Mirton Enrique Crisólogo Rodríguez | asesor          |

Se reunieron para la sustentación virtual de la tesis titulada **Caracterización hidroquímica de las aguas del bofedal ubicado en el sector Piticocha Bajo – Nor Yauyos Cochas** que presentan los bachilleres en Ciencias Ambientales, **Karol Sophia Puerta Portuguez y Javier Alfredo Anduaga Ugarte** cumpliendo así con los requerimientos exigidos por el reglamento para la modalidad de titulación; la presentación y sustentación de un trabajo de investigación original, para obtener el Título Profesional de **Ingeniero Ambiental**.

Terminada la sustentación y luego de deliberar, el Jurado acuerda:

APROBAR

DESAPROBAR

La tesis, con el calificativo de **SUFICIENTE** y eleva la presente Acta al Decanato de la Facultad de Ingeniería Agraria, a fin de que se declare **EXPEDITA** para conferirle el **TÍTULO** de **INGENIERO AMBIENTAL**.

Lima, 20 de abril de 2022.

Janet Del Milagro Zúñiga Trelles  
PRESIDENTE

Mario Antonio Anaya Raymundo  
1°MIEMBRO

Claudia Daniela Ramos Delgado  
2°MIEMBRO

Mirton Enrique Crisólogo Rodríguez  
ASESOR

**Anexo 2**

CARTA DE CONFORMIDAD DEL ASESOR(A) DE **TESIS** / INFORME ACADÉMICO/ TRABAJO DE INVESTIGACIÓN/ TRABAJO DE SUFICIENCIA PROFESIONAL CON INFORME DE EVALUACIÓN DEL SOFTWARE ANTIPLAGIO

Lima, 12 de octubre de 2023

Señor(a),  
Wilfredo Mendoza Caballero  
Jefe del Departamento de Investigación  
Facultad de Ingeniería Agraria

Reciba un cordial saludo.

Sirva el presente para informar que **la tesis** bajo mi asesoría, con título: “Caracterización hidroquímica de las aguas del bofedal ubicado en el sector Piticocha Bajo - Nor Yauyos Cochas”, presentado por Karol Sophía Puerta Portuguez (código de estudiante: 2011101340 y DNI: 77053123) y Javier Alfredo Anduaga Ugarte (código de estudiante: 2011101564 y DNI:70752504) para optar el título profesional de Ingeniero Ambiental ha sido revisado en su totalidad por mi persona y **CONSIDERO** que el mismo se encuentra **APTO** para ser sustentado ante el Jurado Evaluador.

Asimismo, para garantizar la originalidad del documento en mención, se le ha sometido a los mecanismos de control y procedimientos antiplagio previstos en la normativa interna de la Universidad, **cuyo resultado alcanzó un porcentaje de similitud de 0 %\***. Por tanto, en mi condición de asesor(a), firmo la presente carta en señal de conformidad y adjunto el informe de similitud del Sistema Antiplagio Turnitin, como evidencia de lo informado.

Sin otro particular, me despido de usted. Atentamente,



Firma del Asesor (a)

DNI N°: 41751552

ORCID: 0000-0002-9128-9473

Facultad de Ingeniería Agraria - UCSS

\* De conformidad con el artículo 8°, del Capítulo 3 del Reglamento de Control Antiplagio e Integridad Académica para trabajos para optar grados y títulos, aplicación del software antiplagio en la UCSS, se establece lo siguiente:

Artículo 8°. Criterios de evaluación de originalidad de los trabajos y aplicación de filtros

El porcentaje de similitud aceptado en el informe del software antiplagio para trabajos para optar grados académicos y títulos profesionales, será máximo de veinte por ciento (20%) de su contenido, siempre y cuando no implique copia o indicio de copia.

## **DEDICATORIA**

A Dios, por regalarme el don de la vida y permitirme hacer posible cada una de mis metas.

A mis padres, por su ejemplo a no rendirme nunca y su lucha constante para darme siempre lo mejor, por su apoyo incondicional en cada etapa de mi vida, por su aliento en cada momento de dificultad y su gran amor.

A mi hermano, por su comprensión y cariño infinito.

A mi esposo, por motivarme a cumplir mis propósitos y ser mi compañía y fuerza constante.

A Emma, por ser mi mayor motivación y mi razón de ser.

Karol Puerta Portuguez

## **DEDICATORIA**

A mis padres, por siempre haberme apoyado en todo y por haberme formado de la manera que lo hicieron.

A mi novia por ser siempre un soporte y motivación para seguir encaminado.

A Lorenzo y a Nicolás por ser la mejor motivación para superarme cada día y esforzarme en dejarles un mejor lugar para vivir.

A la vida, por siempre darme las oportunidades necesarias.

Javier Anduaga Ugarte

## AGRADECIMIENTOS

A nuestras familias, por brindarnos las herramientas necesarias y el aliento para lograr finalizar nuestra carrera profesional.

A nuestro asesor, Ing. Mirton Crisólogo Rodríguez y Blgo. Eduardo Oyague quiénes estuvieron siempre pendientes en la realización de este trabajo de investigación regalándonos sus conocimientos, su tiempo y su paciencia.

A nuestra profesora Norma Quinteros, por su invaluable labor como maestra y por otorgarnos la oportunidad de participar en este proyecto ejecutado por el convenio existente entre la Universidad Católica Sedes Sapientiae, el Patronato de la Reserva Paisajística Nor Yauyos Cochas y CORBIDI.

A la Reserva Paisajística Nor Yauyos Cochas, por permitir el desarrollo de la investigación, en el marco del proyecto de la investigación, *“Evaluación de la hidrología y dinámica del carbono en turberas de la Reserva Paisajística Nor Yauyos Cochas”*, aprobado por Resolución Jefatural N° 002-2018-SERNANP-JEF.

A los guardaparques de la Reserva Paisajística Nor Yauyos Cochas: Eber Guerra, Jaime Dionisio y Diego Guevara, quienes colaboraron siempre en el trabajo de campo, brindándonos su experiencia, su testimonio y su tiempo, haciendo que la realización de esta tesis sea llevadera y retroalimentativa.

A nuestros amigos y amigas tesisistas, Elizabeth Hinojosa, María Gómez y Alfredo Choy, aventureros y compañeros de campo, quienes nos apoyaron durante la ejecución de este proyecto.

A todos ellos, Gracias.

Karol Puerta Portuguez y Javier Anduaga Ugarte

# ÍNDICE GENERAL

	Pág.
Índice general .....	viii
Índice de tablas .....	x
Índice de figuras .....	xii
Índice de apéndices.....	xiv
Resumen .....	xv
Abstract.....	xvi
Introducción.....	1
Objetivos.....	4
CAPÍTULO I: MARCO TEÓRICO .....	5
1.1. Antecedentes.....	5
1.2. Bases teóricas especializadas.....	12
1.2.1. Bofedales.....	12
1.2.2. Importancia de los Bofedales.....	13
1.2.3. Características de los Bofedales.....	13
1.2.4. Tipos de Bofedales.....	14
1.2.5. Bofedales en la RPNYC.....	15
1.2.6. Hidroquímica del agua.....	15
1.2.7. Clasificación de las aguas subterráneas .....	16
1.2.8. Parámetros físico-químicos.....	17
1.2.9. Constituyentes mayoritarios.....	18
1.2.10. Diagrama de Piper Hill Langelier .....	19
CAPÍTULO II: MATERIALES Y MÉTODOS .....	20
2.1. Diseño de la investigación .....	21
2.2. Lugar y fecha .....	21
2.3. Población y muestra.....	30
2.4. Técnicas e instrumentos.....	30
2.6. Identificación de las variables y su mensuración.....	39

2.7. Análisis de datos .....	40
2.8. Materiales .....	41
CAPÍTULO III: RESULTADOS .....	434
CAPÍTULO IV: DISCUSIONES .....	96
CAPÍTULO V: CONCLUSIONES .....	105
REFERENCIAS .....	109
TERMINOLOGÍA .....	114
APÉNDICES .....	116

## ÍNDICE DE TABLAS

	Pág.
Tabla 1. <i>Coordenadas para el registro físico - químico de los pozos de monitoreo del bofedal Piticocha bajo</i> .....	33
Tabla 2. <i>Coordenadas de los pozos de monitoreo seleccionados para el análisis de componentes mayoritarios</i> .....	33
Tabla 3. <i>VARIABLES identificadas para el muestreo in – situ</i> .....	40
Tabla 4. <i>VARIABLES identificadas para el muestreo ex – situ</i> .....	40
Tabla 5. <i>Resultados de los parámetros Físico - químicos registrados en el Bofedal Piticocha sector bajo</i> .....	44
Tabla 6. <i>Resultados de los componentes mayoritarios (meq/l) registrados en la época seca, Bofedal Piticocha sector bajo</i> .....	45
Tabla 7. <i>Resultados de los componentes mayoritarios (meq/l) registrados en la época húmeda, Bofedal Piticocha sector bajo</i> .....	46
Tabla 8. <i>Composición química del agua según el programa AquaChem 4.0 (% meq/l)</i> .....	48
Tabla 9. <i>Estadístico descriptivo general de los componentes mayoritarios (meq/l)</i> ...	56
Tabla 10. <i>Estadístico descriptivo de los componentes mayoritarios en la temporada seca (meq/l)</i> .....	57
Tabla 11. <i>Estadístico descriptivo de los componentes mayoritarios en la temporada húmeda (meq/l)</i> .....	58
Tabla 12. <i>Prueba de normalidad de los constituyentes mayoritarios por mes: Shapiro – Wilk</i> .....	68
Tabla 13. <i>Prueba de ANOVA de un factor de los constituyentes mayoritarios por mes</i> .....	69
Tabla 14. <i>Prueba de Tukey de los constituyentes mayoritarios por mes</i> .....	70
Tabla 15. <i>Estadístico descriptivo general para los parámetros físico - químicos</i> .....	72
Tabla 16. <i>Estadístico descriptivo para los parámetros físico – químicos en la temporada seca</i> .....	73
Tabla 17. <i>Estadístico descriptivo para los parámetros físico – químicos en la temporada húmeda</i> .....	73
Tabla 18. <i>Prueba de normalidad para los parámetros físico – químicos por mes: Shapiro – Wilk</i> .....	77
Tabla 19. <i>Prueba de ANOVA para los parámetros físico – químicos por mes</i> .....	78
Tabla 20. <i>Prueba de Tukey para los parámetros físico – químicos por mes</i> .....	79

Tabla 21. <i>Prueba de normalidad general para los componentes mayoritarios</i> .....	80
Tabla 22. <i>Prueba de normalidad general para los parámetros físico – químicos</i> .....	81
Tabla 23. <i>Correlación de Pearson general</i> .....	81
Tabla 24. <i>Correlación de Pearson del mes de julio</i> .....	82
Tabla 25. <i>Correlación de Pearson del mes de octubre</i> .....	82
Tabla 26. <i>Correlación de Pearson del mes de diciembre</i> .....	83
Tabla 27. <i>Correlación de Pearson del mes de enero</i> .....	83
Tabla 28. <i>Correlación de Pearson del mes de marzo</i> .....	84
Tabla 29. <i>Correlación de Spearman general de los componentes mayoritarios</i> .....	85
Tabla 30. <i>Correlación de Spearman para el mes de julio</i> .....	87
Tabla 31. <i>Correlación de Spearman para el mes de octubre</i> .....	88
Tabla 32. <i>Correlación de Spearman para el mes de diciembre</i> .....	89
Tabla 33. <i>Correlación de Spearman para el mes de enero</i> .....	90
Tabla 34. <i>Correlación de Spearman para el mes de marzo</i> .....	91
Tabla 35. <i>Correlación de Spearman general de los parámetros físico - químicos</i> .....	92
Tabla 36. <i>Correlación de Spearman de los parámetros físico - químicos para el mes de julio</i> .....	93
Tabla 37. <i>Correlación de Spearman de los parámetros físico - químicos para el mes de octubre</i> .....	94
Tabla 38. <i>Correlación de Spearman de los parámetros físico - químicos para el mes de diciembre</i> .....	94
Tabla 39. <i>Correlación de Spearman de los parámetros físico - químicos para el mes de enero</i> .....	95
Tabla 40. <i>Correlación de Spearman de los parámetros físico - químicos para el mes de marzo</i> .....	95

## ÍNDICE DE FIGURAS

	Pág.
<i>Figura 1.</i> Elaboración de un diagrama de Piper .....	20
<i>Figura 2.</i> Identificación de las áreas del Diagrama de Piper para la caracterización hidroquímica de las aguas.....	20
<i>Figura 3.</i> Ubicación del Bofedal Piticocha sector bajo en el Distrito de Tanta .....	23
<i>Figura 4.</i> Ubicación del Distrito de Tanta dentro de la Reserva Paisajística Nor Yauyos Cochas. ....	24
<i>Figura 5.</i> Vista del Bofedal Piticocha sector bajo ubicado en Paraje Tamboreal, Distrito de Tanta, Provincia de Yauyos.....	25
<i>Figura 6.</i> Mapa geológico a escala 1:10000 del bofedal Piticocha sector Bajo.....	27
<i>Figura 7.</i> Paisaje representativo del bofedal Piticocha sector Bajo .....	29
<i>Figura 8.</i> Huevo de <i>Chloephaga melanoptera</i> encontrado en el bofedal de Piticocha sector Bajo .....	29
<i>Figura 9.</i> Mapa de ubicación de pozos de monitoreo del bofedal Piticocha sector bajo de la RPNYC .....	32
<i>Figura 10.</i> Realización de la perforación con el apoyo del barreno para la instalación de los pozos de monitoreo en el bofedal Piticocha sector Bajo – RPNYC .	35
<i>Figura 11.</i> Instalación de los pozos de monitoreo en el bofedal Piticocha sector Bajo – RPNYC .....	35
<i>Figura 12.</i> Rotulación de los pozos de monitoreo en el bofedal Piticocha sector Bajo – PNYC, para su posterior ubicación y toma de muestras .....	36
<i>Figura 13.</i> Registro de los datos físico – químicos .....	37
<i>Figura 14.</i> Recolección de Muestras de Agua del bofedal Piticocha Bajo, RPNYC.....	37
<i>Figura 15.</i> Diagrama de Piper para el mes de julio (meq/l).....	49
<i>Figura 16.</i> Diagrama de Piper para el mes de octubre (meq/l) .....	50
<i>Figura 17.</i> Diagrama de Piper para el mes de diciembre (meq/l). ....	51
<i>Figura 18.</i> Diagrama de Piper para el mes de enero (meq/l) .....	52
<i>Figura 19.</i> Diagrama de Piper para el mes de marzo (meq/l) .....	53
<i>Figura 20.</i> Diagrama de Piper global (meq/l). ....	54
<i>Figura 21.</i> Variación temporal del calcio (meq/l).....	59
<i>Figura 22.</i> Variación temporal del magnesio (meq/l) .....	60
<i>Figura 23.</i> Variación temporal del sodio (meq/l).....	61
<i>Figura 24.</i> Variación temporal del potasio (meq/l).....	62

<i>Figura 25.</i> Variación temporal del cloruro (meq/l).....	63
<i>Figura 26.</i> Variación temporal del sulfato (meq/l).....	64
<i>Figura 27.</i> Variación temporal del bicarbonato (meq/l).....	65
<i>Figura 28.</i> Variación temporal del nitrato (meq/l).....	66
<i>Figura 29.</i> Variación temporal del pH .....	74
<i>Figura 30.</i> Variación temporal de la conductividad eléctrica .....	75
<i>Figura 31.</i> Variación temporal de la temperatura .....	76
<i>Figura 32.</i> Climograma del distrito de Tanta en el periodo de enero 2017 a mayo 2018.....	101

## ÍNDICE DE APÉNDICES

	Pág.
Apéndice 1. Análisis de agua del mes de julio .....	116
Apéndice 2. Análisis de agua del mes de octubre .....	122
Apéndice 3. Análisis de agua para el mes de diciembre .....	127
Apéndice 4. Análisis de agua del mes de enero .....	137
Apéndice 5. Análisis de agua del mes de marzo .....	147
Apéndice 6. Cadena de Custodia.....	157

## RESUMEN

La presente investigación se desarrolla en el bofedal ubicado en el sector Piticocha bajo de la reserva paisajística Nor Yauyos Cochas con la finalidad de generar conocimiento sobre las características hidroquímicas de las aguas subterráneas que posee este tipo de ecosistema, así como su variabilidad espacio-temporal. La metodología aplicada se basó en el registro de los parámetros físico-químicos (pH, T y CE) en trece pozos de monitoreo instalados en el bofedal y en el análisis de los componentes mayoritarios en diez pozos (cationes:  $\text{Ca}^{+2}$ ,  $\text{Mg}^{+2}$ ,  $\text{Na}^+$ ,  $\text{K}^+$  y aniones:  $\text{Cl}^-$ ,  $\text{SO}_4^{-2}$ ,  $\text{HCO}_3^-$ ,  $\text{NO}_3^-$ ). La toma de muestras se desarrolló durante los meses de julio a octubre (temporada seca) y diciembre del 2017 (transición), además de enero a marzo del 2018 (temporada húmeda). Los datos obtenidos fueron analizados a través del diagrama de Piper (meq/l) y sometidos a pruebas estadísticas (descriptivos, prueba de normalidad, análisis de varianza (ANOVA), Tukey y correlación). Los resultados indicaron que el tipo de agua dominante para el bofedal ubicado en el sector Piticocha Bajo fue la bicarbonatada cálcica y/o magnésica. Los componentes mayoritarios tales como el  $\text{Ca}^{+2}$ ,  $\text{Na}^+$ ,  $\text{Cl}^-$ ,  $\text{SO}_4^{-2}$ ,  $\text{HCO}_3^-$  y  $\text{NO}_3^-$  tendieron a aumentar, así como la CE se mantuvo en la temporada seca. El pH del agua fue de 6,97, logrando tener un comportamiento neutro; mientras que, la temperatura fue de 11,34 °C, generalmente apta para este tipo de ecosistemas. Se halló correlación positiva media entre el  $\text{Ca}^{+2}$  y  $\text{Mg}^{+2}$  durante los meses de julio y enero; mientras que, en los meses de julio y diciembre, ambos iones presentaron una correlación positiva significativa.

**Palabras claves:** bofedal, componentes mayoritarios, hidroquímica, reserva paisajística Nor Yauyos Cochas, parámetros físico-químicos.

## ABSTRACT

The present investigation refers to the characteristics of the nature conservation system, the place of the landscape reserve, and Yauyos Cochas, with the hydrochemical characteristics of the groundwater that this type of ecosystem possesses, as well as its space - time variability. The methodology applied was based on the registration of the physical-chemical parameters (pH, T and EC) in three monitoring wells in the bofedal, and the analysis of the majority components in only ten wells (Cations:  $\text{Ca}^{+2}$ ,  $\text{Mg}^{+2}$ ,  $\text{Na}^{+}$ ,  $\text{K}^{+}$  and anions:  $\text{Cl}^{-}$ ,  $\text{SO}_4^{-2}$ ,  $\text{HCO}_3^{-}$ ,  $\text{NO}_3^{-}$ ). Sampling takes place during the months of July, October 2017 (dry season) and December – 2017 (transition), January and March 2018 (wet season). The data obtained were analyzed through the Piper diagram (meq / l) and subjected to statistical tests (descriptive, normality test, analysis of variance (ANOVA), Tukey and correlation). The results indicated that the dominant type of water for the wetland located in the Piticocha Bajo sector was calcium and / or magnesium bicarbonate. Major components such as  $\text{Ca}^{+2}$ ,  $\text{Na}^{+}$ ,  $\text{Cl}^{-}$ ,  $\text{SO}_4^{-2}$ ,  $\text{HCO}_3^{-}$  and  $\text{NO}_3^{-}$  tended to increase, just as the EC remains in the dry season. The pH of the water was 6,97, achieving a neutral behavior; while, the temperature was 11,34 ° C, in general, suitable for this type of ecosystem. A mean positive correlation was found between  $\text{Ca}^{+2}$  and  $\text{Mg}^{+2}$  during the months of July and January, while in the months of July and December, both ions presented a significant positive correlation.

**Keywords:** bofedal, major components, hydrochemistry, landscape reserve Nor Yauyos, Cochas, physical parameters-chemicals.

## INTRODUCCIÓN

En el Perú, la problemática del agua es un tema que va en aumento; el cambio climático, la contaminación y la ausencia del recurso hídrico, en muchas regiones del país, hacen un conglomerado de situaciones que impiden el desarrollo económico, social y ecológico; todo esto, considerando que este elemento es de suma importancia para la existencia de vida y el crecimiento de las actividades productivas (Monteagudo, 2008).

De acuerdo con la Autoridad Nacional del Agua, solo en la costa (vertiente del Pacífico), se posee un 1,8 % de agua superficial disponible y en Lima la situación es aún peor. (Aqua fondo, 2015). Frente a esta realidad actual, el papel de las aguas subterráneas nos sumerge a un nuevo punto de partida y a una posible solución; sin embargo, estas aguas “que no se ven” cuentan con pocos estudios hidroquímicos especialmente en las partes altas, donde se encuentran ecosistemas de gran importancia natural como son los bofedales (Mendoza *et al.*, 2010).

Estos bofedales se encuentran muy familiarizados con manantiales y/o aguas subterráneas que generan la aparición de especies de fauna y flora endémicas; también poseen elementos que responden a la interacción de diversos factores climáticos, hidrográficos y al uso de tierra (Mendoza *et al.*, 2010).

Actualmente el sector Piticocha Bajo, ubicado dentro de la reserva paisajística Nor Yauyos Cochas, ha presentado una modificación generada por la intervención de la comunidad, la cual ha construido canales de infiltración por donde se traslada el agua del río y la distribuye para alimentar al bofedal con la finalidad de ampliar la frontera de pastos.

Por lo tanto, el desarrollo de una correcta caracterización hidroquímica permitirá determinar los posibles factores de perturbación de las aguas subterráneas del bofedal,

conocer las implicancias de su origen y su variabilidad temporal; los cuales, servirán como herramientas que colaboren en el manejo y cuidado de este ecosistema.

Así, la realización de este estudio dependió de incluir a todos los factores que promueven un desarrollo sostenible. Teniendo en cuenta, el aspecto ecológico, el desarrollo de esta tesis podrá determinar las características que poseen los bofedales en la zona en función a los factores hidroquímicos determinantes. Respecto a lo social, ayudará a que las comunidades campesinas cercanas al bofedal cuenten con reservas de agua naturales disponibles para el uso de sus actividades ganaderas y domésticas. En cuanto al ámbito económico, dará pie al desarrollo de actividades productivas en zonas cercanas a este ecosistema.

En concordancia a todo lo mencionado, la ejecución de esta tesis basado en la identificación de las características del bofedal sector Piticocha Bajo - Nor Yauyos Cochabamba, en función a los factores hidroquímicos, posibilitará establecer la influencia que posee en este tipo de ecosistemas altoandinos.

De esta forma, la siguiente investigación ha sido estructurada considerando cinco capítulos relevantes. El primer capítulo hace un recuento de distintos trabajos de investigación que abordan información teórica y dan soporte a esta tesis.

El segundo capítulo refleja la metodología aplicada en la etapa de campo y gabinete, del mismo modo los materiales empleados para la toma de muestras, la identificación de variables y el análisis de los datos obtenidos en esta investigación.

El tercer capítulo presenta los resultados conseguidos para cada parámetro considerado en esta tesis, reflejados en el análisis estadístico y su representación a través del diagrama hidroquímico.

El cuarto capítulo relaciona el análisis de los resultados adquiridos en este trabajo de investigación con el marco teórico de referencia. Finalmente, el quinto capítulo sintetiza los puntos de mayor relevancia encontrados a lo largo de esta tesis, que será aporte para la comunidad científica y/o académica.

## **OBJETIVOS**

### **Objetivo general**

Establecer las características hidroquímicas del bofedal ubicado en el sector Piticocha Bajo - Nor Yauyos Cochas.

### **Objetivos específicos**

1. Realizar un diagnóstico sobre las características químicas del agua del bofedal de sector Piticocha Bajo - Nor Yauyos Cochas, empleando el diagrama de Piper.
2. Analizar las variaciones espacio – temporal de las variables fisicoquímicas determinadas para la caracterización de las aguas del sector Piticocha Bajo - Nor Yauyos Cochas.
3. Estimar el grado de correlación entre las variables físico químicas consideradas en la toma de muestras del sector Piticocha Bajo - Nor Yauyos Cochas.

## CAPÍTULO I: MARCO TEÓRICO

### 1.1. Antecedentes

En el Perú, existe pocas investigaciones relacionadas a la hidroquímica de bofedales o humedales en zonas altas; sin embargo, se ha encontrado información sobre hidroquímica a nivel internacional y nacional en humedales y zonas costeras.

#### **Internacionales**

Chávez *et al.* (2011), en México realizaron un trabajo de investigación con el objetivo de conocer la constitución química de dichas aguas, determinar la procedencia de los contaminantes y detallar el grado de contaminación de los cuerpos de agua en estudio; para lo cual establecieron 16 estaciones de muestreo en tres fechas en las zonas de las presas, los ríos, los canales y la laguna de Gil. Dentro de la metodología emplearon el análisis estadístico multivariado (ACP y ACJA) mediante XLSTAT y hallaron un ICA (Índice de Calidad de Aguas). El resultado del proyecto, en función a los factores físico-químicos, demostraron que la conductividad, así como los coliformes fecales y el fósforo tuvieron un aumento considerable, el pH varió moderadamente de ácido–alcalino y los metales pesados evaluados obtuvieron bajas concentraciones; por lo tanto, no sobrepasaron los límites permisibles en descargas de aguas. Encontraron también la presencia de aguas con composición de sulfato de sodio debido al cambio en las relaciones iónicas de  $\text{Na}^+/\text{Ca}^{+2}$  y  $\text{Cl}^-/\text{SO}_4^{-2}$ . Los mejores resultados en cuanto a la calidad de aguas lo obtuvieron las zonas de los ríos y las presas debido a la poca influencia de las actividades humanas. En conclusión, la contaminación de las aguas para las otras zonas investigadas (canales y laguna) fueron dadas por las aguas residuales y los drenajes con efluentes agrícolas.

Lecomte *et al.* (2011), en Argentina llevaron a cabo un estudio con el objetivo de diagnosticar los procesos geoquímicos que controlan la dinámica de la cuenca y la variabilidad temporal sobre los elementos mayoritarios disueltos y el origen de solutos. Realizaron 82 muestras en 30 diferentes puntos de muestreo, dividiendo la cuenca en 3 partes: alta, media y baja; y en 2 estaciones: húmeda y seca. En cada punto de muestreo tomaron parámetros *in situ* como: temperatura, pH, CE, sólidos totales disueltos (STD), OD, etc. Mientras que, en el laboratorio, determinaron los aniones a través de cromatografía de iones por supresión química y cationes a través de plasma inductivamente acoplado. Para validar los resultados referentes a la hidroquímica emplearon el programa *Aquachem* y su interfase PHREEQC 2.15, clasificando la composición química de los ríos de montaña como bicarbonatadas mixtas y bicarbonatadas sódico – potásicas registrados en el diagrama de Piper. En cuanto a la identificación y al análisis de los minerales, emplearon diagramas de dispersión para verificar la correlación y posibles tendencias entre los iones generados por la hidrólisis de los minerales encontrados en la zona de estudio. La investigación concluyó que en la estación seca aumentan las concentraciones de iones mayoritarios disueltos, debido a que solo recargan los cuerpos de agua mediante las aguas subterráneas, también precisaron que la concentración de iones disueltos va en aumento conforme se fueron desplazando aguas abajo y que la tendencia de las aguas está en función a la geoquímica de la zona de estudio.

Menéndez *et al.* (2011) en Cuba, realizaron una investigación que llevó por título “Caracterización hidroquímica del Gran humedal del Norte, Ciego de Ávila, Cuba”, en dos bahías distintas: Los Perros y Jigüey, ubicadas al interior del Gran humedal, con la finalidad de determinar los factores que generan una modificación a nivel físico y químico del agua a través del estudio de parámetros como la salinidad, el nivel de temperatura, la saturación del oxígeno, entre otros. La metodología que aplicaron para el muestreo en campo constó en la selección de 11 estaciones determinadas de acuerdo con las características geográficas y a la dinámica de circulación, los cuales fueron analizados en tres campañas realizadas al final de las etapas climáticas anuales comprendidas en los años 2005 y 2006. Recolectaron 3 muestras de agua por estación para su posterior análisis de parámetros fisicoquímicos. Los resultados de la investigación dieron a conocer que los factores más influyentes fueron: el intercambio del agua con el océano, la profundidad

del humedal y en menor medida, el escurrimiento superficial de las aguas; llegando a la conclusión que, estas aguas están afectadas por cambios en el régimen hidrológico y por la actividad antrópica.

Vidal *et al.* (2011), en Chile realizaron un estudio con el propósito de determinar los parámetros hidroquímicos del complejo El Yali; para esto, estudiaron 20 puntos de muestreo en el año 2008; las épocas seleccionadas fueron otoño–invierno (fase húmeda del ciclo hidrológico anual). Llevaron a cabo la representación de las características geográficas, físicas e hidrológicas del complejo en mención, así como su localización geográfica. Respecto a las variables físico–químicas, tomaron muestras *in situ* considerando parámetros de salinidad, temperatura, pH, conductividad, oxígeno disuelto y alcalinidad. En cuanto a los resultados: el valor medio de la temperatura del agua fue de 13,45 °C y para el pH, de 7,9; el promedio de oxígeno disuelto resultó 9.8 mg/l, con un rango entre 19.6 mg/l en la laguna Cabildo y 3 mg/l en la de Guairao ; la alcalinidad osciló entre 39.3 mg/l en la laguna Cabildo y 6,2 mg/l en el río Yali , con un promedio de 13.6 mg/l; mientras que en los cationes, el promedio mayor fue para el sodio (521,17 mg/l), seguido del magnesio (72,6 mg/l), potasio (24 mg/l) y calcio (21,7 mg/l); el mayor rango de variación fue para el sodio, con valores muy altos de 10,856.5 mg/l en la laguna costera el Yali y 4,49 mg/l en el tranque, frente a Bucalemito; mientras que en los aniones, el cloruro fue claro dominante, con un promedio de 963.85 mg/l, frente al valor de 88,3 mg/l para el sulfato; sin embargo, los cloruros presentaron mayor diferencia, entre 19,163 mg/l en la laguna costera el Yali y 32,6 mg/l en el río Yali .

Padilla *et al.* (2012), en Guatemala, publicaron un artículo con el objetivo de conocer las particularidades de las dos épocas del año (lluviosa y seca) y las características químicas generadas por la contaminación o por la influencia de material geológico en la subcuenca del río Quiscab, Guatemala. Para ello, tomaron en cuenta la presencia de cationes mayores (potasio, magnesio, calcio, etc.) e iones mayores (sulfatos, cloruros y carbonatos); y utilizaron el diagrama de Piper mediante el programa Easy\_Quim.3. El método de recolección de muestras que utilizaron constó en la selección de siete puntos previamente reconocidos, los cuales fueron distribuidos en zonas con fuentes contaminadas y en contacto con las fuentes superficiales de un río. El resultado del trabajo, en los dos momentos evaluados, lluvioso y seco, consideró que el contenido iónico de bicarbonato

y carbonato fue debido a las características geológicas de la zona, mientras que en el caso de las aguas sulfatadas concluyeron que estas fueron generadas debido a las actividades antropogénicas.

García *et al.* (2012) en Cuba, realizaron un artículo con el objetivo de determinar el origen de las aguas, así como los parámetros fisicoquímicos que influyen en la calidad de la cuenca del río Naranjo. Para la realización de este trabajo analizaron seis puntos que abastecieron agua para el riego divididas en tres fuentes superficiales y en tres fuentes subterráneas de la cuenca del río Naranjo; posterior a eso decidieron evaluar *in situ* el pH y la conductividad eléctrica a través de un potenciómetro, así como los aniones y cationes minoritarios, según métodos de estandarización en cada punto. La estandarización de las aguas la realizaron mediante los criterios planteados por Shchoukarev y los resultados pudieron representar con el diagrama de Stiff y Schoeller-Berkaroff. La caracterización de las aguas presentó una temperatura ambiente, que varió entre 2,8 y 27,8 °C; el pH encontrado para las fuentes superficiales fue mayor al de las fuentes subterráneas para ambos periodos (húmedo y seco); sin embargo, ambos valores, por fuente, no pasaron el umbral de 8,4. Para el caso de la conductividad eléctrica, en fuentes subterráneas, fue superior a 3,0 ds  $\cdot$  m<sup>-1</sup>, considerándolas aguas no aptas para riego. Como complemento para las clasificaciones obtenidas realizaron análisis de clúster, usaron como medida de similitud la distancia Euclidiana y aplicaron el método de Ward para obtener conglomerados jerárquicos, todo ellos a través de SPSS Statistics 19. De acuerdo con la clasificación de Shchoukarev encontraron dos tipos de agua: las bicarbonatadas cloruradas sódicas y las cloruradas bicarbonatadas sódicas. Concluyeron que las aguas subterráneas son más mineralizadas que las superficiales y, para ambos casos, no son aptas para riego.

Cepeda (2013), en Chile, realizó una investigación con el objetivo de determinar algunos parámetros físicos y químicos (pH, temperatura, sólidos totales disueltos, Fe, Mn, As y sulfato totales) a través de una caracterización mensual y estacional. El trabajo lo ejecutó en una vega semi-inundada, “Tambo-Puquio” ubicada dentro de la red hidrográfica del río Elqui, la cual es fuente principal para el consumo humano, que a su vez está siendo dañada por influencias dadas por la actividad minera. Para esto, instalaron una red de

piezómetros con una profundidad de 10 m, el cual permitió el análisis del comportamiento mensual y estacional durante 4 años. Dentro de los resultados obtenidos encontraron, una variación en el pH de ácido a neutro (~ 5-7) y una elevación de los niveles de sulfatos, STD y Fe, Mn, As total. La vega presentó una disminución del nivel de agua en los meses de mayo-junio (-3,8 m) y un aumento en el mes de febrero (-2,5m). En conclusión, este estudio determinó que la variabilidad en los parámetros identificados en la vega Tambo-Puquio, en comparación a aguas subterráneas naturales, obtuvo resultados más altos en función a As, sulfato, Fl, Mg, Cu y Fe; además, en relación con otras vegas, ubicadas al norte; estos resultados fueron más consistentes, sosteniendo que las características físicas y químicas del agua van en relación con las particularidades geológicas de las montañas por donde fluye.

Avila (2013) en Bolivia, realizó una investigación en el humedal de Chaquilla, con el fin de caracterizar la hidrogeoquímica e hidrogeología de dicho humedal. Tomó muestras de agua superficial y subterránea para análisis de iones mayoritarios, instaló piezómetros, midió parámetros fisicoquímicos, alcalinidad y CO<sub>2</sub>. Concluyó que la evaporación tiene un rol muy importante en dicho humedal, ya que influye directamente en la concentración de diferentes iones. También concluyó que no existen evidencias concluyentes de un proceso de salinización y alcalinización de la superficie del cuerpo de agua y evidencian que las actividades de pastoreo no producen nitrificación.

Inocencio *et al.* (2013), en México, realizaron una investigación con el fin de evaluar la composición química de las aguas subterráneas que emplean en el uso doméstico en función a la normativa de control de la calidad de agua potable, en la cuenca del río Duero, en el estado de Michoacán. Para esto, analizaron la composición fisicoquímica en 17 sitios, en dos fechas de muestreo; las variables que determinaron fueron pH, conductividad eléctrica (CE), temperatura, iones mayoritarios y metales pesados. Los datos fueron procesados mediante el análisis estadístico multivariado con el paquete estadístico XLSTAT. Usaron los diagramas de Piper para determinar las familias de agua. Los resultados del trabajo determinaron que la conductividad eléctrica varió de 135 a 880  $\mu\text{s cm}^{-1}$  y el pH fue de 6,28 a 7,83 obteniendo una ligera variación del ácido – alcalino. En cuanto a las familias de agua, encontraron tres tipos: magnésico-

bicarbonatado, cálcico-bicarbonatada y sódico-cálcico-bicarbonatada. Las concentraciones de Mn, Cu, Zn y Fe halladas se mantuvieron en el rango permitido para el uso doméstico, mientras que el Pb excedió los límites máximos permisibles para el consumo humano en la mayoría de los sitios estudiados. Concluyeron que la concentración del Pb estuvo relacionada a los materiales volcánicos como las arenas silíceas.

Nieto *et al.* (2016), en España, realizaron un estudio con el objetivo de dar a conocer la importancia de la mejora de los conocimientos en relación con la hidroquímica y a la geología de los humedales de las provincias de Málaga, Córdoba y Jaén. Seleccionaron a veinte lagunas para su caracterización hidroquímica, dentro de las cuales doce pertenecieron a los complejos caóticos subbéticos y ocho a los sedimentos detríticos aluviales. Para la realización del proyecto tomaron 231 muestras, entre los años 2014 y 2016, las cuales fueron analizadas para determinar la alcalinidad total, los iones mayoritarios y minoritarios. Los resultados obtenidos indicaron que las aguas de los humedales interiores están influenciadas, en su mayoría, por iones mayores (sulfato-calcio) debido a la presencia de minerales como el yeso y la halita; mientras que los humedales costeros presentaron agua clorurada-sódica debido a la influencia del mar mediterráneo. Concluyeron que las aguas de las lagunas estudiadas presentaron un rango elevado de mineralización, lo cual favorece a la generación de la hidrodiversidad, considerándolo un lugar de gran valor ambiental.

## **Nacionales**

Gómez (2021) realizó una investigación con el fin de obtener una caracterización hidroquímica y variación espacio temporal del bofedal Piticocha sector 2. Se muestrearon aleatoriamente 10 pozos de agua para el análisis de cationes y aniones, tanto en temporada seca como en temporada húmeda y en temporada de transición. Procesaron los datos mediante el diagrama de Piper a través del software *diagrames*. Llegó a la conclusión que el agua tiene tendencia a ser ligeramente ácida y básica, con predominancia de anión bicarbonato y catión calcio, debido a la geología del lugar. Llegó a la conclusión que el agua es de buena calidad para su aprovechamiento y desarrollo sostenible.

Choy (2018) realizó un estudio con el fin de conocer la química de las aguas del bofedal del sector Moyobamba en la Reserva Paisajística Nor Yauyos Cochas, en donde registró las propiedades fisicoquímicas y los análisis de constituyentes mayoritarios en 34 pozos y 10 pozos respectivamente, dichos registros se tomaron en temporada seca y húmeda. Los datos fueron analizados mediante pruebas estadísticas específicas como: ANOVA, Tukey, correlación, pruebas de normalidad y descriptivos. El agua bicarbonatada cálcica tuvo predominancia en el 95 % de los pozos, mientras que en el 5 % restante fue la bicarbonatada magnésica, debido a las calizas de sus formaciones geológicas. El pH promedio fue ligeramente ácido debido a la humificación característica de estos humedales.

Cooper *et al.* (2010), realizaron en Cajamarca un estudio con el objetivo de efectuar la caracterización de los humedales de las turberas alpinas de los Andes y de las comunidades vegetales en su interior, así como inventariar las especies que encontraron en estos humedales y evaluar la proporción de los humedales que son turbas de acumulación e identificar la influencia de los factores físicos sobre la composición de la flora de la vegetación. Dentro de la metodología relacionada a la hidroquímica, tomaron como referencia 36 complejos de humedales, de los cuales sólo tomaron muestras de 32, debido a la falta de agua subterránea en los 4 restantes. Los análisis realizados en cada una de las muestras fueron aniones, cationes, metales disueltos y pH. Para este estudio utilizaron diversos programas estadísticos como: CANOCO y *PC Ord*, y realizaron diversas pruebas de permutación de Monte Carlo. Los resultados obtenidos en esta investigación indicaron que, para el caso de los cationes, el calcio tuvo una mayor tendencia en la mayoría de las muestras; sin embargo, en siete sitios, el 0,50 % de cationes eran de potasio y sodio; de esta manera obtuvieron dos clasificaciones de aguas: bicarbonatada cálcica y sulfatada cálcica, debido a la influencia de las rocas carbonatadas y sulfuro en las aguas de los humedales promoviendo el crecimiento de la especie turba en mayor proporción.

Oyague y Maldonado (2015), en el Cuzco realizaron una investigación con el objetivo de evaluar la relación entre la estructura física, la calidad del agua, las comunidades de plantas y las asociaciones de invertebrados acuáticos en tres diferentes turberas, tomando

en cuenta múltiples variables (pH, CE, OD, alcalinidad total,  $\text{NO}_3^-$ , P, K, P total, K total, BDO, COD y dureza total) en dos temporadas: temporada húmeda (marzo de 2012) y temporada seca (julio de 2011), y en tres turberas; las 2 primeras en el distrito de Chamaca y la tercera, en el distrito de Velille. Realizaron un análisis de similitud por Non-Metric Escala multidimensional (NMDS) y un análisis de correspondencia canónica. Encontraron que, de las 12 variables medidas, 3 tuvieron una diferencia significativa entre ambas estaciones, mientras que la única variable que tuvo una diferencia significativa entre los sitios fue el pH. Puesto que, en los elementos relacionados de encontró patrones de similitud, los investigadores concluyeron que los macroinvertebrados bentónicos son un aceptable indicador del estado de los cuerpos de agua presentes en las turberas.

## **1.2. Bases teóricas especializadas**

### **1.1.1. Bofedales**

Los bofedales, conocidos como oqonales, vegas andinas o turberas, son ecosistemas de altura conformados por una comunidad de plantas ubicadas en suelos de permanente humedad, caracterizados por un color verde, los cuales cumplen un rol importante para pastoreo del ganado auquénido (Ministerio del Ambiente [MINAM], 2012).

Estos humedales de altura se ubican en el Altiplano peruano – boliviano y son generadores de diversos servicios ambientales como la regulación del ciclo del agua y la protección del suelo. A su vez, son considerados como grandes reservas de carbono y zonas de alta productividad, útil para la ganadería (Zorogastúa *et al.*, 2012).

Según diversos estudios, se indica que los bofedales son pastizales con una humedad perenne caracterizada por la saturación de agua en el suelo, es decir son ecosistemas hidromorfos, carentes de drenaje y, en su mayoría, ubicados cerca de lagunas o acuíferos subterráneos.

### **1.1.2. Importancia de los Bofedales**

Crispín (2015) menciona que los bofedales cumplen un papel importante en las praderas andinas, debido a estos ecosistemas almacenan agua proveniente de la precipitación pluvial, nieve y granizo, así también de la humedad ambiental y de los deshielos, además de ser fuente de alta biodiversidad en especies forrajeras las cuales sirven de principal alimento para los camélidos sudamericanos. Es así como los bofedales son considerados como el principal productor de forraje (Gil, 2011).

Las especies que se encuentran dentro de este ecosistema son: *Alchemilla pinnata* J. Rémy, *Alchemilla diplophylla* Diels, *Hypochaeris stenocephala* (A. Gray ex Wedd.) Kuntze., *Lilaeopsis andina (kuchisitu, lima)* A.W. Hill, *Calamagrostis eminens* (J.Presl) Steud., *Plantago tubulosa* Decne., *Werneria pygmaea (ovejati)* Gillies ex Hook. & Arn., etc. (Crispín, 2015).

RAMSAR (2002) en la resolución VIII.39, dentro de las estrategias para los Humedales Altoandinos, especifica y reconoce que estos ecosistemas tienen un valor estratégico, debido que son fuente de agua y reguladores naturales del ciclo hidrológico, los cuales permiten el desarrollo de actividades antropogénicas. Son ecosistemas de alta biodiversidad, centros de endemismo, hábitat de flora y fauna amenazada, así como área de vida para comunidades campesinas y pueblos indígenas. Sin embargo, tomando en consideración la fragilidad de este ecosistema como área natural y de vida para los pueblos locales, se ve perturbado por el cambio climático, el cual se presenta a través de las sequías, granizadas, lluvias torrenciales, inundaciones, que afectan principalmente al propio ecosistema, a los pobladores y los camélidos.

### **1.1.3. Características de los Bofedales**

Las características principales que poseen los bofedales, manifestadas en el estudio de Gil (2011) son: el almacenamiento del agua, el cual es retenido en la época húmeda para ser liberado en la época seca; la mayoría tiene origen en la cabecera de los ríos o lagunas de las zonas; adoptan una forma almohadillada; la fragilidad como sistema, por lo tanto, son

susceptibles a ciertas alteraciones; y mantienen un nivel freático alto el cual permite las condiciones necesarias para el crecimiento de pastos y forraje.

De acuerdo con Crispín (2015), estos humedales de altura poseen funciones ecológicas como la recarga de acuíferos, las cuales se realizan cuando el agua acumulada dentro del humedal baja hasta las napas subterráneas, favoreciendo la prevención de inundaciones y la protección del suelo, respecto a la erosión. Así mismo, juegan un rol importante relacionado a la calidad del agua, lográndose a través de la retención, transformación y remoción de sedimentos, nutrientes y contaminantes (ciclo de la materia).

Estos ecosistemas son estimados como espacios de vida y de riqueza cultural y natural, como también poseen gran valor espiritual para las comunidades campesinas aledañas.

#### **1.1.4. Tipos de Bofedales**

Diferentes posiciones tratan de clasificar a los bofedales tomando diversos criterios como los pisos altitudinales, el almacenamiento de agua, tipo de clima, etc. De acuerdo a Alzérreca *et al.* (2001), podemos encontrar diversos tipos de bofedales clasificados de acuerdo a la altitud, pendiente, tipo de suelo, los cuales se indican a continuación:

- a) **En relación con su altura, cantidad y calidad de agua:** bofedales altoandinos semihúmedos, altiplano semihúmedo, altiplano semiáridos, altoandino semiáridos y áridos.
- b) **De acuerdo con los metros de altitud (4,000- 4,500 m.s.n.m.):** bofedales estacionales, bofedales siempre húmedos y bofedales con riego artificial.
- c) **Según el tipo de pendiente:** bofedales de ladera y bofedales de pampa.
- d) **Por su naturaleza:** bofedales naturales, generados por deshielos y/o corrientes de agua, los cuales se caracterizan por ser poco extensos; mientras que los bofedales

artificiales, a diferencia de los naturales, son extensos y cuentan con riego derivado de canales provenientes de los ríos.

Por otro lado, existe una clasificación de bofedales realizada por Humedales Altoandinos y la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (2008), donde considera tres tipos: bofedales con agua permanente, altamente productivo y de rápida recuperación; bofedales temporales; y bofedales halófilos (con agua salada temporal).

#### **1.1.5. Bofedales en la Reserva Paisajística Nor Yauyos Cochas**

La Reserva Paisajística Nor Yauyos Cochas se encuentra ubicada en los andes centrales de nuestro país; su área está comprendida entre las regiones de Lima y Junín compartiendo dos cuencas: la del Río Cañete y la de la Cocha Pachacayo. Los bofedales, dentro de la reserva, ocupan un 9586 ha. Aproximadamente de la superficie total estudiada equivalente a un 4,34 %; estos ecosistemas se ubican principalmente en zonas de mal drenaje, en planicies y/o en superficies planas (Ministerio del Ambiente [MINAM], 2011).

Su valor dentro de esta reserva radica en la provisión de servicios ecosistémicos hidrológicos y en la actividad ganadera de la zona, siendo este considerada un refugio para el ganado camélido en épocas de escasas de lluvias (Blundo *et al.*, 2016).

#### **1.1.6. Hidroquímica del agua**

La hidroquímica, es una herramienta de estudio, referido especialmente a la química de las aguas subterráneas, sin embargo, este término también abarca a las aguas superficiales.

De acuerdo con el Instituto Geológico, Minero y Metalúrgico [INGEMMET] (2011), caracterizan a la hidroquímica como una herramienta fundamental para el estudio del origen de las aguas subterráneas, su exploración y prospección; también para conocer la

interacción que mantienen con los depósitos acuíferos y la determinación de sus zonas de recargas.

De modo general, las aguas subterráneas presentan algunos compuestos químicos que no se perciben de modo visible, estos constituyentes son generados por diversos factores como la contaminación por actividades humanas que brindan componentes tóxicos en concentraciones sugerentes como cloruros, nitratos, metales pesados, etc.

Otros factores importantes son: la existencia de yacimientos minerales, la naturaleza de las aguas y la composición de los materiales que la atraviesan, la posible mezcla de diversos tipos de agua y el tiempo de residencia del agua con el subsuelo, entre otros (INGEMMET, 2011).

Para una correcta interpretación hidrogeoquímica es necesario realizar estudios sobre la composición del agua, también conocer e interpretar su distribución espacial y su variación temporal, y apoyarse en diferentes y diversas herramientas (Mariño *et al.*, 2018).

#### **1.1.7. Clasificación de las aguas subterráneas**

Menciona Werner (1996) que las aguas subterráneas se pueden clasificar de acuerdo con su contenido químico en diversos tipos:

- a) Por su contenido de ion
- b) ion cloruro se encuentran: el agua dulce (0- 1,000 ml/l Cl<sup>-</sup>), agua salobre (1,000- 10,000 ml/l Cl<sup>-</sup>), el agua salada (10,000- 100,000 ml/l Cl<sup>-</sup>) y la salmuera (> 100,000 ml/l Cl<sup>-</sup>).
- c) Por sustancias sólidas disueltas se encuentran: el agua potable (< 1,000 mg/l TDS) y el agua mineral (> 1,000 mg/l TDS).

- d) Por tipos aniónicos se encuentran: (c.1) las aguas bicarbonatadas, que se caracterizan por localizarse en las capas carbonatadas, especialmente calizas o en rocas metamórficas básicas; (c.2) las aguas sulfatadas, cuyos flujos se encuentran cerca de las capas de yeso; y (c.3) las aguas cloruradas, sus flujos tienen la particularidad de mantener contacto con intrusiones de agua de mar o aguas fósiles, manteniendo una alta conductividad.
  
- e) Por la dureza se encuentran: las aguas duras, las cuales poseen una alta concentración de magnesio y calcio; y las aguas suaves que mantienen una baja concentración de calcio y magnesio.

El estudio de la hidroquímica es muy importante puesto que ayuda a conocer y decidir la calidad del agua subterránea, considerando la evaluación de los procesos hidrogeoquímicos que ocasionan una variabilidad espacio temporal en la química de este tipo de aguas (Şen, 2015).

De acuerdo con los estudios realizados por Şen (2015, p. 280) se conoce que:

Estas aguas subterráneas son afectadas por diversos factores que condicionan su composición, tales como la descarga y recarga tanto natural como artificial, el movimiento del agua a través de las rocas o el reciclaje del agua a causa de las prácticas de riego.

Frente a estos factores, la hidroquímica sugiere una serie de metodologías, las cuales están apoyadas mediante el estudio de parámetros físico- químicos, los cuales dan pie a una ciencia que aporta y controla estas causas de contaminación como es la hidrogeoquímica.

#### **1.1.8. Parámetros fisicoquímicos**

Según Sánchez (2004), los parámetros fisicoquímicos utilizados por la hidroquímica son los siguientes:

1. Temperatura: este parámetro debe ser tomado *in situ* para evitar algún tipo de modificación. Cabe indicar que, la temperatura en zonas subterráneas tiene muy poca variación.
2. Conductividad: indica la facilidad que tiene el agua para conducir corriente eléctrica y está estrechamente ligada con la salinidad existente en el medio.
3. PH: utilizado para determinar la acidez del agua, para aguas subterráneas oscila entre 6,5 y 8,5.

Dentro de estos parámetros también se pueden identificar a la turbidez, la dureza, el olor, el sabor y la materia en suspensión.

Estos parámetros pueden ser empleados como base para lograr una correcta caracterización de las aguas subterráneas dentro de una unidad hidrogeológica, lo cual permite alcanzar conclusiones relacionados a los procesos que pueden ocurrir en los cuerpos de agua, para el uso de las aguas subterráneas (Şen, 2015).

#### **1.1.9. Constituyentes mayoritarios**

Para este tipo de estudio es recomendable considerar un análisis de constituyentes mayoritarios, referidos a aniones ( $\text{SO}_4^{-2}$ ,  $\text{HCO}_3^-$ ,  $\text{Cl}^-$  y  $\text{CO}_3^{-2}$ ) y cationes ( $\text{Ca}^{+2}$ ,  $\text{Na}^+$ ,  $\text{Mg}^{+2}$ , y  $\text{K}^+$ ). En aguas subterráneas estas especies iónicas representan un 90 % del total de sólidos disueltos (Şen, 2015).

Cooper *et al.* (2010) y Menéndez *et al.* (2011) indican que la obtención de estas variables, pueden ser tomadas de modo individual y de manera conjunta, puesto que su estudio colabora con la identificación de la tipología de aguas representadas en diagramas hidroquímicos.

### **1.1.10. Diagrama de Piper Hill Langelier**

Estudios hidroquímicos realizados se apoyan en diversos diagramas para poder representar la química de las aguas; dentro de estos tipos podemos encontrar en su mayoría al diagrama de Piper.

Este diagrama representa con claridad la caracterización química de las facies, puesto que hacen un acercamiento a su origen, evolución e identificación en general de todos sus procesos químicos (Santa *et al.*, 2008).

Según Tineo y Ruiz, (2015) este diagrama triangular es eficaz debido que expresa las posibles mezclas existentes en los diversos tipos de aguas.

El diagrama está compuesto por tres partes gráficas: dos triángulos equiláteros, los cuales representan los datos iónicos encontrados en las muestras de agua (aniones y cationes) y un rombo ubicado en la parte media de los mismos, donde se proyectan la composición relativa en porcentajes (Figura 1), el cual nos dará como resultado la caracterización final del tipo de agua, tal como se muestra en la Figura 2 (Tineo y Ruiz, 2015).

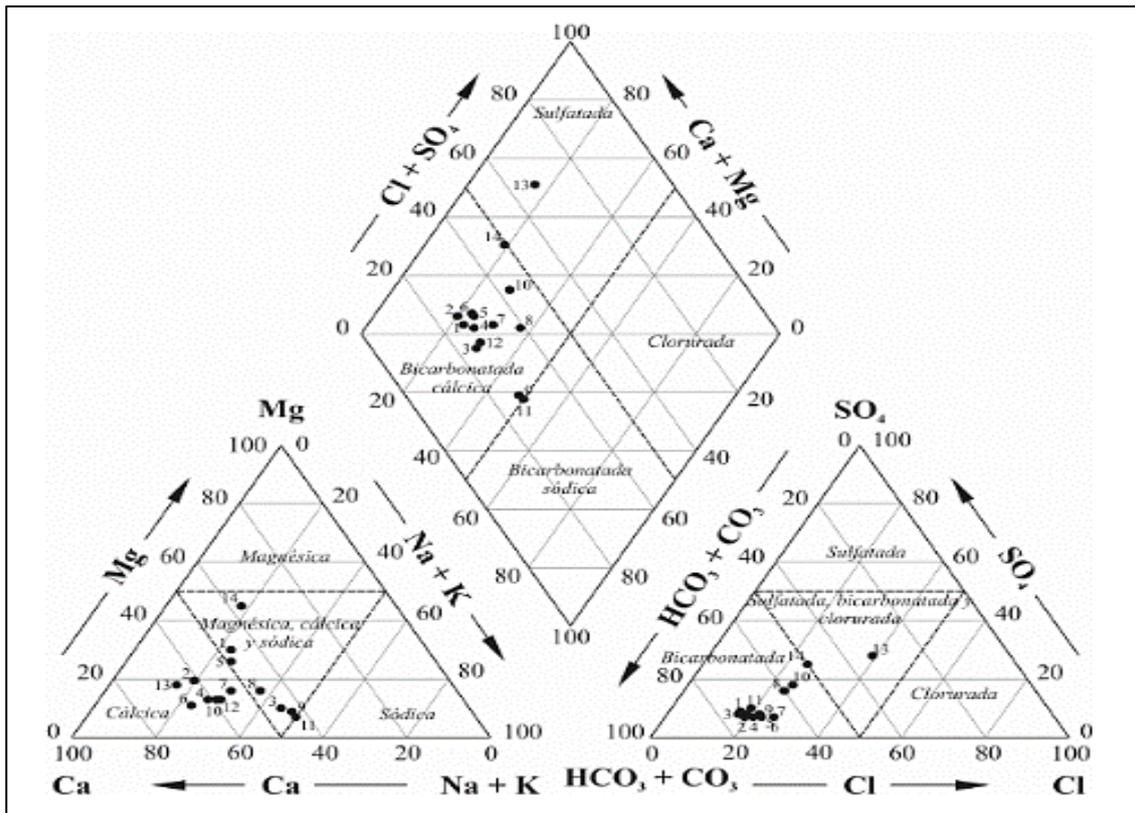


Figura 1. Elaboración de un diagrama de Piper. Fuente: Padilla et al. (2012).

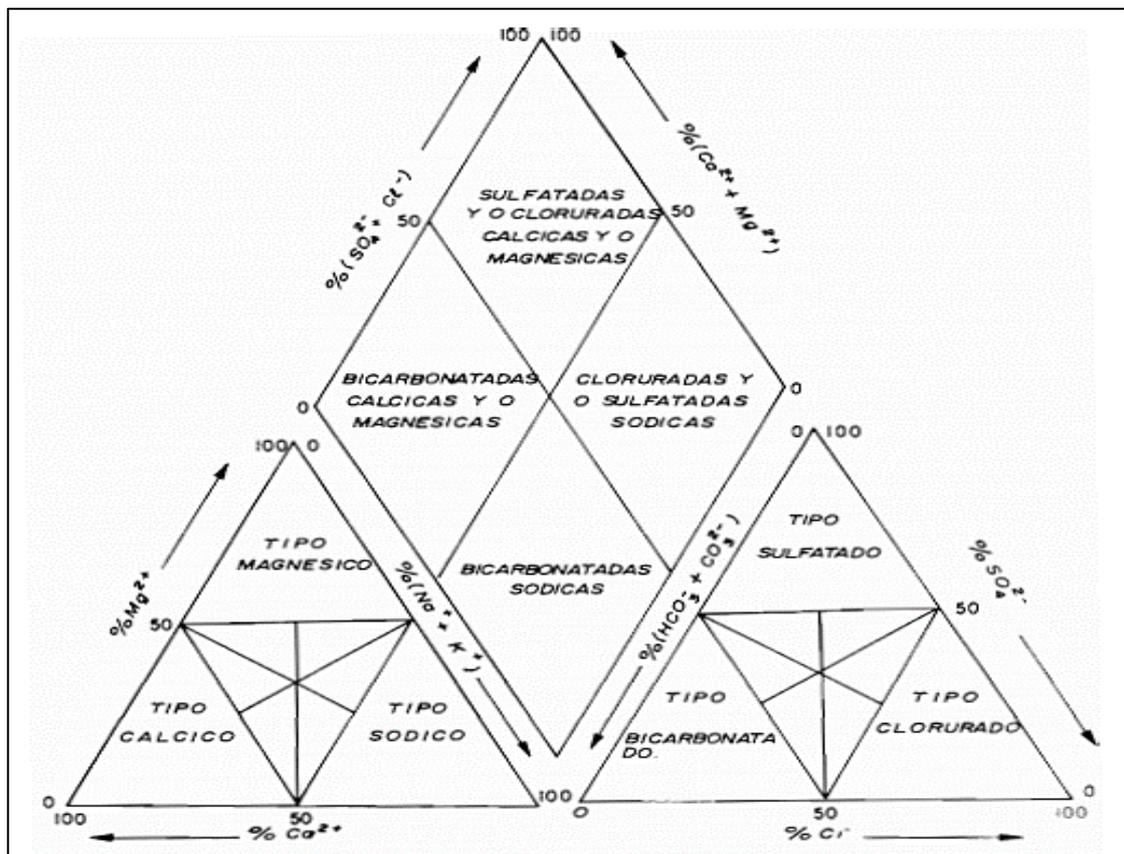


Figura 2. Identificación de las áreas del Diagrama de Piper para la caracterización hidroquímica de las aguas. Fuente: Torres et al. (1993).

## **CAPÍTULO II: MATERIALES Y MÉTODOS**

### **2.1. Diseño de la investigación**

La investigación es de tipo descriptiva, observacional – no experimental transeccional debido que la medición de las variables fue tomada en su ambiente original y el análisis de laboratorio fue desarrollado sin ningún tipo de manipulación de datos. Así mismo, se empleó cada uno de ellos para describir y pronosticar las características del bofedal, en función a los parámetros hidroquímicos y determinar el grado de relación entre sí, con la finalidad de desarrollar un análisis puntual referido al grado de alteración que mantiene este ecosistema (Hernández *et al.*, 2014).

### **2.2. Lugar y fecha**

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

El lugar establecido para la realización de este proyecto es el bofedal ubicado en el sector Piticocha Bajo, que se encuentra en el paraje Tamboreal del Distrito de Tanta y a su vez forma parte de la Reserva Paisajística Nor Yauyos-Cochas (Figura 3) la cual está en la cuenca alta y media del río Cañete y en la cuenca del río Cochas Pachacayo en las serranías de los departamentos de Lima y Junín (Figura 4).

Tamboreal, se encuentra localizado al pie del cerro Huiñac, a la margen derecha de la quebrada Ocsha (Figura 5); es una zona originariamente arqueológica, su territorio forma parte de la comunidad campesina de Tanta, siendo utilizada por los pobladores, como una zona de pastos para sus ganados generalmente camélidos sudamericanos (Llamas, alpacas, Vicuñas y Guanacos).

El bofedal ubicado en el sector Piticocha Bajo o también conocido como sector tres, cuenta con una superficie aproximada de 0,691 km<sup>2</sup> se caracteriza por tener zonas de turba antigua y, en su mayoría zonas de turba joven, este bofedal actualmente sufre una modificación generada por intervención de la comunidad, la cual ha reconstruido canales ancestrales de infiltración por donde trasladan el agua del río y la distribuyen para abastecer gran parte del bofedal con la finalidad de ampliar su frontera de pastos.

El trabajo de campo se llevó a cabo en cinco meses, considerando dos temporadas: época seca (julio a octubre - 2017) y época húmeda (diciembre - 2017 y enero a marzo -2018), cabe resaltar que el mes de diciembre forma parte de la época de transición (época seca a húmeda) sin embargo al tener presencia de precipitaciones ha sido considerado parte de la época húmeda.

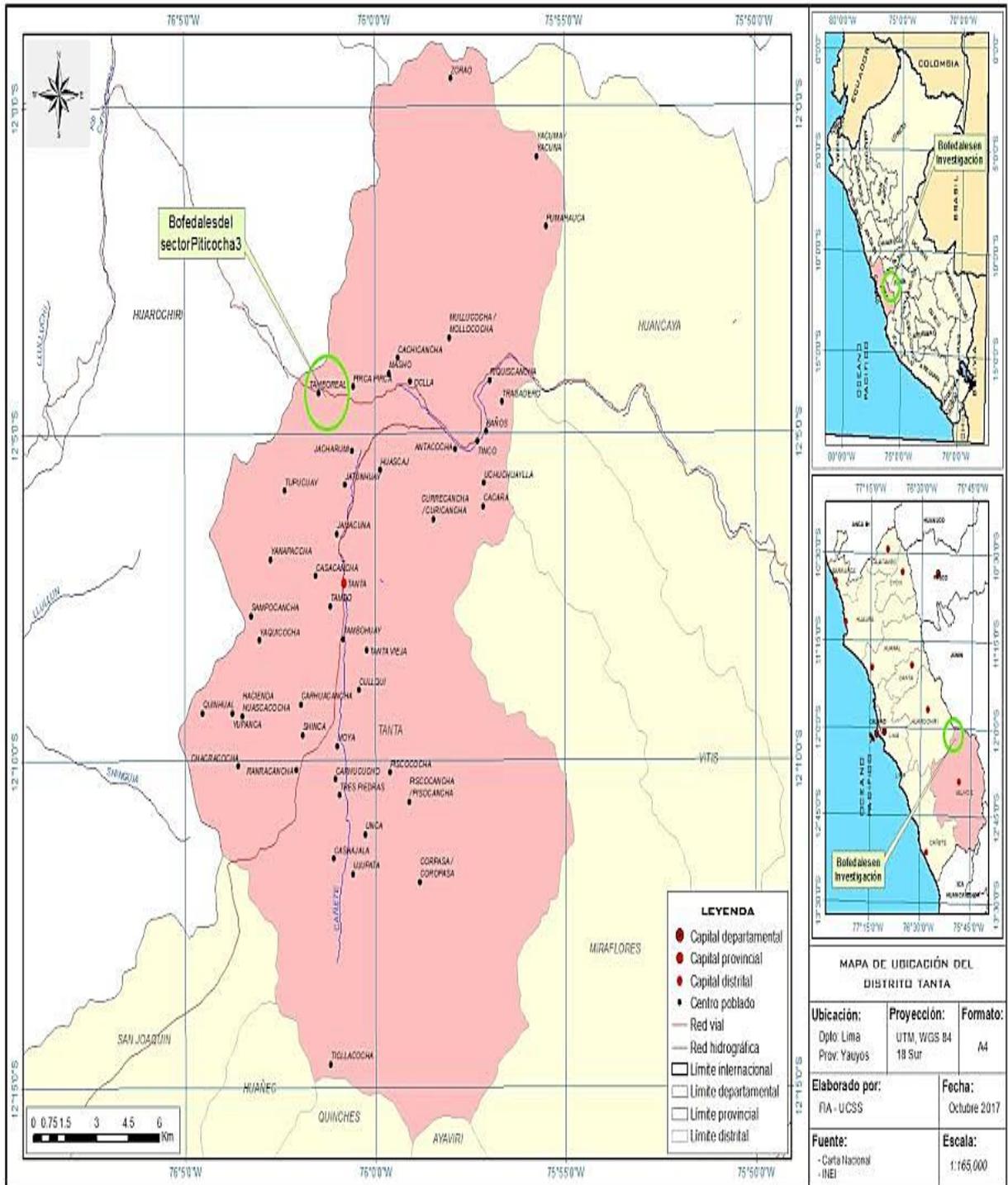


Figura 3. Ubicación del Bofedal Piticocha sector bajo en el Distrito de Tanta. Fuente: Elaboración propia.

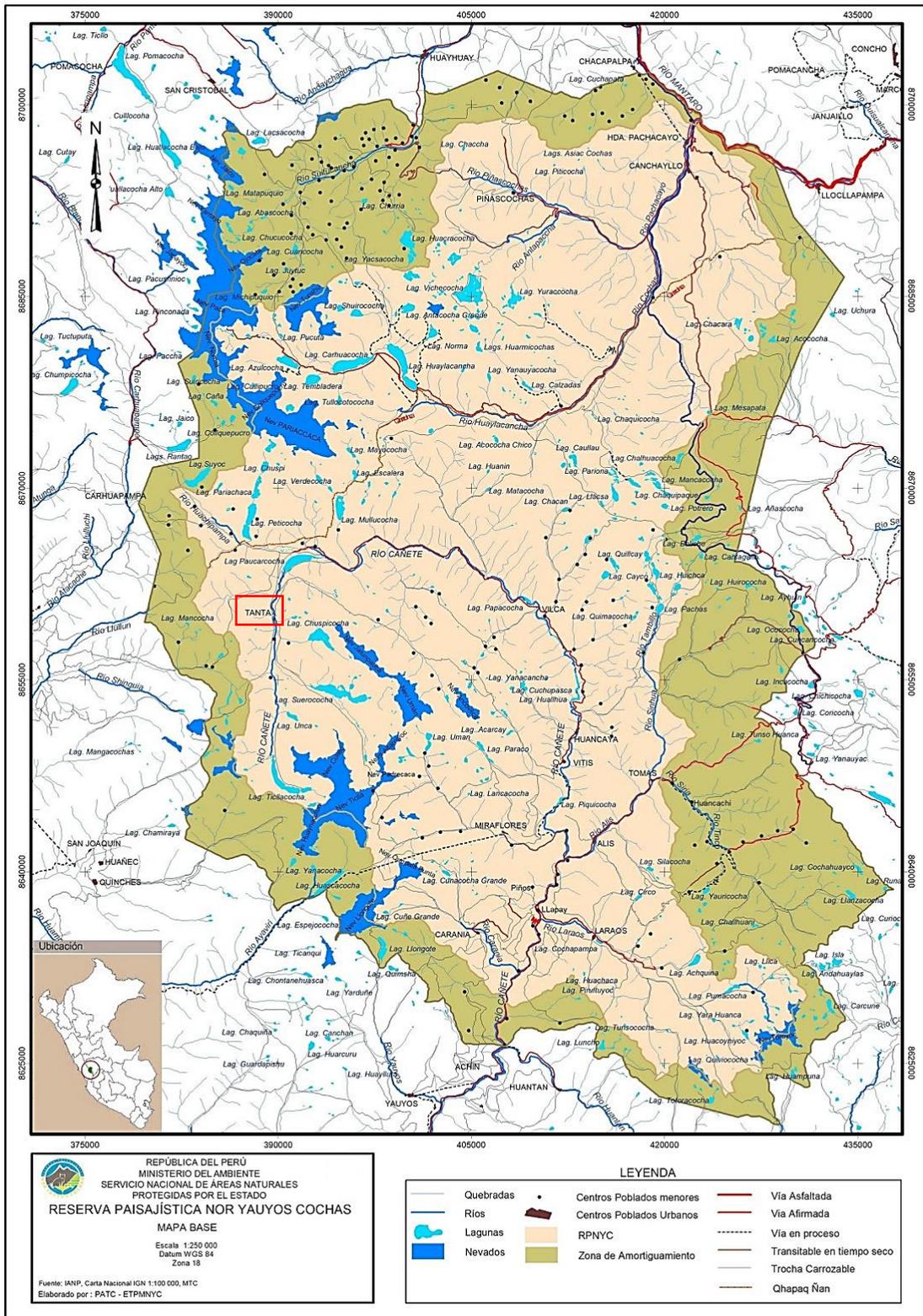


Figura 4. Ubicación del Distrito de Tanta dentro de la Reserva Paisajística Nor Yauyos Cochás. Fuente: Instituto Nacional de Recursos Naturales [INRENA], (2006).



*Figura 5.* Vista del Bofedal Piticocha sector bajo ubicado en Paraje Tamboreal, Distrito de Tanta, Provincia de Yauyos. *Fuente:* Elaboración propia.

### **2.2.2. Hidrología del área de estudio**

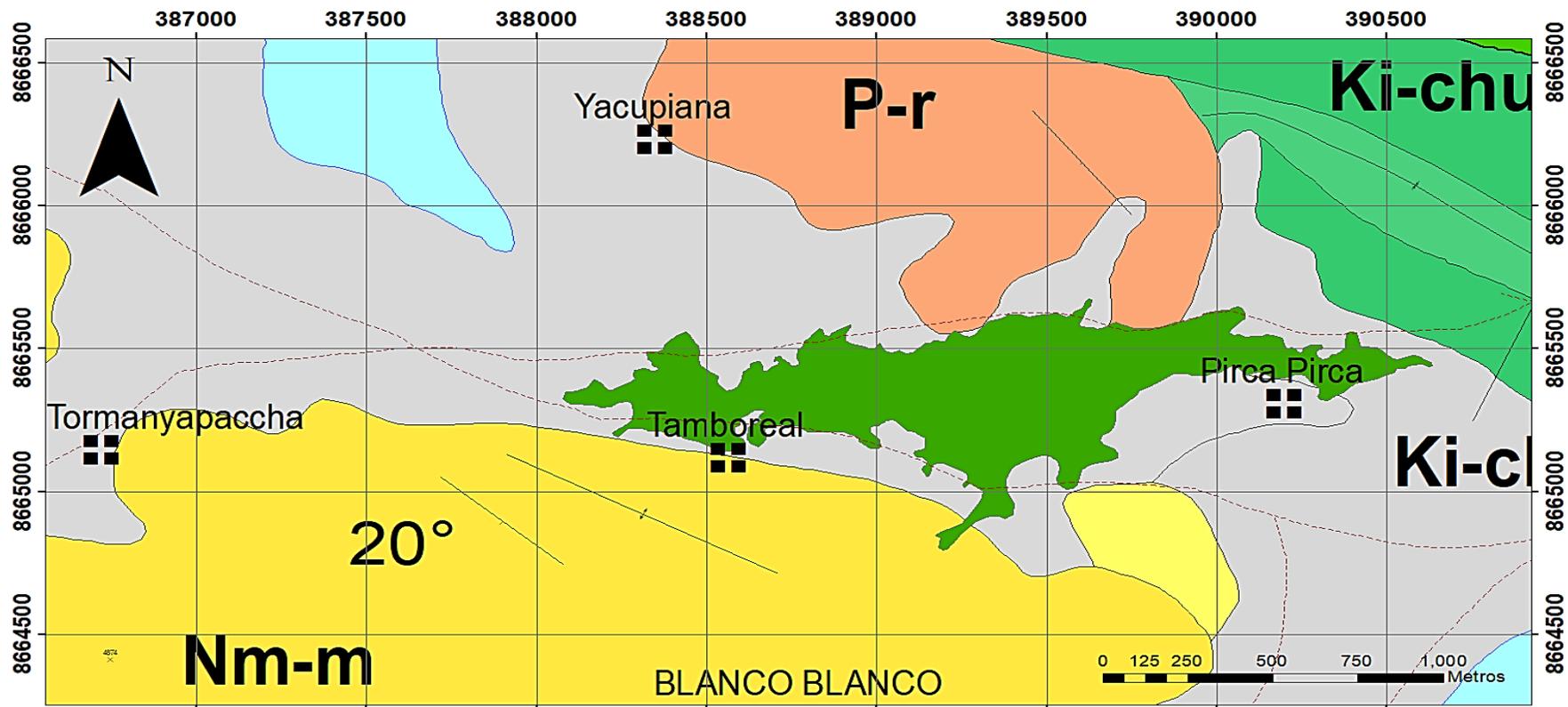
La Reserva Paisajística Nor Yauyos Cochas está formada por dos cuencas: la del Alto Cañete ubicada en la cuenca del río Cañete (zona Norte de Yauyos) y la del río Cochas-Pachacayo (Sur Oeste de Jauja), siendo estas un potencial hídrico importante en conjunto con otras fuentes de agua superficial que se encuentran a lo largo de la reserva como lagos, lagunas y glaciares, entre otros (MINAM, 2011).

El bofedal ubicado en el sector Piticocha Bajo, se encuentra ubicado dentro de la cuenca del río Cañete. El interior del bofedal es atravesado por un río, además de una red hídrica artificial a modo de canal que sirve como abastecimiento de agua en gran parte del bofedal en tiempos de escasez de lluvias (INRENA, 2006).

### **2.2.3. Geología del área de estudio**

Esta reserva se caracteriza por tener una geología variada influenciada por el tipo de material litológico encontrado en la zona que yace desde el triásico superior hasta el cuaternario reciente (INRENA, 2006).

El bofedal ubicado en el sector Piticocha Bajo, está ubicado en el cuadrante 25K de la Carta Geológica Nacional y se caracteriza por pertenecer a cuatro unidades litoestratigráficas, las cuales son: depósitos fluvioglaciares (Q-flgl), abarcando gran mayoría de su área total, depósitos glaciares (Q-gl), grupo Rímac (P-r) y formación Millotingo (Nm-m), Figura 6 (Instituto Geológico Minero y Metalúrgico [INGEMMET], 2017).



UNIDADES LITOSTRATIGRÁFICAS		
Depósito coluvial	Q-cl	Bloques, subangulosos con matriz de limos y arenas
Depósito glaciar	Q-gl	Acumulaciones de bloques rocosos, subangulosos a subredondeados con matriz de arcillas, limos y arenas
Formación Millotingo	Nm-m	Andesitas intercaladas con lodolitas, areniscas, brechas tobáceas, lavas porfíricas
Grupo Rímac	P-r	Intercalación de andesitas porfíricas grises con tobas de cristales rosácea a parduzca y areniscas subordinadas
Formación Chimú	Ki-chi	Areniscas cuarzosas blancas intercaladas con limoarcillitas grises y niveles de carbón

MAPA GEOLÓGICO DEL BOFEDAL PITICOCHA SECTOR TRES - RPNYC	
TESIS: CARACTERIZACIÓN HIDROQUÍMICA DE LAS AGUAS DEL BOFEDAL UBICADO EN EL SECTOR PITICOCHA BAJO NOR YAUYS COCHAS	
TESISTA: KAROL PUERTA PORTUGUEZ	FACULTAD DE INGENIERÍA AGRARIA
UBICACIÓN: Prov. Yauyos, Dto. Tanta	SISTEMA DE COORDENADAS: UTM DATUM:WGS84
ESCALA: 1:10000	UNIVERSIDAD CATÓLICA SEDES SAPIENTIAE

FUENTE: INGEMMET

Figura 6. Mapa geológico a escala 1:10000 del bofedal Piticocha sector Bajo. Fuente: Elaboración propia.

#### **2.2.4. Clima del área de estudio**

Las características climáticas de la reserva Nor Yauyos Cochas son muy variables, presentando una diversidad de climas de acuerdo con cada piso ecológico.

En la zona de la cuenca del río Cañete, el clima que se presenta depende mucho de la altitud y la orientación de las faldas de los cerros; la precipitación es directamente proporcional a la altitud y la dirección del viento: mientras más alta es la zona respecto al nivel del mar, la precipitación es mayor, alcanzando un promedio entre 500 – 1000 mm ampliándose en épocas de invierno y generando heladas en zonas de hasta 3450 m.s.n.m. (INRENA, 2006).

El bofedal presenta dos épocas climáticas: la temporada húmeda que abarca los meses de diciembre – abril y la temporada seca de mayo a noviembre (Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología del Perú [SENAMHI], 2017 – 2018).

#### **2.2.5. Flora y Fauna del área de estudio**

La reserva paisajística posee una diversidad de flora y fauna variada debido a que se ubica en diferentes pisos altitudinales; dentro de su área alberga una totalidad de 153 especies de plantas y una fauna donde las aves son las que poseen mayor dominancia (Servicio Nacional de Áreas Naturales Protegidas por el Estado [SERNANP], 2006).

Para el caso de los bofedales, se trata de un tipo de ecosistema conformado por especies herbáceas a modo de colchón o almohadillas denominada “turberas” (Figura 7), las cuales debido a la humedad permanecen siempre verdes (MINAM, 2011).

En el bofedal ubicado en el sector Piticocha Bajo, las especies de flora con mayor representación pertenecen a la familia *Asteracea* y *Poacea* y, para el caso de la fauna,

predominan las aves como la huallata (*Chloephaga melanoptera* Eyton), tal como muestra la Figura 8.



*Figura 7.* Paisaje representativo del bofedal Piticocha sector Bajo. *Fuente:* Elaboración propia.



*Figura 8.* Huevo de *Chloephaga melanoptera* encontrado en el bofedal de Piticocha sector Bajo. *Fuente:* Elaboración propia.

### **2.3. Población y muestra**

Para la realización de este trabajo de investigación se determinaron:

#### **2.3.1. Población**

La población establecida para este estudio involucra los bofedales ubicados dentro de la reserva paisajística Nor Yauyos Cochas y la cordillera central de los Andes cuyas características son: superficie (10 513,95 ha), bajas temperaturas, zonas con alto régimen hídrico y abundancia de especies forrajeras.

#### **2.3.2. Muestra**

El bofedal ubicado en el sector Piticocha Bajo cercano al distrito de Tanta perteneciente a la reserva paisajística Nor Yauyos Cochas.

### **2.4. Técnicas e instrumentos**

Las técnicas empleadas en campo para la instalación de los pozos y la colección de muestras fueron consideradas de la metodología establecida por Cooper *et al.* (2010) y Choy (2018).

En cuanto a los procedimientos para la obtención de las muestras se ejecutaron de acuerdo con lo mencionado por Mariño y García (2018), en cada una de las etapas correspondientes del muestreo.

### **2.5. Descripción de la investigación**

El trabajo que se realizó dentro del bofedal ubicado en el sector Piticocha Bajo, se desarrolló en base a la metodología y etapas contempladas en las investigaciones descritas por Cooper *et al.* (2010); Choy (2018) y Mariño y García (2018), las cuales se adaptaron para el desarrollo de la investigación.

Las etapas contempladas fueron tres: La etapa preliminar, la de campo y la de gabinete.

### **2.5.1. Etapa Preliminar**

Esta etapa comprendió la revisión de información teórica en base a literatura que aborde el tema hidroquímico y su manejo en bofedales, también incluyó el reconocimiento de la zona de estudio en base a información gráfica y oral obtenida por los guardaparques del distrito de Tanta.

Por último, se efectuó el establecimiento de los puntos de muestreo en compañía al Blgo. Eduardo Oyague para proceder con el sondeo del bofedal considerando que, el Bofedal Piticocha sector bajo, es un humedal subvencionado por canales de infiltración y riego, lo que indica que es un ecosistema artificial caracterizado por una superficie plana.

### **2.5.2. Etapa de campo**

#### **Ubicación de los pozos**

La etapa de campo se llevó a cabo con la ubicación y posterior instalación de 13 pozos de monitoreo, así como se muestra en la Figura 9, de los cuales se tomaron muestras para analizar los parámetros fisicoquímicos (pH, T y CE) (Tabla 1).

Las estaciones consideradas para el análisis de los componentes mayoritarios solo fueron obtenidas de 10 pozos seleccionados (Tabla 2).

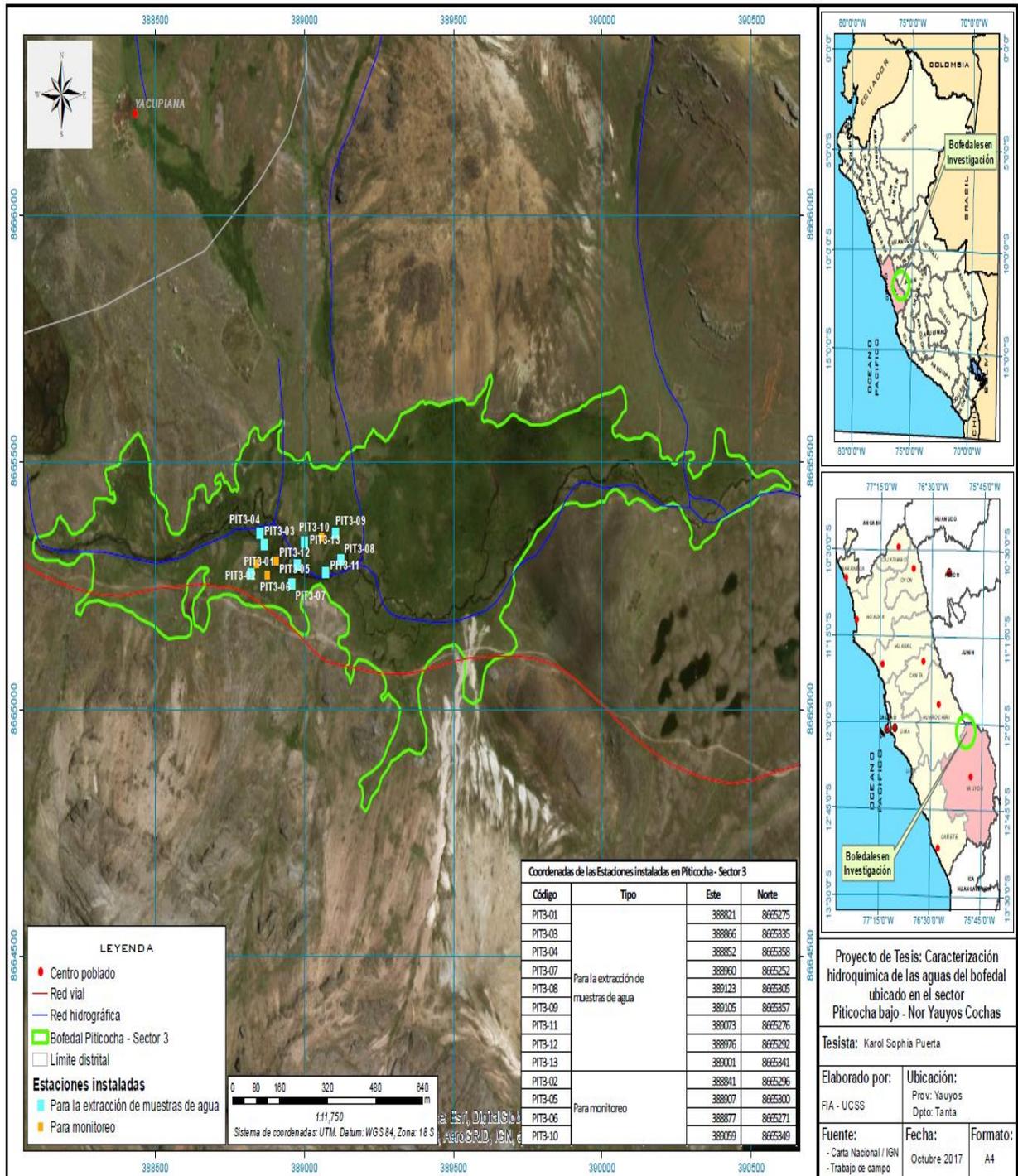


Figura 9. Mapa de ubicación de pozos de monitoreo del bofedal Piticocha sector bajo de la RPNYC. Fuente: Facultad de Ingeniería Agraria – UCSS.

Tabla 1

*Coordenadas para el registro físico - químico de los pozos de monitoreo del bofedal Piticocha Bajo*

<b>Estación</b>	<b>Este</b>	<b>Norte</b>
PIT3-01	388821	8665275
PIT3-02	388841	8665296
PIT3-03	388866	8665335
PIT3-04	388852	8665358
PIT3-05	388907	8665300
PIT3-06	388877	8665271
PIT3-07	388960	8665252
PIT3-08	389123	8665305
PIT3-09	389105	8665357
PIT3-10	389059	8665349
PIT3-11	389073	8665276
PIT3-12	388976	8665292
PIT3-13	389001	8665341

*Fuente:* Elaboración propia.

Tabla 2

*Coordenadas de los pozos de monitoreo seleccionados para el análisis de componentes mayoritarios*

<b>Estación</b>	<b>Este</b>	<b>Norte</b>
PIT3-01	388821	8665275
PIT3-03	388866	8665335
PIT3-04	388852	8665358
PIT3-05	388907	8665300
PIT3-07	388960	8665252
PIT3-08	389123	8665305
PIT3-09	389105	8665357
PIT3-11	389073	8665276
PIT3-12	388976	8665292
PIT3-13	389001	8665341

*Fuente:* Elaboración propia.

Para poder ubicar las estaciones en el área de estudio se cumplió con dos criterios importantes: el primero, relacionado a que las estaciones puedan definir una malla de muestreo tipo red cuadrículada que tienda a cubrir zonas del bofedal que contengan una mayor acumulación de turba; el segundo, en la selección de un número representativo de estaciones que abarque toda la red de muestreo del bofedal, con la finalidad que permitan

caracterizar químicamente el agua subterránea en relación a sus constituyentes mayoritarios.

Para la selección de estos puntos se consideró que la mayor parte de las estaciones cubran el área del bofedal con mayor capacidad de acumulación de turba. Si bien es cierto, el bofedal ubicado en el sector Piticocha Bajo, posee un área diferenciado por zonas de turbas menores a 20 cm de profundidad (jóvenes) ubicadas a la margen derecha parcialmente irrigadas de manera artificial por subvención del canal y zonas con turbas de 80 cm – a 1,20 m de profundidad (antiguas) ubicadas en la margen izquierda; estas últimas caracterizadas por ser un área de turberas de origen natural con predominancia de aguas subterráneas, considerándolas zonas aptas para el análisis hidroquímico, puesto que mantiene mayor información sobre la dinámica del agua subsuperficial.

### **Instalación de los pozos**

Considerando los criterios de ubicación se llevó a cabo la instalación de los pozos, para ello, se empleó un barreno con el cual se hizo las perforaciones a una profundidad aproximada de 1,30 m, tal como indica la Figura 10. Una vez listo, se procedió a cortar los tubos de PVC con diámetro de 2” tomando la medida de estos de modo previo y considerando la profundidad del agujero. Luego se realizó un corte horizontal a modo de ranura, cada 10 cm del tubo para que el agua pueda filtrar haciendo que el pozo se mantenga con agua durante los meses establecidos para el monitoreo, el cual abarcó la época seca y húmeda del bofedal (Figura 11).

Una vez realizada la instalación del pozo, se procedió a taparlo con el objetivo de evitar el ingreso de cualquier material contaminante externo; luego se rotuló y se le colocó un precinto. Por último, se georreferenció las coordenadas de cada estación instalada con el apoyo de un GPS, para facilitar su posterior ubicación (Figura 12).



*Figura 10.* Realización de la perforación con el apoyo del barreno para la instalación de los pozos de monitoreo en el bofedal Piticocha Bajo – RPNYC. *Fuente:* Elaboración propia.



*Figura 11.* Instalación de los pozos de monitoreo en el bofedal Piticocha Bajo – RPNYC. *Fuente:* Elaboración propia.



*Figura 12.* Rotulación de los pozos de monitoreo en el bofedal Piticocha Bajo – RPNYC, para su posterior ubicación y toma de muestras. *Fuente:* Elaboración propia.

### **Registro de datos**

El registro de datos se realizó en cada salida de campo, abarcando la temporada seca y húmeda del bofedal dentro de los meses de julio, octubre, diciembre, enero y marzo respectivamente.

La toma de muestras *in - situ* se realizó con la ayuda de un multiparámetro de marca HANNA HI9813-6, con el cual se procedió a registrar los parámetros fisicoquímicos (T, pH y CE), así como muestra la Figura 13, los cuales, una vez identificados, fueron anotados en una libreta de campo. Para la toma de estos parámetros, el multiparámetro fue debidamente calibrado en campo con una solución buffer de marca HANNA perteneciente al mismo equipo y siguiendo las indicaciones encontradas en el manual de uso.



Figura 13. Registro de los datos físico – químicos. Fuente: Elaboración propia.

En cuanto a las muestras *ex – situ*, estas fueron tomadas de 10 pozos de monitoreo seleccionados previamente, con la finalidad de obtener información de los componentes mayoritarios de las aguas del bofedal.

Para este trabajo se emplearon envases limpios de plástico con capacidad de 1 litro, los cuales, antes de su uso, fueron enjuagados con agua del bofedal para luego ser llenados y refrigerados (Cooper *et al.*, 2010).

A fin de recolectar las muestras de agua, se empleó una manguera transparente a modo de sifón con diámetro de ½ pulgada, la cual fue introducida en cada pozo seleccionado a una profundidad de 1,30 cm aproximadamente (Figura 14).

Las muestras obtenidas fueron debidamente rotuladas y conservadas en un cooler al cual se añadió refrigerantes para mantenerlas a una temperatura de 10 °C, para luego ser trasladadas al Laboratorio de agua, suelo, medio ambiente y fertirriego de la Universidad Nacional Agraria La Molina.

Cabe señalar, que para la toma de muestras de agua se consideró el formato de registro (cadena de custodia), el cual permitió, de modo correcto, llevar a cabo el ejercicio de recojo de muestras desde el área de estudio, hasta la entrega de estas (Laboratorio UNALM). (Apéndice 6).



*Figura 14.* Recolección de Muestras de Agua del bofedal Piticocha Bajo, RPNYC. *Fuente:* Elaboración propia.

### **2.5.3. Etapa de Gabinete**

Esta tercera etapa consideró la sistematización de datos obtenidos en la etapa de campo, además del análisis de las muestras de cada variable las cuales fueron evaluadas en el Laboratorio de Agua, Suelos, Medio Ambiente y Fertirriego de la Universidad Nacional Agraria La Molina.

Del mismo modo, involucra la interpretación de los resultados para la elaboración del informe final.

## **2.6. Identificación de las variables y su mensuración**

### **2.6.1. Muestreo *in – situ***

Para el caso de este muestreo se consideró analizar, dentro de las variables, al potencial de hidrógeno (pH) como indicador principal para verificar el comportamiento ácido-alcalino del agua. También se optó por estudiar la conductividad eléctrica ( $\mu\text{S}/\text{cm}$ ) del medio para definir la concentración de sales y materia mineral que influyen en las aguas subterráneas; por último, se tomaron datos de temperatura, para verificar el potencial calorífico.

El equipo empleado para la determinación de cada una de las variables fue un multiparámetro digital de la marca Hanna, debidamente calibrado con las condiciones aptas para el desarrollo de un buen trabajo en campo.

### **2.6.2. Muestreo *ex – situ***

Para este muestreo se analizaron algunos constituyentes mayoritarios (meq/l) aniones y cationes; dentro de los aniones mayoritarios se consideró al ión bicarbonato ( $\text{HCO}_3^-$ ), a los cloruros ( $\text{Cl}^-$ ), al ión nitrato ( $\text{NO}_3^-$ ) y al ión sulfato ( $\text{SO}_4^{2-}$ ); para el caso de los cationes, se analizó los comportamientos del ión calcio ( $\text{Ca}^{+2}$ ), el ión magnesio ( $\text{Mg}^{+2}$ ), el ión sodio ( $\text{Na}^+$ ) y el ión potasio ( $\text{K}^+$ ); llevados a cabo en el Laboratorio de la Universidad Nacional Agraria La Molina.

Las variables consideradas en esta tesis se determinaron de acuerdo con el tipo de muestreo (Tabla 3 y 4).

Tabla 3

*Variables identificadas para el muestreo in – situ*

<b>Variable</b>	<b>Unidades</b>	<b>Equipo de medición</b>
pH	Adimensional	Multiparámetro
Conductividad Eléctrica (CE)	dS/m	Multiparámetro
Temperatura	°C	Multiparámetro

*Fuente:* Elaboración propia.

Tabla 4

*Variables identificadas para el muestreo ex – situ*

<b>Variable</b>	<b>Unidades</b>
Aniones mayoritarios	meq/l
Cationes mayoritarios	meq/l

*Fuente:* Elaboración propia.

## 2.7. Análisis de datos

Los datos de campo fueron analizados tomando en cuenta lo siguiente:

a) Análisis no estadístico: la representación gráfica de los datos de la caracterización hidroquímica se realizó a través del diagrama de Piper; el cual es aplicable en la caracterización de aguas, brindando un análisis espacial y clasificándolas por balance de masas. Con este diagrama se pudo clasificar las muestras según sus macroelementos; tales como, los componentes mayoritarios obtenidos en cada salida de campo, empleando el *software* AquaChem 4.0 de *Waterloo Hydrogeologics*.

b) Análisis estadístico: los métodos estadísticos previstos para esta investigación fueron considerados para el análisis del comportamiento espacial y temporal de las variables fisicoquímicas (pH, T, CE) y su correlación; para lo cual, se empleó el programa estadístico IBM SPSS *Statistics 25* (Ginocchio *et al.*, 2008 citado por Choy *et al.*, 2018), dentro de los análisis se especifican:

b.1) ANOVA: se empleó para verificar el grado de varianza significativa en tiempo y espacio de los parámetros fisicoquímicos muestreados; esta prueba se apoyó con la prueba de Tukey, con la finalidad de probar la diferencia significativa en los grupos con mayor varianza.

b.2) Correlación de Spearman: aplicado en datos no paramétricos, permitió conocer el grado de correlación de las variables analizadas y evaluar el grado de dependencia o independencia que ellas muestran (Mondragón, 2014).

b.3) Correlación de Pearson: del mismo modo que Spearman, ayuda a evaluar el grado de correlación de las variables y se aplica en datos paramétricos (Mondragón, 2014).

c) Análisis observacional: se consideró aquellas variables identificadas en el área de estudio (identificación vegetal, hidrológica, geológica, de flora y fauna).

## **2.8. Materiales**

Los materiales y equipos empleados para dicho procedimiento fueron los siguientes:

- Barreno (1)
- Tubos PVC de 2 pulgadas
- Arco de sierra (1)
- Tapas de Tubos de 2 Pulgadas
- Plumón indeleble delgado (1)
- Precintos (13)

- Wincha de 50 m (1)
- Manguera delgada ½ pulgada (1)
- Libreta de campo (1)
- Lápiz (1)
- Lapiceros negro y azul (2)
- Cámara Fotográfica (1)
- Botellas de 1 L (50)
- Multiparámetro de marca HANNA HI9813-6 (1)
- GPS (1)
- Solución para calibrar el equipo multiparámetro
- Cooler (1)
- Refrigerantes
- Cinta Masking tape (1)

### **CAPÍTULO III: RESULTADOS**

Los resultados fueron recabados de las tomas de muestras de las estaciones de monitoreo ubicados dentro del bofedal ubicado en el sector Piticocha Bajo, mostradas en la Figura 9, que indica la ubicación y coordenadas de los pozos.

En primer lugar, se realizó el registro de los parámetros físico-químicos en todos los pozos de monitoreo repartidos dentro del bofedal (Tabla 5).

En segundo lugar, se recolectaron las muestras de agua obtenidas de los diez pozos de muestreo seleccionados, para el análisis de los componentes mayoritarios (aniones y cationes), durante cinco meses en la temporada seca y húmeda respectivamente, Tabla 6 y 7.

Cabe indicar que los análisis de aguas de los componentes mayoritarios se efectuaron en los meses de julio (ver Apéndice 1), octubre (ver Apéndice 2), diciembre (ver Apéndice 3), enero (ver Apéndice 4) y marzo (ver Apéndice 5), que abarcan la temporada seca y húmeda del bofedal.

Tabla 5

*Resultados de los parámetros Físico - químicos registrados en el Bofedal Piticocha sector bajo*

Estación de monitoreo	JULIO			OCTUBRE			DICIEMBRE			ENERO			MARZO		
	pH	CE (dS/m)	T(°C)	pH	CE (dS/m)	T(°C)	pH	CE (dS/m)	T(°C)	pH	CE (dS/m)	T(°C)	pH	CE (dS/m)	T(°C)
<b>PIT 3 – 01</b>	7,1	0,22	12,2	6,6	0,19	9,9	6,6	0,14	12	7,4	0,30	9,7	7,9	0,25	17,2
<b>PIT 3 – 02</b>	6,7	0,29	10,3	6,5	0,25	10,3	6,8	0,32	10,2	6,7	0,29	10,3	6,7	0,29	10,3
<b>PIT 3 – 03</b>	6,8	0,30	12,2	7,8	0,37	8,7	6,4	0,42	10,4	6,7	0,40	9,8	7,6	0,30	13,7
<b>PIT 3 – 04</b>	7,4	0,33	10,7	7,4	0,75	9,4	6,4	0,24	10,7	7,7	0,19	8,2	8,1	0,14	14,5
<b>PIT 3 – 05</b>	6,8	0,31	10,1	6,4	0,30	9,9	6,5	0,28	12	7,5	0,30	7,9	7,7	0,22	14,4
<b>PIT 3 – 06</b>	7,4	0,24	9,5	6,3	0,19	9,9	6,7	0,34	16,4	8,0	0,26	7,3	8,4	0,25	19,1
<b>PIT 3 – 07</b>	7,6	0,13	14,4	7,7	0,15	12,7	6,5	0,15	14	7,4	0,16	9,7	8,6	0,12	16,2
<b>PIT 3 – 08</b>	7,4	0,36	9,8	6,6	0,15	10,6	6,6	0,38	11,7	6,8	0,40	9,8	6,3	0,44	10,8
<b>PIT 3 – 09</b>	7,2	0,36	8,0	7,6	0,35	10,5	6,5	0,42	11,7	7,0	0,32	8,4	6,3	0,29	11,3
<b>PIT 3 – 10</b>	6,4	0,39	11,6	6,4	0,39	11,6	6,6	0,43	12,7	6,5	0,42	9,6	6,2	0,32	12,6
<b>PIT 3 – 11</b>	7,9	0,33	10,9	7,3	0,24	11,2	6,6	0,31	14,4	7,6	0,17	9,5	7,0	0,14	10,1
<b>PIT 3 – 12</b>	6,6	0,29	10,9	6,6	0,29	10,9	6,5	0,27	12,5	6,6	0,31	10,5	6,7	0,28	9,7
<b>PIT 3 – 13</b>	6,6	0,20	12,3	6,6	0,20	12,3	6,7	0,19	12,3	6,6	0,25	10,8	6,4	0,17	13,8

*Fuente:* Elaboración propia.

Tabla 6

*Resultados de los componentes mayoritarios (meq/l) registrados en la época seca, Bofedal Piticocha sector bajo*

N° de Estaciones	JULIO								OCTUBRE							
	Ca <sup>+2</sup>	Mg <sup>+2</sup>	Na <sup>+</sup>	K <sup>+</sup>	Cl <sup>-</sup>	SO <sub>4</sub> <sup>-2</sup>	HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	NO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	Ca <sup>+2</sup>	Mg <sup>+2</sup>	Na <sup>+</sup>	K <sup>+</sup>	Cl <sup>-</sup>	SO <sub>4</sub> <sup>-2</sup>	HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	NO <sub>3</sub> <sup>-</sup>
<b>PIT 3 – 01</b>	2,45	0,22	0,18	0,04	0,44	0,26	2,13	0,01	3,00	0,26	0,38	0,05	1,18	0,34	2,09	0,01
<b>PIT 3 – 03</b>	1,07	0,39	0,16	0,03	0,24	0,19	1,29	0,00	2,80	0,33	0,36	0,01	0,79	1,11	1,51	0,00
<b>PIT 3 – 04</b>	4,03	0,37	0,30	0,05	0,64	0,08	4,03	0,02	6,93	0,51	0,45	0,06	1,63	0,02	6,13	0,04
<b>PIT 3 – 05</b>	3,38	0,40	0,46	0,04	0,20	0,26	3,83	0,00	2,69	0,30	0,47	0,01	0,72	0,05	2,41	0,02
<b>PIT 3 – 07</b>	1,36	0,15	0,10	0,04	0,24	0,16	1,24	0,00	1,20	0,17	0,40	0,01	0,49	0,14	1,09	0,01
<b>PIT 3 – 08</b>	6,07	0,94	0,24	0,07	0,59	0,23	6,66	0,00	6,24	0,75	0,15	0,03	0,43	0,23	6,48	0,05
<b>PIT 3 – 09</b>	3,34	0,69	0,25	0,06	0,24	0,33	3,81	0,00	3,40	0,51	0,14	0,03	0,22	0,16	3,70	0,00
<b>PIT 3 – 11</b>	3,23	0,62	0,45	0,05	0,39	0,36	3,66	0,00	3,11	0,41	0,23	0,04	0,23	0,22	3,30	0,01
<b>PIT 3 – 12</b>	2,51	0,34	0,13	0,05	0,15	0,24	2,64	0,01	2,51	0,34	0,13	0,05	0,15	0,24	2,64	0,01
<b>PIT 3 – 13</b>	1,78	0,22	0,08	0,04	0,18	0,09	1,86	0,00	1,78	0,22	0,08	0,04	0,18	0,09	1,86	0,00

*Fuente:* Elaboración propia.

Tabla 7

Resultados de los componentes mayoritarios (meq/l) registrados en la época húmeda, Bofedal Piticocha sector bajo

N° de Estaciones	DICIEMBRE							ENERO							MARZO									
	Ca <sup>+2</sup>	Mg <sup>+2</sup>	Na <sup>+</sup>	K <sup>+</sup>	Cl <sup>-</sup>	SO <sub>4</sub> <sup>-2</sup>	HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	NO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	Ca <sup>+2</sup>	Mg <sup>+2</sup>	Na <sup>+</sup>	K <sup>+</sup>	Cl <sup>-</sup>	SO <sub>4</sub> <sup>-2</sup>	HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	NO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	Ca <sup>+2</sup>	Mg <sup>+2</sup>	Na <sup>+</sup>	K <sup>+</sup>	Cl <sup>-</sup>	SO <sub>4</sub> <sup>-2</sup>	HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	NO <sub>3</sub> <sup>-</sup>
PIT 3-01	1,32	0,12	0,19	0,08	0,18	0,06	1,50	0,00	3,06	0,26	0,03	0,02	0,20	0,54	2,47	0,01	2,41	0,23	0,11	0,02	0,19	0,10	2,46	0,03
PIT 3-03	3,95	0,36	0,21	0,01	0,19	0,13	4,23	0,00	4,33	0,25	0,01	0,01	0,27	0,08	4,12	0,00	3,37	0,41	0,13	0,03	0,20	0,05	3,71	0,01
PIT 3-04	4,42	0,36	0,42	0,05	0,47	0,12	4,81	0,00	3,26	0,22	0,04	0,06	0,16	0,18	3,25	0,00	1,51	0,40	0,27	0,03	0,28	0,00	1,92	0,05
PIT 3-05	2,75	0,32	0,24	0,01	0,16	0,02	3,01	0,00	3,41	0,34	0,03	0,03	0,16	0,05	3,58	0,00	2,78	0,14	0,13	0,03	0,19	0,16	2,66	0,05
PIT 3-07	1,33	0,16	0,22	0,01	0,20	0,01	1,52	0,00	1,62	0,09	0,01	0,02	0,10	0,09	1,52	0,00	0,85	0,58	0,04	0,02	0,18	0,07	1,23	0,02
PIT 3-08	7,25	0,92	0,29	0,01	0,51	0,15	7,80	0,12	6,43	0,43	0,04	0,02	0,39	0,44	5,89	0,05	5,2	0,69	0,03	0,01	0,23	0,10	5,56	0,01
PIT 3-09	3,86	0,64	0,20	0,01	0,29	0,02	4,43	0,00	3,61	0,31	0,01	0,03	0,14	0,20	3,52	0,00	2,80	0,41	0,10	0,02	0,22	0,09	3,05	0,01
PIT 3-11	2,61	0,35	0,31	0,07	0,17	0,19	2,90	0,00	4,15	0,33	0,03	0,03	0,13	0,27	4,04	0,01	2,45	0,33	0,14	0,01	0,22	0,07	2,59	0,02
PIT 3-12	1,59	0,37	0,33	0,09	0,16	0,53	1,66	0,00	3,45	0,33	0,01	0,04	0,10	0,17	3,61	0,00	2,5	0,33	0,06	0,01	0,19	0,03	2,65	0,03
PIT 3-13	1,32	0,12	0,19	0,08	0,18	0,06	1,50	0,00	2,07	0,21	0,00	0,02	0,13	0,16	2,09	0,00	1,95	0,32	0,04	0,02	0,22	0,04	1,98	0,00

Fuente: Elaboración propia.

### **3.1. Diagnóstico de las características químicas del agua del bofedal de Piticocha sector bajo–Nor Yauyos, empleando el diagrama de Piper**

Para realizar la caracterización química del agua del bofedal, se optó por coleccionar muestras de los pozos seleccionados (Tabla 4), los cuales fueron analizados en sus componentes mayoritarios, durante la época seca y húmeda, en las cinco salidas de campo realizadas durante los meses de julio, octubre, diciembre, enero y marzo; con la finalidad, de diagnosticar el tipo de familia hídrica a la que pertenece el bofedal.

En la Tabla 8, se puede observar la información recabada del programa *Aqua Chem 4.0*, en donde muestra la composición química de las aguas adquiridas en cada pozo de monitoreo (meq/l).

De acuerdo con los datos obtenidos, se aprecia que la composición aniónica en cada uno de los pozos posee una mayor tendencia al bicarbonato ( $\text{HCO}_3^-$ ), excepto el de la estación PIT 3 - 01 y 03 que presenta valores de sulfato ( $\text{SO}_4^{2-}$ ) en el mes de octubre y PIT 3 - 12 en el mes de diciembre; mientras que, para el caso de los cationes existe una mayor predominancia al calcio ( $\text{Ca}^{+2}$ ), a excepción de la estación PIT 3 - 07 que muestran valores de magnesio ( $\text{Mg}^{+2}$ ) que predominan en el mes de marzo.

Por otro lado, la composición hidroquímica global indica que la tendencia de las aguas del bofedal mantienen un mayor predominio de calcio para el caso de los cationes y bicarbonato para el caso de los aniones.

Tabla 8

*Composición química del agua según el programa AquaChem 4.0 (% meq/l)*

N° de Estación	MESES					Global
	Julio	Octubre	Diciembre	Enero	Marzo	
PIT3-01	Ca-HCO3	Ca-HCO3-SO4	Ca-HCO3	Ca-HCO3	Ca-HCO3	Ca-HCO3
PIT3-03	Ca-HCO3	Ca-HCO3-SO4	Ca-HCO3	Ca-HCO3	Ca-HCO3	Ca-HCO3
PIT3-04	Ca-HCO3	Ca-HCO3	Ca-HCO3	Ca-HCO3	Ca-HCO3	Ca-HCO3
PIT3-05	Ca-HCO3	Ca-HCO3	Ca-HCO3	Ca-HCO3	Ca-HCO3	Ca-HCO3
PIT3-07	Ca-HCO3	Ca-HCO3	Ca-HCO3	Ca-HCO3	Ca- Mg- HCO3	Ca-HCO3
PIT3-08	Ca-HCO3	Ca-HCO3	Ca-HCO3	Ca-HCO3	Ca-HCO3	Ca-HCO3
PIT3-09	Ca-HCO3	Ca-HCO3	Ca-HCO3	Ca-HCO3	Ca-HCO3	Ca-HCO3
PIT3-11	Ca-HCO3	Ca-HCO3	Ca-HCO3	Ca-HCO3	Ca-HCO3	Ca-HCO3
PIT3-12	Ca-HCO3	Ca-HCO3	Ca-HCO3-SO4	Ca-HCO3	Ca-HCO3	Ca-HCO3
PIT3-13	Ca-HCO3	Ca-HCO3	Ca-HCO3	Ca-HCO3	Ca-HCO3	Ca-HCO3

*Fuente:* Elaboración propia.

En la Figura 15 se muestra la representación hidroquímica en el diagrama de Piper, observando que, en el mes de julio el triángulo de cationes de todos los pozos tiende a agruparse en la zona de tipo calcio; siendo el pozo PIT 3-03, el que se encuentra separado del resto. Del mismo modo, para el triángulo de los aniones se aprecia que todos los pozos tienden a agruparse en la zona tipo bicarbonatada.

Por último, en el rombo se observa que todos los pozos de monitoreo se encuentran ubicados en la zona bicarbonatada cálcica y/o magnésica, siendo esta la tendencia hidroquímica.

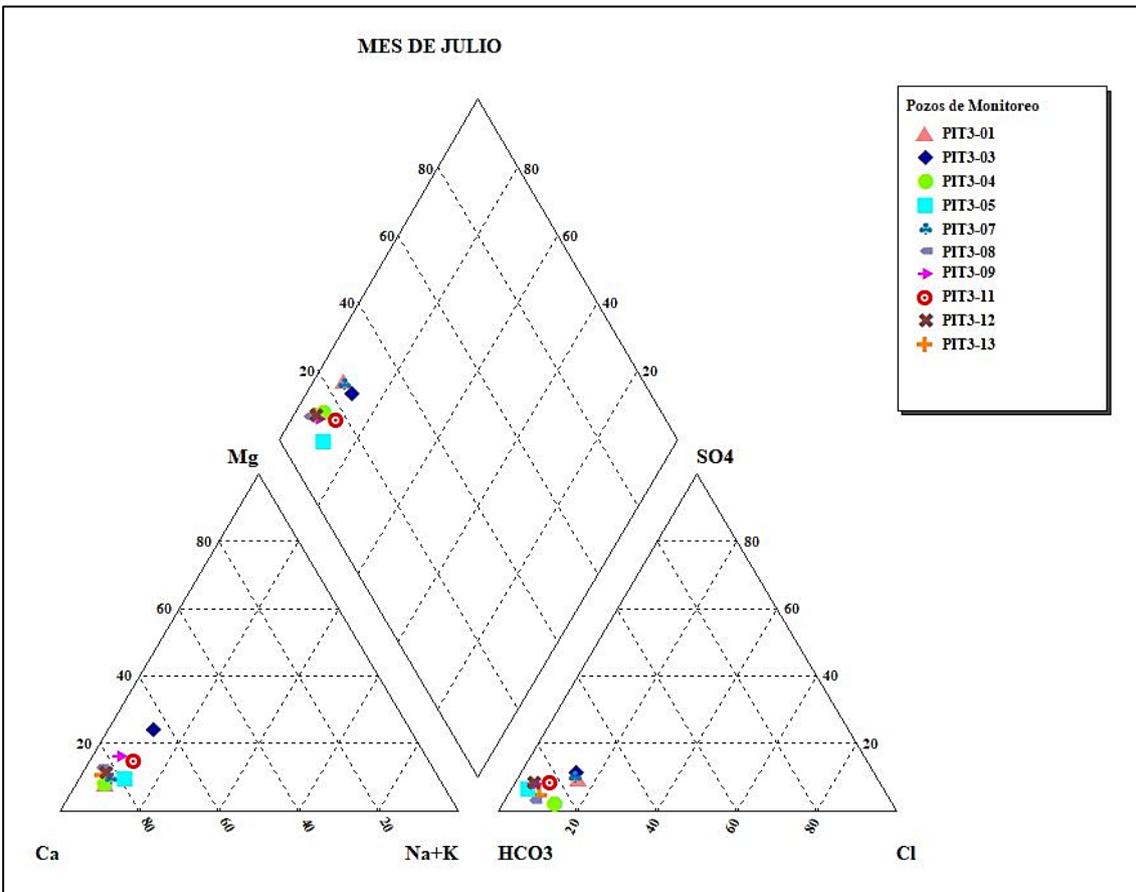


Figura 15. Diagrama de Piper para el mes de Julio (meq/l). Fuente: Elaboración Propia.

En la Figura 16 se detalla la caracterización hidroquímica del mes de octubre, en donde se observa para el triángulo de los cationes que, todos los pozos se agrupan en la zona tipo cálcica; a excepción del pozo PIT 3-07, que presenta un ligero alejamiento. Para el triángulo de los aniones, se observa que la mayoría de los pozos se agrupan en el área tipo bicarbonatada, menos los pozos PIT 3-01 y 03 los cuales se encuentran ubicados en la zona tipo bicarbonatada–sulfatada.

Por último, en el rombo, se aprecia que todos los pozos se ubican en la zona bicarbonatada cálcica y/o magnésica; a excepción del pozo PIT 3-03, que se encuentran en las zonas sulfatadas y/o cloruradas cálcicas y/o magnésicas.

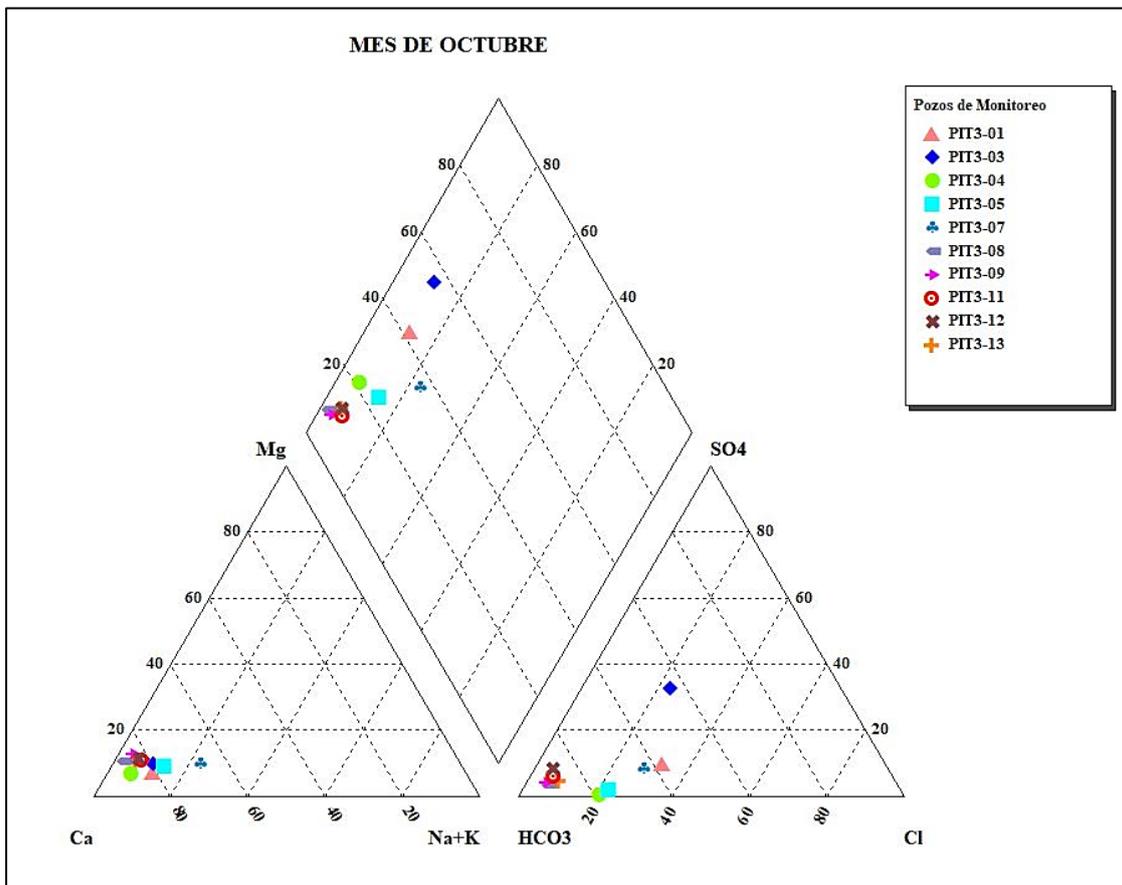


Figura 16. Diagrama de Piper para el mes de Octubre (meq/l). Fuente: Elaboración propia.

En la Figura 17 se observa, las características químicas del agua para el mes de diciembre, en donde se aprecia, para el triángulo de los cationes, que todos los pozos de monitoreo se encuentran agrupados en la zona de tipo cálcica, siendo el pozo PIT 3 - 12, el que se encuentra alejado del grupo. Para el triángulo de los aniones, todos los pozos se encuentran en la zona tipo bicarbonatada a excepción del pozo PIT 3-12, el cual se aleja debido a que presenta un ligero incremento en el nivel de sulfato.

Por último, en el rombo, se observa que todos los pozos se ubican en el área bicarbonatadas cálcicas y/o magnésicas.

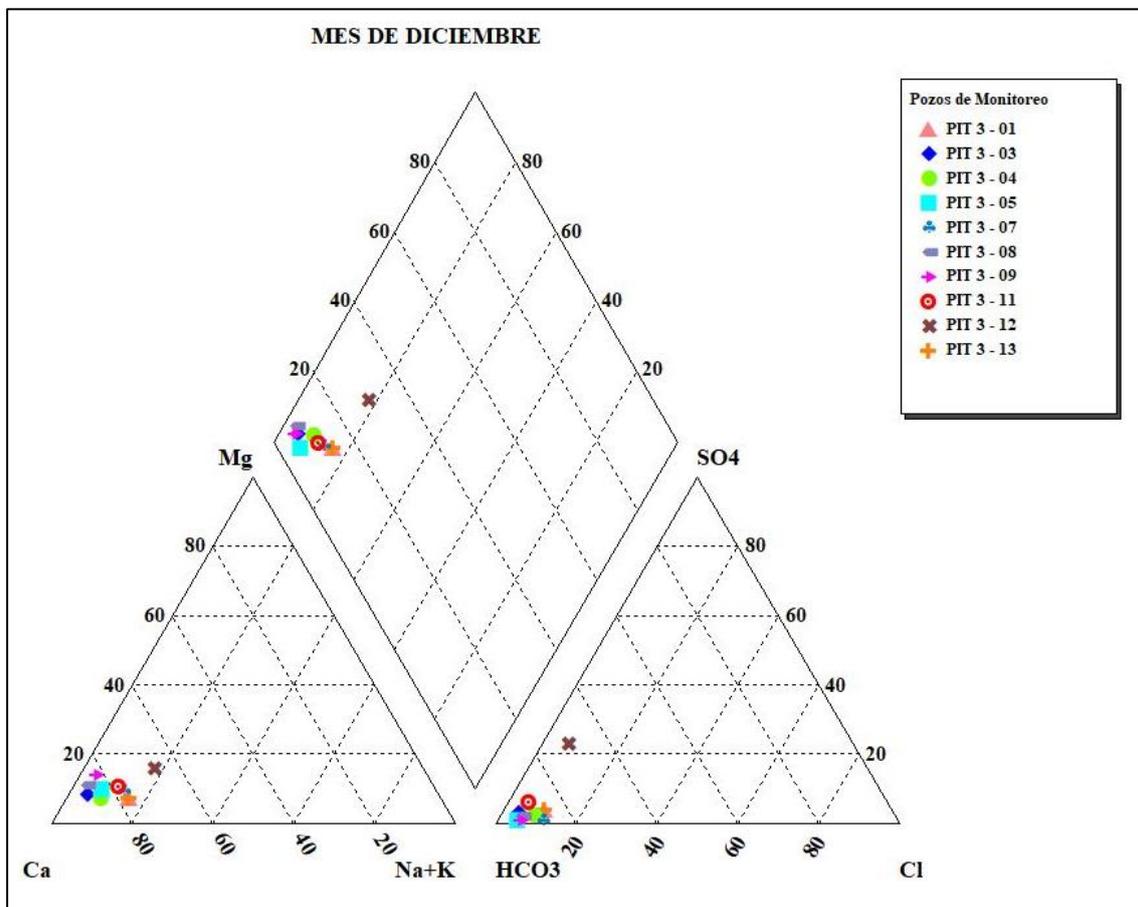


Figura 17. Diagrama de Piper para el mes de Diciembre (meq/l). Fuente: Elaboración propia.

Para el mes de enero, la representación gráfica de Piper indica que los cationes en todos los pozos se agrupan en la zona de tipo cálcica; para el triángulo de los aniones, todos los pozos se ubican en la zona de tipo bicarbonatada, siendo el pozo PIT 3-01 el que presenta un alejamiento.

En el área del rombo, todos los pozos se ubican en las zonas bicarbonatadas cálcicas y/o magnésicas (Figura 18).

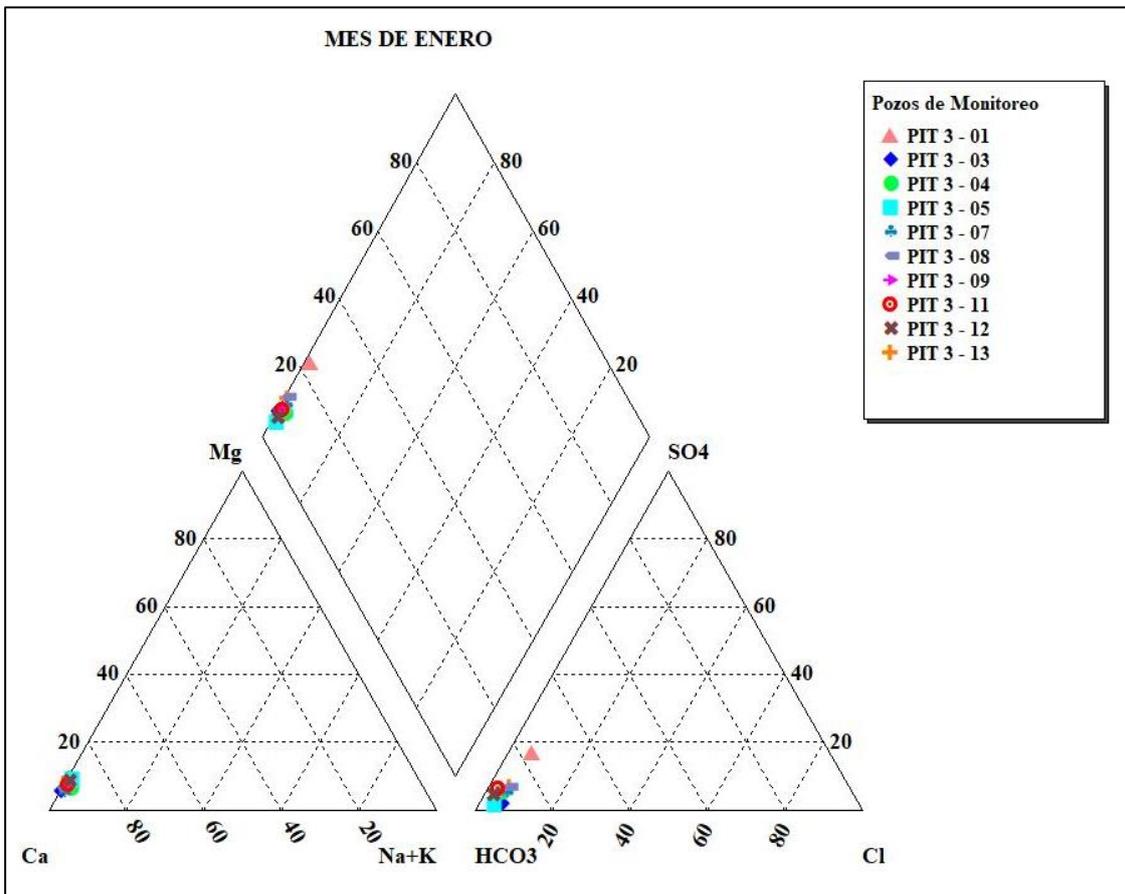


Figura 18. Diagrama de Piper para el mes de enero (meq/l). Fuente: Elaboración Propia.

En la Figura 19, se presenta la caracterización hidroquímica para el mes de marzo, donde se observa para el triángulo de los cationes que la mayoría de los pozos se ubican en la zona cálcica; a excepción del pozo PIT 3 - 04, que presenta un alejamiento y el pozo PIT 3 - 07 que se ubica en la zona cálcica magnésica. En el triángulo de los aniones, todos los pozos se encuentran agrupados en la zona bicarbonatada. En el rombo, se observa que todos los pozos se encuentran ubicados en el área bicarbonatada cálcica y/o magnésica.

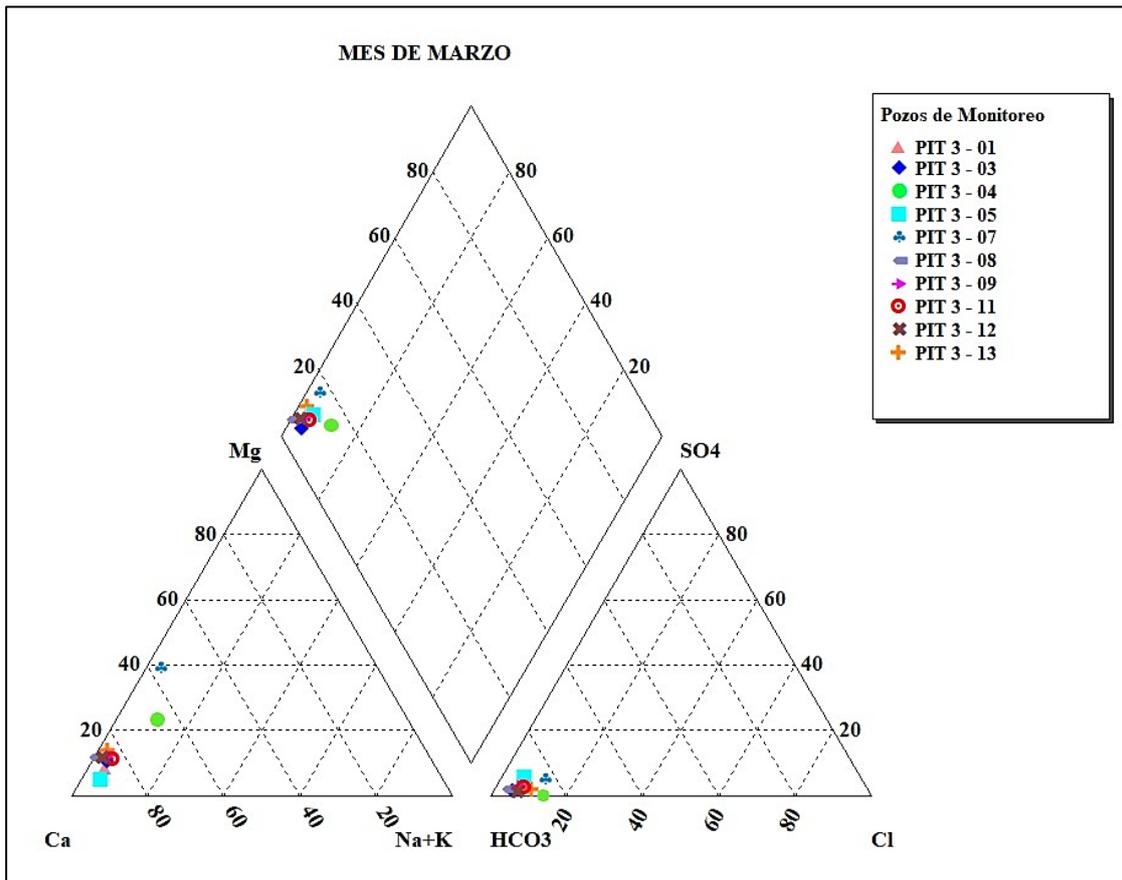


Figura 19. Diagrama de Piper para el mes de marzo (meq/l). Fuente: Elaboración propia.

En la Figura 20 se detalla, la caracterización hidroquímica de modo total, obtenida de las cinco salidas de campo, donde se observa que el triángulo de cationes en todos los pozos muestreados se ubica en la zona cálcica. Además, el triángulo de los aniones, en la totalidad de los pozos, muestra un comportamiento de tipo bicarbonatado. Por último, en el rombo, se observa que todos los pozos se encuentran ubicados en el área bicarbonatada cálcica y/o magnésica.

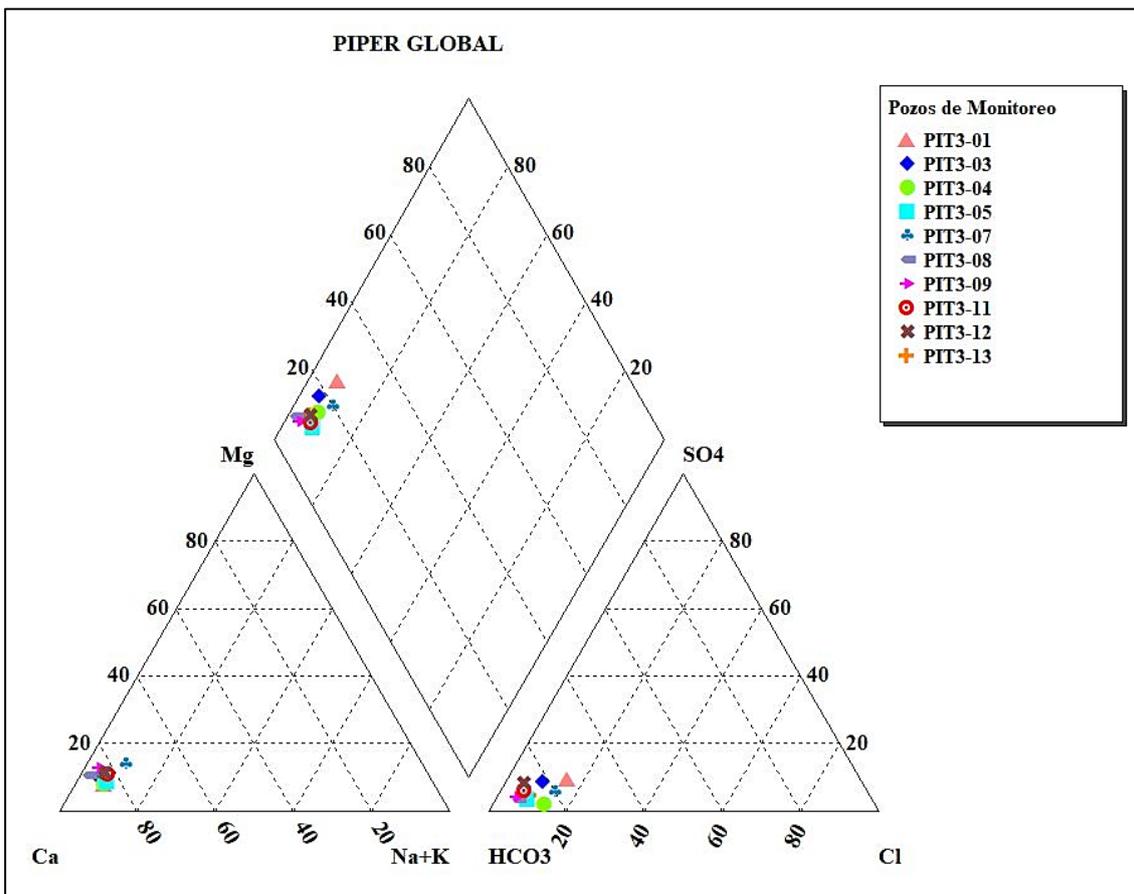


Figura 20. Diagrama de Piper global (meq/l). Fuente: Elaboración propia.

### **3.2. Análisis de las variaciones espaciotemporal de las variables fisicoquímicas**

Para obtener los resultados de la variabilidad espaciotemporal de las variables fisicoquímicas, se procedió a analizarlos de modo separado.

En primer lugar, se analizaron los componentes mayoritarios, los cuales fueron muestreados de diez pozos seleccionados del bofedal. Se realizó un análisis mediante estadísticos descriptivos y sobre su variabilidad espaciotemporal.

En segundo lugar, los parámetros físico-químicos, obtenidos de la totalidad de los pozos ubicados en el bofedal ubicado en el sector Piticocha Bajo (Tabla 3), recibieron un tratamiento estadístico descriptivo y sobre su variabilidad espacio-temporal.

#### **3.2.1. Estadísticos descriptivos de los componentes mayoritarios**

La Tabla 9 muestra que, para el grupo de los cationes el ión más abundante fue el  $\text{Ca}^{+2}$ , con un valor medio de  $3,0899 \text{ meq/l} \approx 61,8 \text{ mg/l}$ , seguido por el  $\text{Mg}^{+2}$  ( $0,3693 \text{ meq/l} \approx 4,5 \text{ mg/l}$ ),  $\text{Na}^+$  ( $0,1799 \text{ meq/l} \approx 4,11 \text{ mg/l}$ ) y el  $\text{K}^+$  ( $0,0339 \text{ meq/l} \approx 1,3 \text{ mg/l}$ ). Respecto a los aniones, el ión que obtuvo mayor dominio fue el  $\text{HCO}_3^-$  con un valor medio de  $3,1522 \text{ meq/l} \approx 192,28 \text{ mg/l}$ , seguido del  $\text{Cl}^-$  ( $0,3145 \text{ meq/l} \approx 11,13 \text{ mg/l}$ ), del  $\text{SO}_4^{-2}$  ( $0,1797 \text{ meq/l} \approx 8,62 \text{ mg/l}$ ) y el  $\text{NO}_3^-$  ( $0,0122 \text{ meq/l} \approx 0,75 \text{ mg/l}$ ). Por último, se observa que, en el rango total de la variación para los cationes, el que presenta un valor mayor es el  $\text{Ca}^{+2}$  ( $6,40 \text{ meq/l} \approx 128 \text{ mg/l}$ ); y, para los aniones es el  $\text{HCO}_3^-$  ( $6,71 \text{ meq/l} \approx 409,31 \text{ mg/l}$ ).

Tabla 9

*Estadístico descriptivo general de los componentes mayoritarios (meq/l)*

<b>IONES</b>	<b>N</b>	<b>Rango</b>	<b>Mínimo</b>	<b>Máximo</b>	<b>Media</b>
<b>Ca<sup>+2</sup></b>	50	6,40	0,85	7,25	3,0899
<b>Mg<sup>+2</sup></b>	50	0,85	0,09	0,94	0,3693
<b>Na<sup>+</sup></b>	50	0,47	0,00	0,47	0,1799
<b>K<sup>+</sup></b>	50	0,08	0,01	0,09	0,0339
<b>Cl<sup>-</sup></b>	50	1,53	0,10	1,63	0,3145
<b>SO<sub>4</sub><sup>-2</sup></b>	50	1,11	0,00	1,11	0,1797
<b>HCO<sub>3</sub><sup>-</sup></b>	50	6,71	1,09	7,80	3,1522
<b>NO<sub>3</sub><sup>-</sup></b>	50	0,12	0,00	0,12	0,0122

*Fuente:* Elaboración propia.

La Tabla 10 muestra los estadísticos descriptivos obtenidos para la temporada seca, donde los iones calcio (Ca<sup>+2</sup>), sodio (Na<sup>+</sup>), cloruro (Cl<sup>-</sup>), sulfato (SO<sub>4</sub><sup>-2</sup>), bicarbonato (HCO<sub>3</sub><sup>-</sup>) y nitrato (NO<sub>3</sub><sup>-</sup>) tienden a aumentar.

En la Tabla 11 se observa que los iones calcio (Ca<sup>+2</sup>), cloruro (Cl<sup>-</sup>), sulfato (SO<sub>4</sub><sup>-2</sup>) y bicarbonato (HCO<sub>3</sub><sup>-</sup>) aumentan en el mes de enero y disminuyen en el mes de marzo; siendo el potasio (K<sup>+</sup>), el único con tendencia a disminuir tanto en la temporada seca y húmeda.

En cuanto al recuento de cationes, el más abundante fue el calcio (Ca<sup>+2</sup>), obteniendo un valor máximo en el mes de diciembre con 7,25 meq/l  $\approx$  145 mg/l y un valor mínimo de 0,85 meq/l  $\approx$  17 mg/l en el mes de marzo. Respecto al recuento de aniones, el más abundante fue el bicarbonato (HCO<sub>3</sub><sup>-</sup>), alcanzando un valor máximo de 7,80 meq/l  $\approx$  475,8 mg/l en el mes de diciembre y un valor mínimo de 1,09 meq/l  $\approx$  66,49 mg/l en el mes de octubre. Por último, en el rango general de variación el calcio obtuvo su valor más alto con 5,93 meq/l  $\approx$  118,6 mg/l y el bicarbonato con 6,30 meq/l  $\approx$  384,3 mg/l en el mes de diciembre.

Tabla 10

*Estadístico descriptivo de los componentes mayoritarios en la temporada seca (meq/l)*

IONES	N	JULIO				OCTUBRE			
		Rango	Mínimo	Máximo	Media	Rango	Mínimo	Máximo	Media
Ca <sup>+2</sup>	10	5,00	1,07	6,07	2,9221	5,73	1,20	6,93	3,3663
Mg <sup>+2</sup>	10	0,79	0,15	0,94	0,4340	0,58	0,17	0,75	0,3795
Na <sup>+</sup>	10	0,38	0,08	0,46	0,2343	0,39	0,08	0,47	0,2793
K <sup>+</sup>	10	0,04	0,03	0,07	0,0469	0,05	0,01	0,06	0,0324
Cl <sup>-</sup>	10	0,49	0,15	0,64	0,3299	1,48	0,15	1,63	0,6017
SO <sub>4</sub> <sup>-2</sup>	10	0,28	0,08	0,36	0,2200	1,09	0,02	1,11	0,2603
HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	10	5,42	1,24	6,66	3,1144	5,39	1,09	6,48	3,1204
NO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	10	0,02	0,00	0,02	0,0045	0,05	0,00	0,05	0,0145

*Fuente:* Elaboración propia.

Tabla 11

*Estadístico descriptivo de los componentes mayoritarios en la temporada húmeda (meq/l)*

IONES	N	DICIEMBRE				ENERO				MARZO			
		Rango	Mínimo	Máximo	Media	Rango	Mínimo	Máximo	Media	Rango	Mínimo	Máximo	Media
Ca <sup>+2</sup>	10	5,93	1,32	7,25	3,0400	4,81	1,62	6,43	3,5390	4,35	0,85	5,20	2,5820
Mg <sup>+2</sup>	10	0,80	0,12	0,92	0,3720	0,34	0,09	0,43	0,2770	0,55	0,14	0,69	0,3840
Na <sup>+</sup>	10	0,23	0,19	0,42	0,2600	0,04	0,00	0,04	0,0210	0,24	0,03	0,27	0,1050
K <sup>+</sup>	10	0,08	0,01	0,09	0,0420	0,05	0,01	0,06	0,0280	0,02	0,01	0,03	0,0200
Cl <sup>-</sup>	10	0,35	0,16	0,51	0,2510	0,29	0,10	0,39	0,1780	0,10	0,18	0,28	0,2120
SO <sub>4</sub> <sup>-2</sup>	10	0,52	0,01	0,53	0,1290	0,49	0,05	0,54	0,2180	0,16	0,00	0,16	0,0710
HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	10	6,30	1,50	7,80	3,3360	4,37	1,52	5,89	3,4090	4,33	1,23	5,56	2,7810
NO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	10	0,12	0,00	0,12	0,0120	0,05	0,00	0,05	0,0070	0,05	0,00	0,05	0,0230

*Fuente:* Elaboración propia.

En los siguientes gráficos descriptivos (meq/l), se evidenció la variación temporal de los componentes mayoritarios.

En la Figura 21, se detalla la variación temporal del catión calcio, en donde se observa que, en la temporada seca, el ion tiende a aumentar ligeramente de julio a octubre. En la temporada húmeda, el ion presenta una disminución para el mes de diciembre y luego tiende a aumentar alcanzando su máximo valor en el mes de enero, para luego disminuir considerablemente en el mes de marzo.

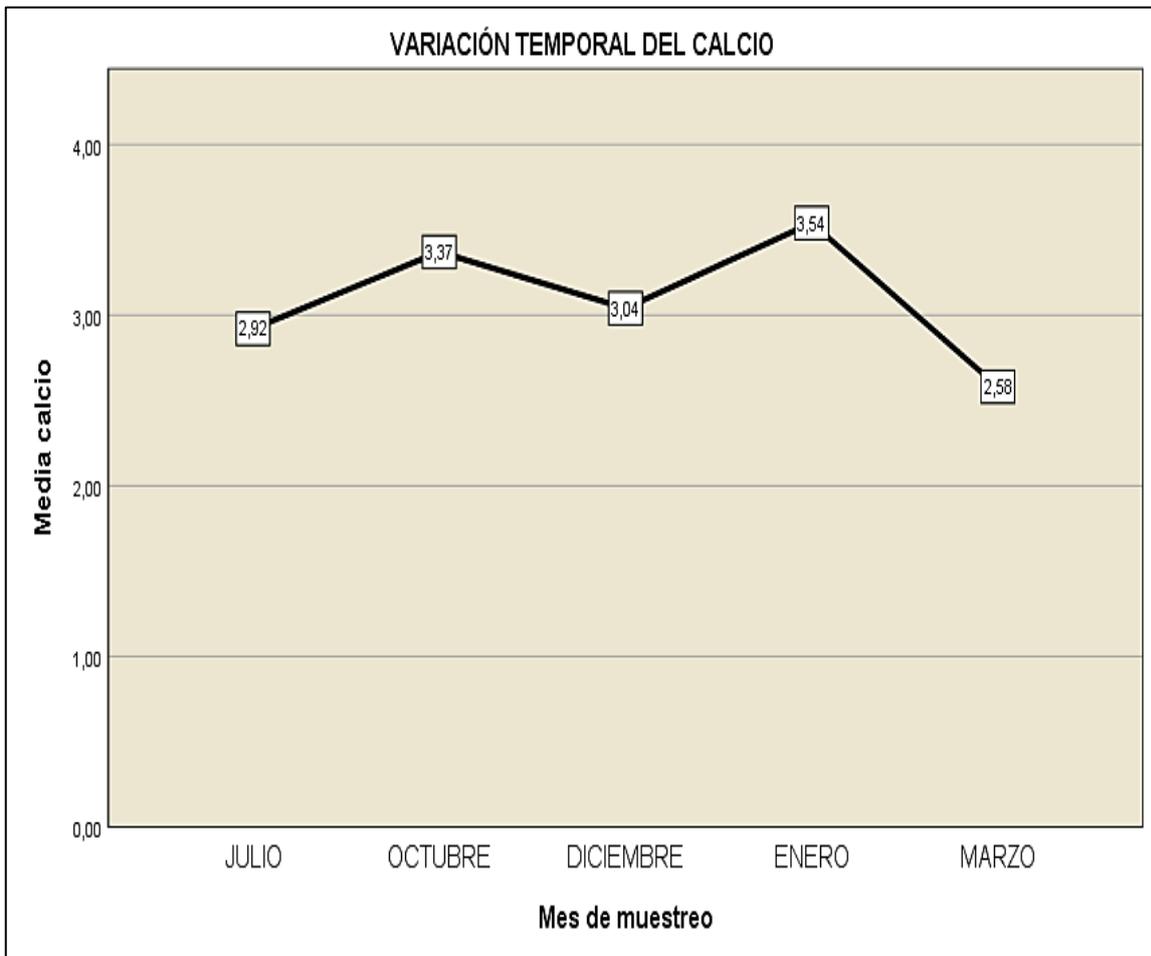


Figura 21. Variación temporal del calcio (meq/l). Fuente: Elaboración propia.

En la Figura 22 presenta la variación temporal del catión magnesio, donde se observa que, en la temporada seca el ion magnesio tiende a disminuir ligeramente durante los meses de julio a octubre. En la temporada húmeda continúa disminuyendo en el mes de diciembre y cae en el mes de enero, alcanzando un valor mínimo de 0,28 meq/l  $\approx$  3,40 mg/l, para luego aumentar considerablemente en el mes de marzo.

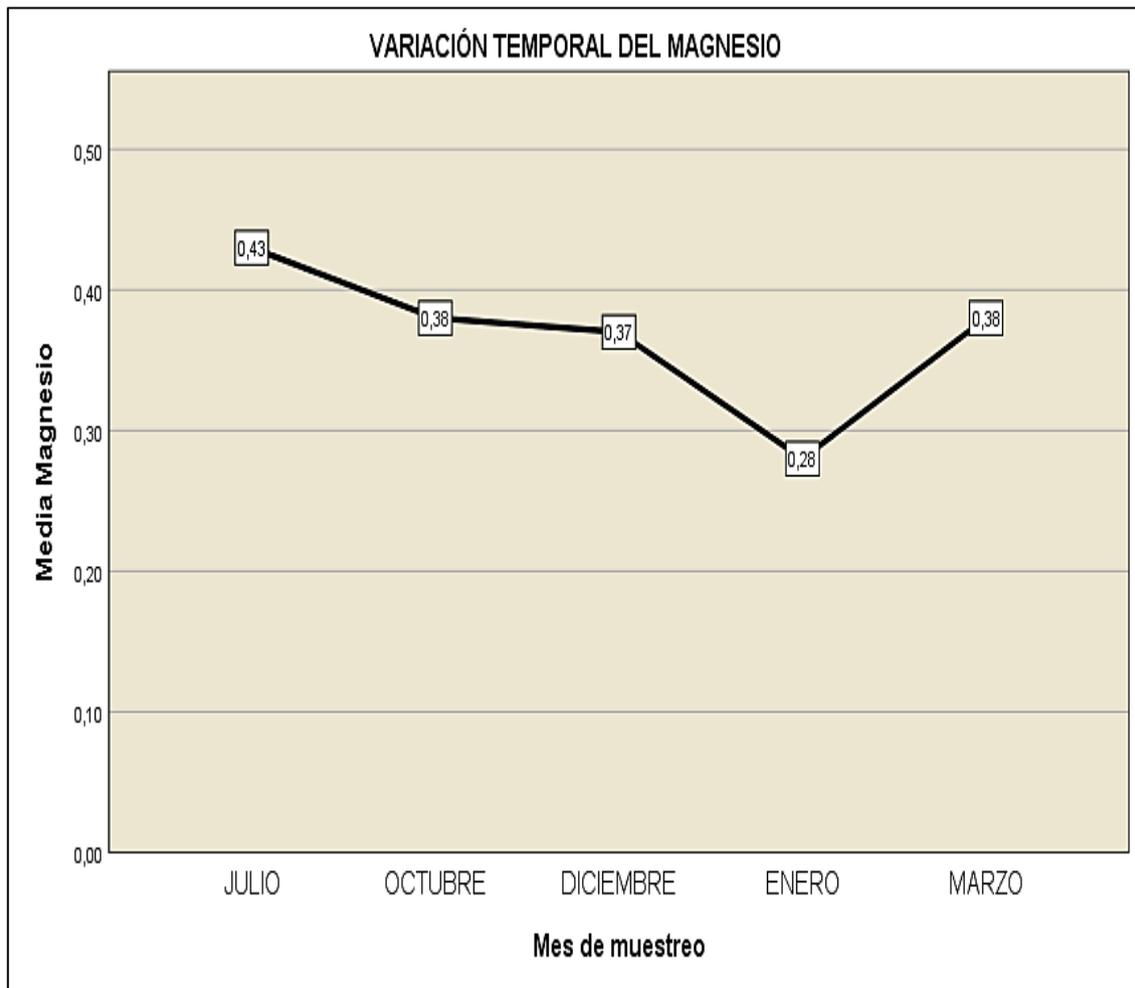


Figura 22. Variación temporal del magnesio (meq/l). Fuente: Elaboración propia.

La Figura 23 presenta la variación del ion sodio, mostrando que en la temporada seca el sodio presenta un aumento mínimo durante los meses de julio a octubre, logrando en este último su máximo valor. En la temporada húmeda, la concentración del sodio se redujo de modo considerable durante los meses de diciembre a enero, obteniendo un valor mínimo de 0,02 meq/l  $\approx$  0,458 mg/l, para luego aumentar en el mes de marzo.

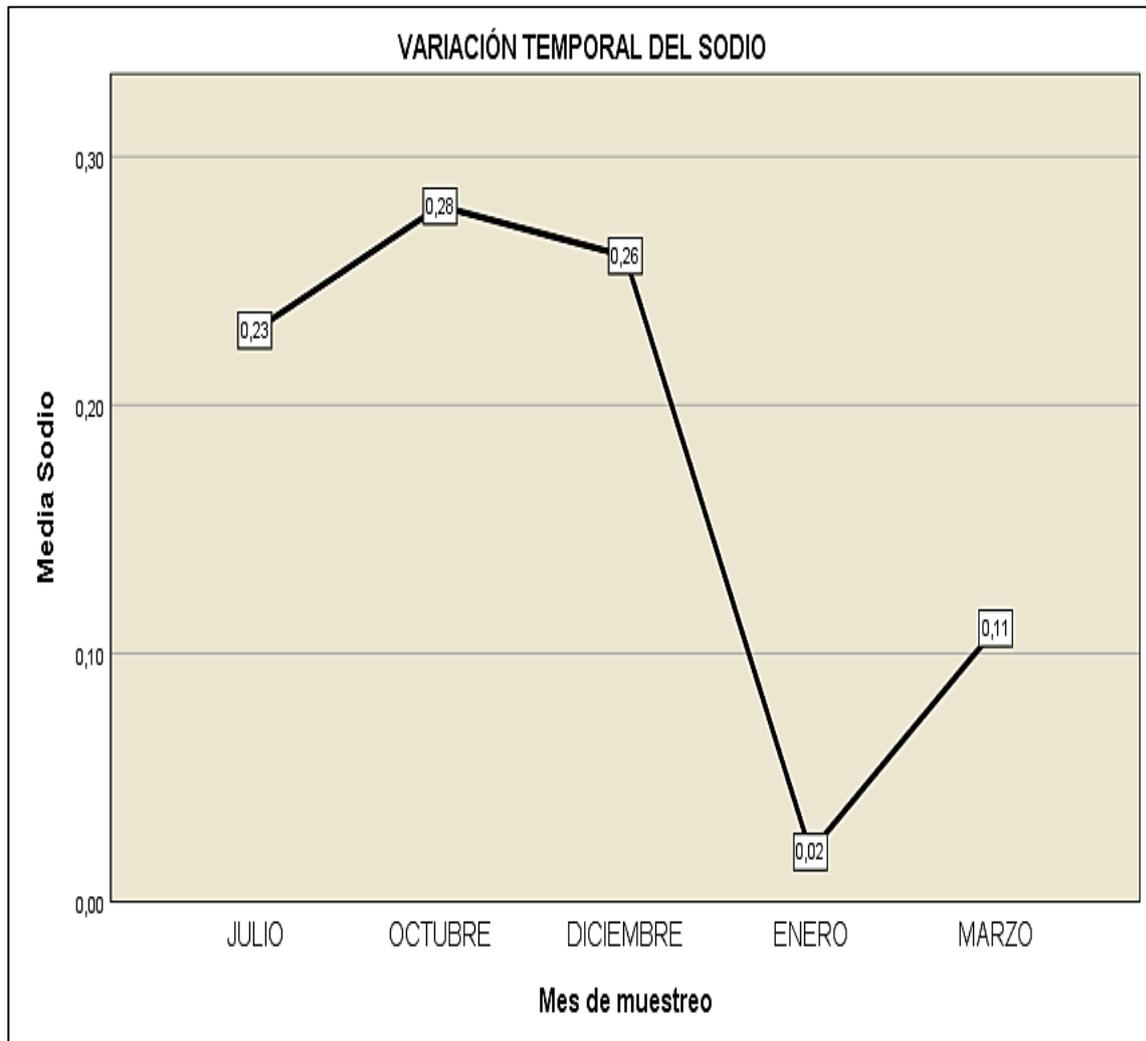


Figura 23. Variación temporal del sodio (meq/l). Fuente: Elaboración propia.

La Figura 24 muestra la variación temporal del catión potasio; donde se observa que, para la temporada seca el ion potasio tiende a disminuir ligeramente los meses de julio a octubre. Por otro lado, para la temporada húmeda, aumenta en el mes de diciembre para luego disminuir en los meses de enero y marzo.

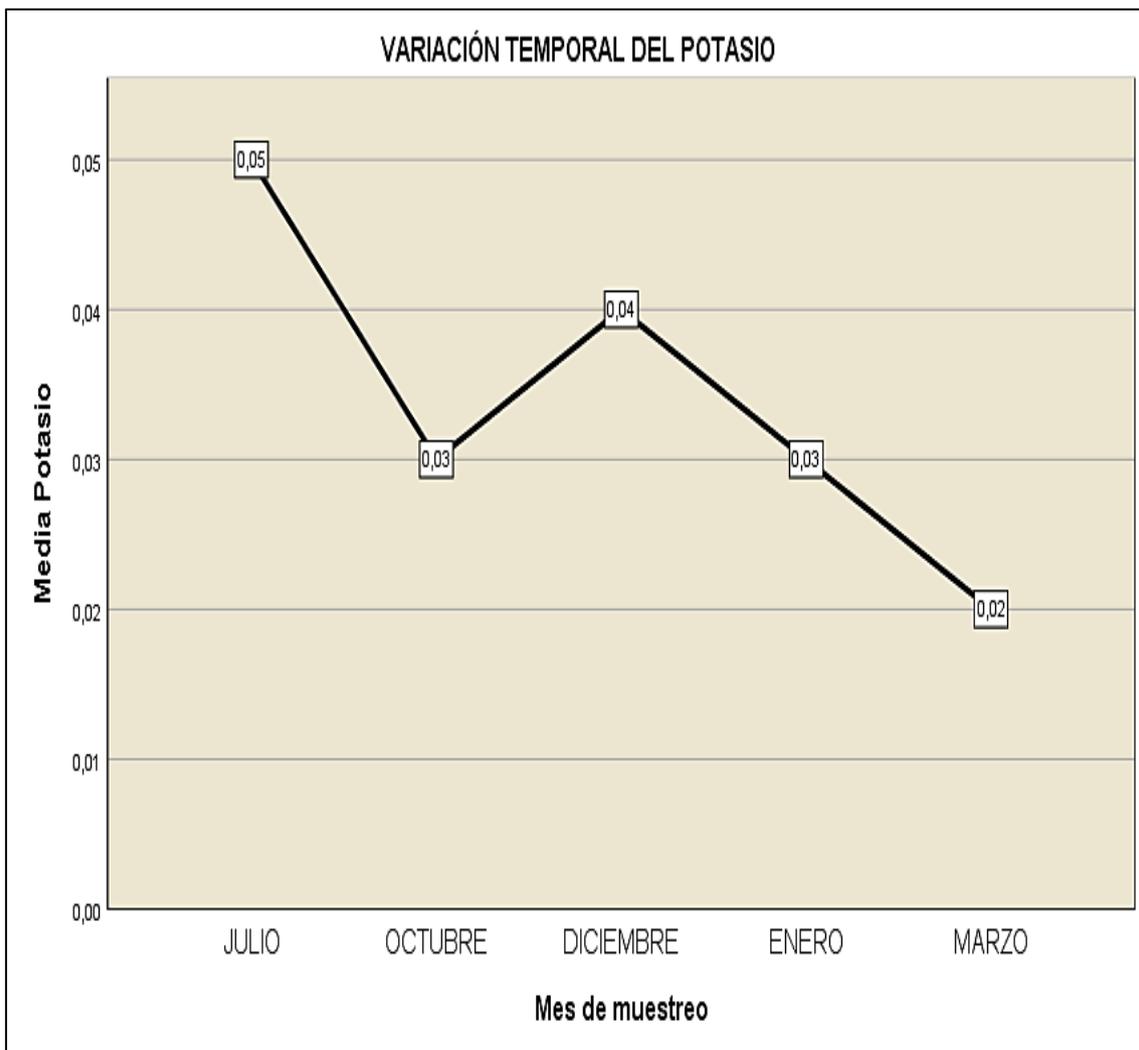


Figura 24. Variación temporal del potasio (meq/l). Fuente: Elaboración propia.

La Figura 25 presenta la variación temporal del anión cloruro, mostrando que, en la temporada seca, la concentración del cloruro tiende a aumentar de julio a octubre alcanzando su mayor valor en este último. En la temporada húmeda, se observa una considerable disminución en el mes de diciembre que continúa en el mes de enero y aumenta ligeramente en el mes de marzo.

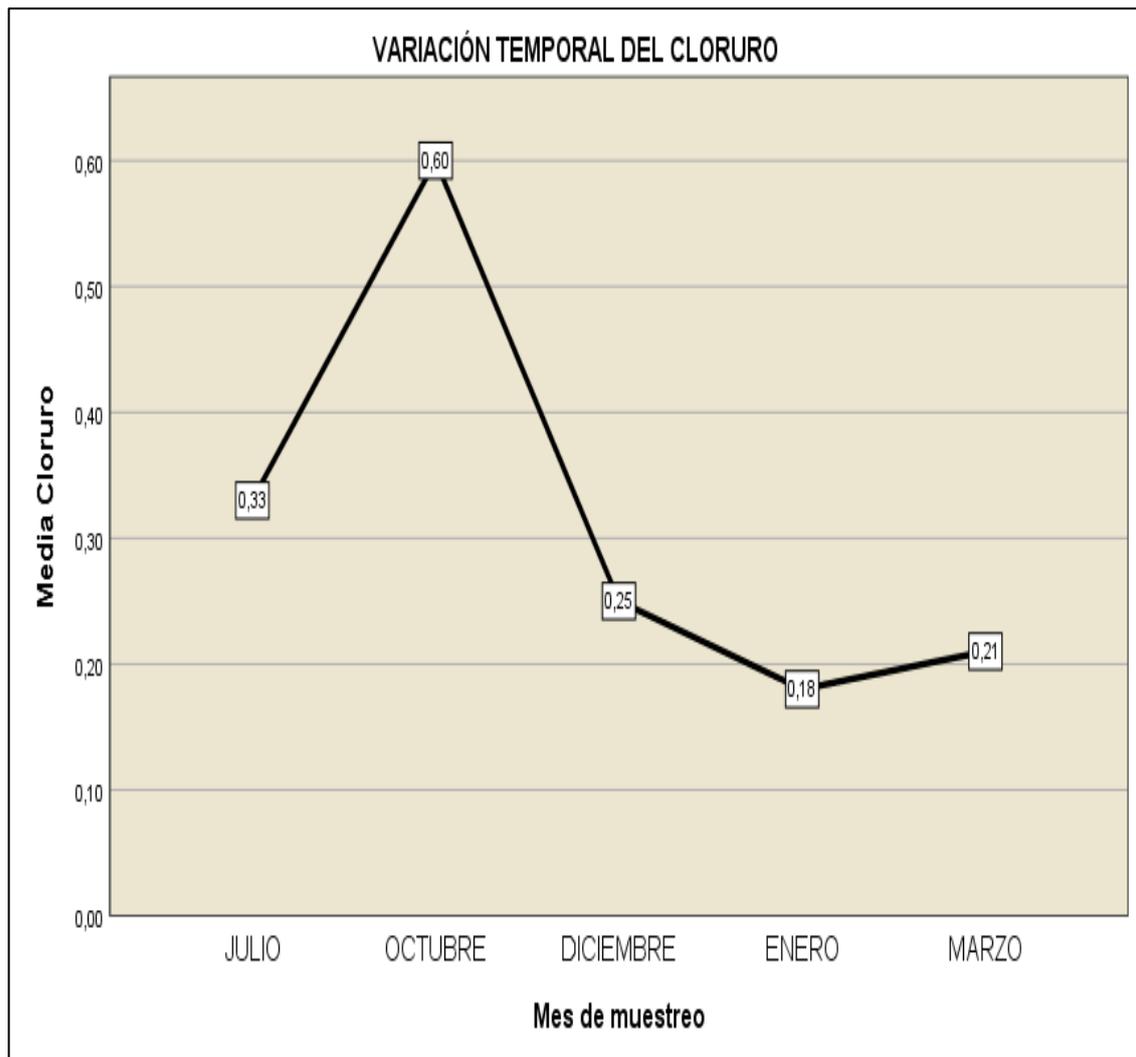


Figura 25. Variación temporal del cloruro (meq/l). Fuente: Elaboración propia.

En la Figura 26 se aprecia la variación temporal del anión sulfato; el cual presenta en la temporada seca, un ligero aumento de julio a octubre. En la temporada húmeda, la concentración del sulfato disminuye en el mes de diciembre, incrementándose en el mes de enero y volviendo a disminuir de modo considerable en marzo.

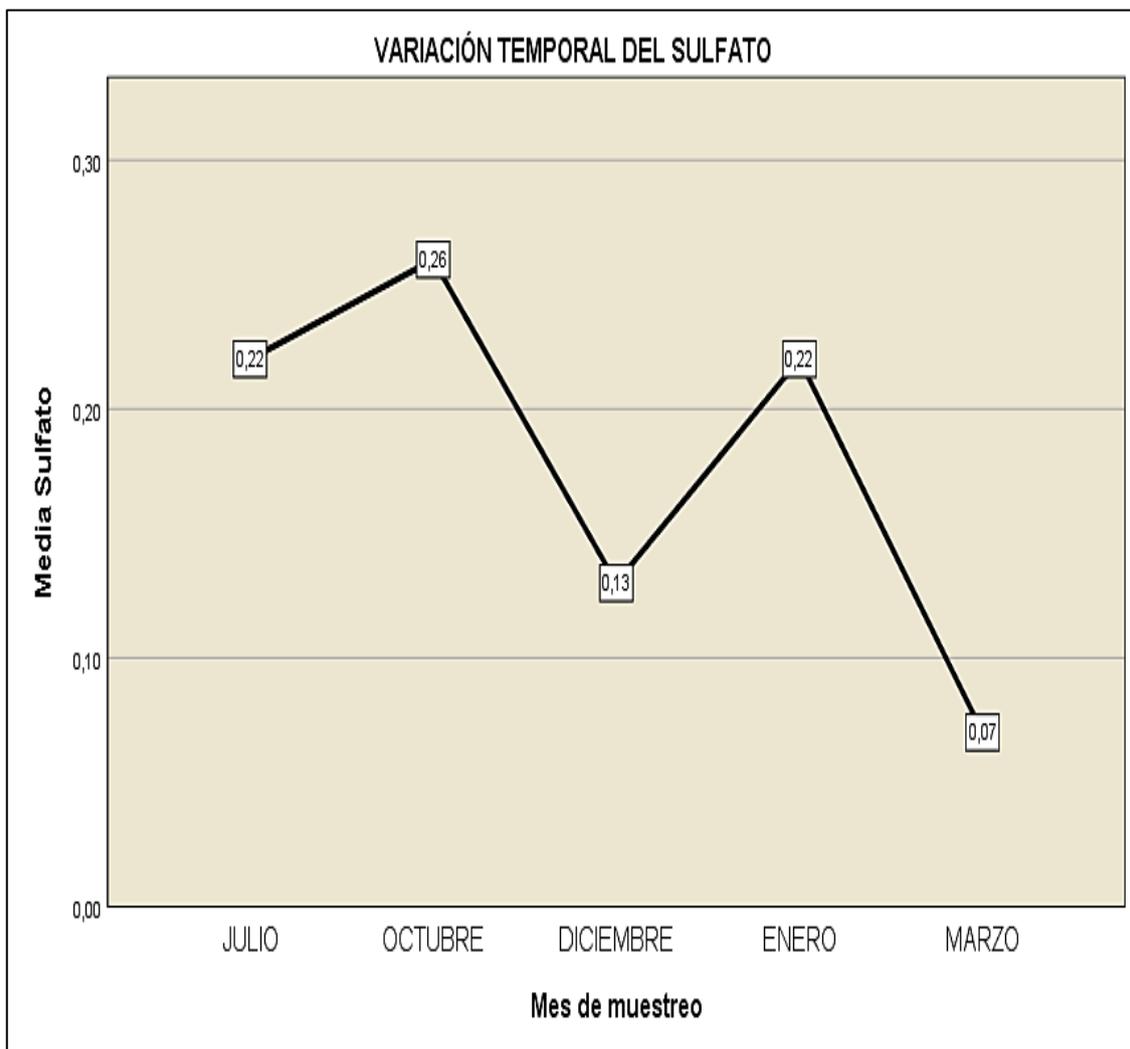


Figura 26. Variación temporal del sulfato (meq/l). Fuente: Elaboración propia.

En la Figura 27 se detalla la variación temporal del anión bicarbonato; mostrando que, en la temporada seca, el ion bicarbonato presenta una mínima disminución en los meses de julio a octubre; y, en la temporada húmeda, la concentración del bicarbonato aumenta durante los meses de diciembre y enero, para luego disminuir considerablemente en el mes de marzo, obteniendo aquí su valor mínimo.

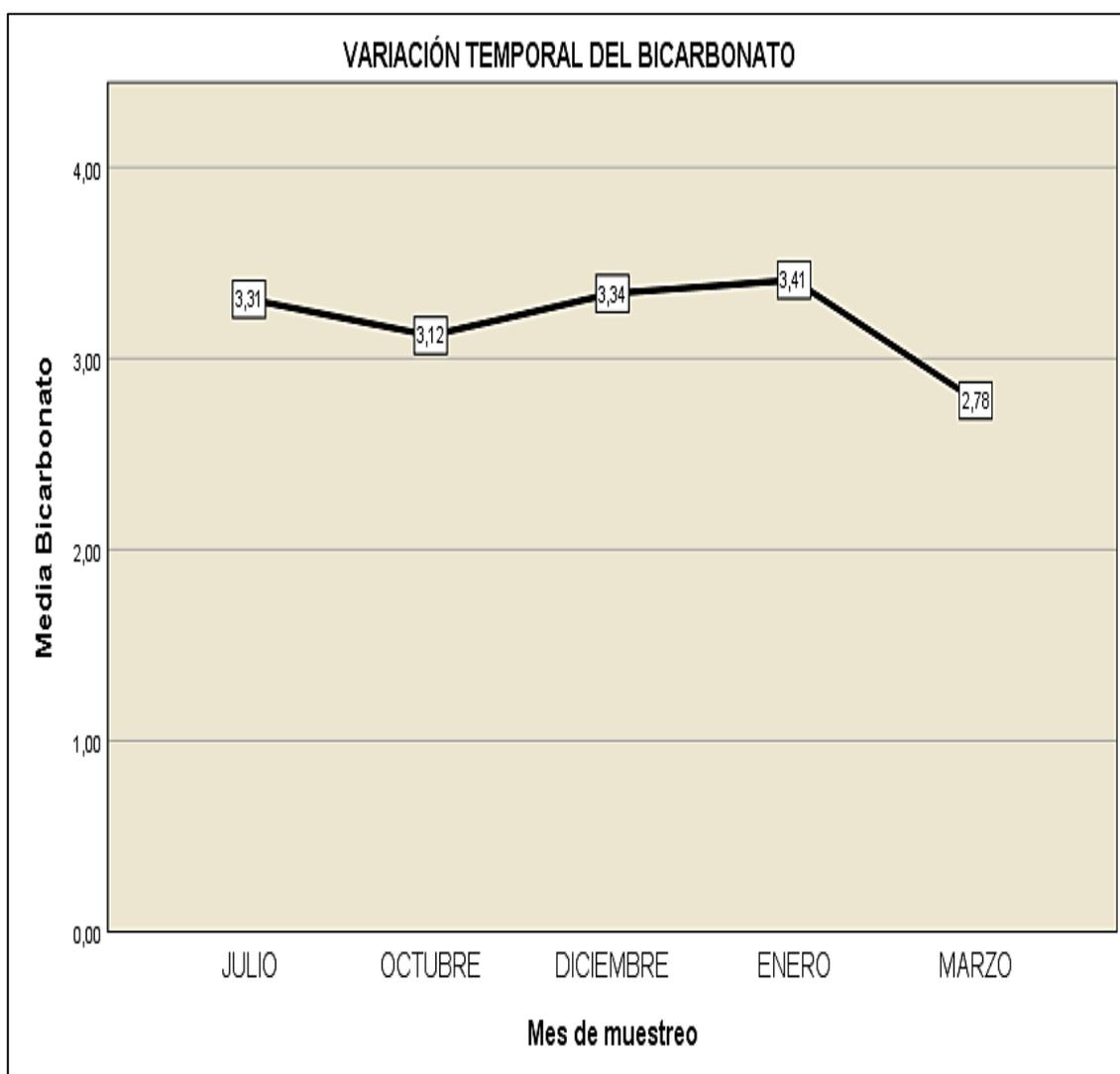


Figura 27. Variación temporal del bicarbonato (meq/l). Fuente: Elaboración propia.

En la Figura 28 se aprecia la variación temporal del anión nitrato; donde se muestra que, para la temporada seca, el nitrato aumenta de julio a octubre; y, para la temporada húmeda la concentración de nitrato se mantiene en los meses de diciembre y enero ( $0.01 \approx 0.62$  mg/l meq/l), para luego alcanzar su máximo valor en el mes de marzo.

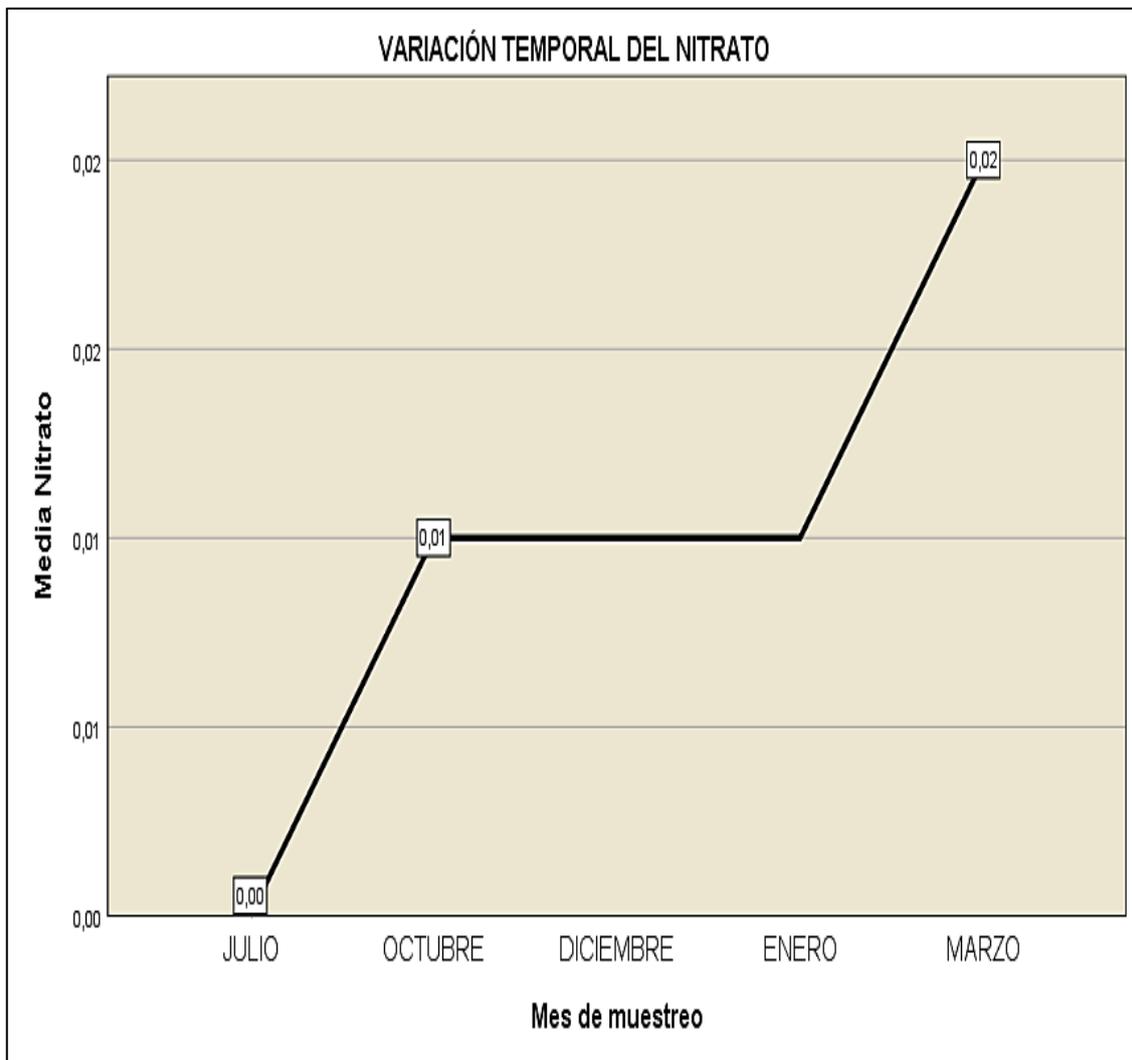


Figura 28. Variación temporal del nitrato (meq/l). Fuente: Elaboración propia.

### 3.2.2. Variabilidad espacio - temporal de los componentes mayoritarios

Para poder obtener la variación de las concentraciones de los componentes mayoritarios, inicialmente se procedió a realizar la prueba de normalidad Shapiro-Wilk, que permitió precisar el comportamiento de los datos.

Luego, se realizó el análisis de varianza (ANOVA) para determinar si las variables hidroquímicas presentaban variaciones significativas.

Finalmente se aplicó la prueba de Tukey, para conocer los meses que presentaban dichas variaciones.

La Tabla 12 muestra que, en todos los meses, el grupo de  $\text{Ca}^{+2}$ ,  $\text{Mg}^{+2}$ ,  $\text{Na}^+$ ,  $\text{HCO}_3^-$  tiene una distribución normal de sus datos; mientras que en algunos meses el grupo de  $\text{K}^+$ ,  $\text{Cl}^-$ ,  $\text{SO}_4^{-2}$ ,  $\text{NO}_3^-$  tiene una distribución no normal.

Tabla 12

*Prueba de normalidad de los constituyentes mayoritarios por mes: Shapiro – Wilk*

IÓN	MES	Shapiro-Wilk		
		Estadístico	gl	Sig.
<b>calcio</b>	julio	0,932	10	0,467
	octubre	0,839	10	0,042
	diciembre	0,858	10	0,072
	enero	0,920	10	0,360
	marzo	0,916	10	0,321
<b>Magnesio</b>	julio	0,905	10	0,247
	octubre	0,927	10	0,418
	diciembre	0,845	10	0,051
	enero	0,959	10	0,780
	marzo	0,943	10	0,591
<b>Sodio</b>	julio	0,900	10	0,218
	octubre	0,889	10	0,165
	diciembre	0,869	10	0,098
	enero	0,862	10	0,080
	marzo	0,863	10	0,082
<b>Potasio</b>	julio	0,933	10	0,475
	octubre	0,911	10	0,291
	diciembre	0,773	10	0,007
	enero	0,866	10	0,089
	marzo	0,832	10	0,035
<b>Cloruro</b>	julio	0,857	10	0,070
	octubre	0,864	10	0,086
	diciembre	0,703	10	0,001
	enero	0,804	10	0,016
	marzo	0,855	10	0,066
<b>Sulfato</b>	julio	0,950	10	0,673
	octubre	0,664	10	0,000
	diciembre	0,727	10	0,002
	enero	0,867	10	0,093
	marzo	0,972	10	0,908
<b>Bicarbonato</b>	julio	0,901	10	0,224
	octubre	0,866	10	0,089
	diciembre	0,856	10	0,069
	enero	0,948	10	0,643
	marzo	0,878	10	0,125
<b>Nitrato</b>	julio	0,656	10	0,000
	octubre	0,810	10	0,019
	diciembre	0,366	10	0,000
	enero	0,527	10	0,000
	marzo	0,904	10	0,245

*Fuente:* Elaboración propia.

La Tabla 13 muestra el análisis de ANOVA, indicando que el Na<sup>+</sup>, el K<sup>+</sup> y el Cl<sup>-</sup> presentaron diferencias significativas ( $p < 0,05$ ) durante los meses de muestreo

Tabla 13

*Prueba de ANOVA de un factor de los constituyentes mayoritarios por mes*

		<b>Suma de cuadrados</b>	<b>gl</b>	<b>Media cuadrática</b>	<b>F</b>	<b>Sig.</b>
<b>calcio</b>	Entre grupos	5,667	4	1,417	0,584	0,675
	Dentro de grupos	109,082	45	2,424		
	Total	114,749	49			
<b>Magnesio</b>	Entre grupos	0,130	4	0,033	0,882	0,482
	Dentro de grupos	1,662	45	0,037		
	Total	1,792	49			
<b>Sodio</b>	Entre grupos	0,501	4	0,125	12,247	0,000
	Dentro de grupos	0,460	45	0,010		
	Total	0,961	49			
<b>Potasio</b>	Entre grupos	0,005	4	0,001	2,971	0,029
	Dentro de grupos	0,018	45	0,000		
	Total	0,022	49			
<b>Cloruro</b>	Entre grupos	1,159	4	0,290	4,898	0,002
	Dentro de grupos	2,661	45	0,059		
	Total	3,820	49			
<b>Sulfato</b>	Entre grupos	0,240	4	0,060	1,895	0,128
	Dentro de grupos	1,422	45	0,032		
	Total	1,662	49			
<b>Bicarbonato</b>	Entre grupos	2,400	4	0,600	0,228	0,921
	Dentro de grupos	118,340	45	2,630		
	Total	120,739	49			
<b>Nitrato</b>	Entre grupos	0,002	4	0,001	1,136	0,352
	Dentro de grupos	0,021	45	0,000		
	Total	0,023	49			

*Fuente:* Elaboración propia.

La Tabla 14 muestra los resultados de la prueba de Tukey, donde se analizaron los iones que presentaron variaciones significativas en la prueba de ANOVA ( $\text{Na}^+$ ,  $\text{Cl}^-$ ,  $\text{K}^+$ ). De tal manera que los resultados obtenidos evidenciaron que las diferencias significativas de concentración del catión sodio se realizaron entre el mes de enero y los meses de julio ( $p= 0,000$ ), octubre ( $p = 0,000$ ) y diciembre ( $p = 0,000$ ); así como, en el mes de marzo y octubre ( $p= 0,003$ ). Además, la concentración de potasio mostro diferencias significativas en el mes de julio y marzo ( $p = 0,030$ ); y el anión cloruro, en el mes de octubre y los meses de diciembre ( $p = 0,019$ ), enero ( $p = 0,003$ ) y marzo ( $p = 0,007$ ).

Tabla 14

*Prueba de Tukey de los constituyentes mayoritarios por mes*

variable dependiente	temporada de muestreo	temporada de muestreo	Sig.
<b>Sodio</b>	julio	octubre	0,856
		diciembre	0,979
		enero	0,000
		marzo	0,048
	octubre	julio	0,856
		diciembre	0,993
		enero	0,000
		marzo	0,003
	diciembre	julio	0,979
		octubre	0,993
		enero	0,000
		marzo	0,011
	enero	julio	0,000
		octubre	0,000
		diciembre	0,000
		marzo	0,355
	marzo	julio	0,048
		octubre	0,003
		diciembre	0,011
			enero

Tabla 14

*Prueba de Tukey de los constituyentes mayoritarios por mes (continuación)*

<b>Potasio</b>	julio	octubre	0,481
		diciembre	0,981
		enero	0,222
		marzo	0,030
	octubre	julio	0,481
		diciembre	0,814
		enero	0,987
		marzo	0,629
	diciembre	julio	0,981
		octubre	0,814
		enero	0,516
		marzo	0,112
	enero	julio	0,222
		octubre	0,987
		diciembre	0,516
		marzo	0,894
marzo	julio	0,030	
	octubre	0,629	
	diciembre	0,112	
	enero	0,894	
<b>Cloruro</b>	julio	octubre	0,109
		diciembre	0,949
		enero	0,633
		marzo	0,814
	octubre	julio	0,109
		diciembre	0,019
		enero	0,003
		marzo	0,007
	diciembre	julio	0,949
		octubre	0,019
		enero	0,962
		marzo	0,996
	enero	julio	0,633
		octubre	0,003
		diciembre	0,962
		marzo	0,998
marzo	julio	0,814	
	octubre	0,007	
	diciembre	0,996	
	enero	0,998	

Fuente: Elaboración propia.

### 3.2.3. Estadísticos descriptivos de los parámetros físico – químicos

La Tabla 15 presenta los resultados generales de los parámetros fisicoquímicos, donde la media total del área de estudio para el pH fue de 6,97, para la CE fue de 0,28 dS/m y para la temperatura fue de 11,34 °C. Por otro lado, se observa que el rango obtenido para el pH fue de 2,40; para la CE fue de 0,63 dS/m y para la temperatura fue de 11,80 °C.

Tabla 15

*Estadístico descriptivo general para los parámetros físico - químicos*

<b>PARÁMETROS</b>	<b>N</b>	<b>Rango</b>	<b>Mínimo</b>	<b>Máximo</b>	<b>Media</b>
<b>pH</b>	65	2,40	6,20	8,60	6,97
<b>CE (dS/m)</b>	65	0,63	0,12	0,75	0,28
<b>T (°C)</b>	65	11,80	7,30	19,10	11,34

*Fuente:* Elaboración propia.

La Tabla 16 presenta los resultados obtenidos para la temporada seca; demostrando que, los datos de las medias, tanto para el pH, y la T disminuyeron, a diferencia de la CE que se mantiene en los meses correspondientes a la época seca.

La Tabla 17 muestra que en la temporada húmeda el pH se incrementa, la CE disminuye y la temperatura presenta una variación, aumentando en el mes de diciembre (12,38 °C), disminuyendo en enero (9,34 °C) y volviendo a aumentar en el mes de marzo (13,36 °C). Por otro lado, el rango máximo para el pH se obtuvo en el mes de marzo (2,40) y el mínimo en el mes de diciembre (0,40), para la CE el rango máximo se presentó en el mes de octubre (0,60 dS/m) y el mínimo en los meses de julio y enero (0,26 dS/m); mientras que el rango máximo de la temperatura se obtuvo en el mes de marzo (9,40 °C) y el mínimo en el mes de enero (3,50 °C).

Tabla 16

*Estadístico descriptivo para los parámetros físico – químicos en la temporada seca*

PARÁMETROS	N	JULIO				OCTUBRE			
		Rango	Mínimo	Máximo	Media	Rango	Mínimo	Máximo	Media
<b>pH</b>	13	1,47	6,43	7,90	7,07	1,50	6,30	7,80	6,91
<b>CE (dS/m)</b>	13	0,26	0,13	0,39	0,29	0,60	0,15	0,75	0,29
<b>T (°C)</b>	13	6,40	8,00	14,40	10,99	4,00	8,70	12,70	10,61

*Fuente:* Elaboración propia.

Tabla 17

*Estadístico descriptivo para los parámetros físico – químicos en la temporada húmeda*

PARÁMETROS	N	DICIEMBRE				ENERO				MARZO			
		Rango	Mínimo	Máximo	Media	Rango	Mínimo	Máximo	Media	Rango	Mínimo	Máximo	Media
<b>pH</b>	13	0,40	6,40	6,80	6,57	1,50	6,50	8,00	7,11	2,40	6,20	8,60	7,22
<b>CE (dS/m)</b>	13	0,29	0,14	0,43	0,30	0,26	0,16	0,42	0,29	0,32	0,12	0,44	0,25
<b>T (°C)</b>	13	6,20	10,20	16,40	12,38	3,50	7,30	10,80	9,34	9,40	9,70	19,10	13,36

*Fuente:* Elaboración propia.

En los siguientes gráficos descriptivos, se evidencia la variación temporal de los parámetros fisicoquímicos considerados para la realización de este estudio.

En la Figura 29, se muestra la variación temporal del pH, donde se detalla que para el mes de julio se presenta una tendencia neutra, disminuyendo ligeramente en el mes de octubre y alcanzando su valor mínimo en diciembre logrando una tendencia ligeramente ácida (pH = 6,57); En los meses de enero y marzo del 2018 se incrementa considerablemente, logrando su máximo valor en este último con una concentración de 7,22, consiguiendo una tendencia neutra.

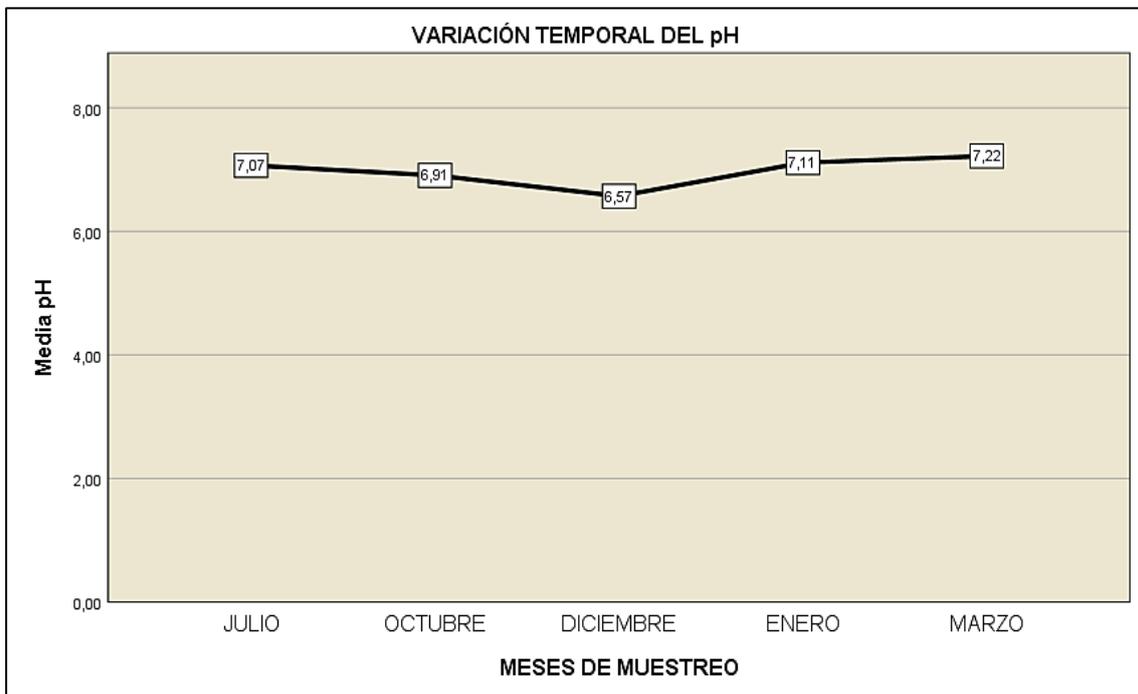


Figura 29. Variación temporal del pH. Fuente: Elaboración propia.

La Figura 30 detalla la variación temporal de la CE (dS/m); en esta se observa que los datos obtenidos de esta variable se mantienen en los meses de julio y octubre del 2017 (0,29 dS/m), pertenecientes a la época seca. En el mes de diciembre aumenta ligeramente, para luego disminuir en el mes de enero y marzo, obteniendo su mínimo valor en este último, logrando 0,25 dS/m.

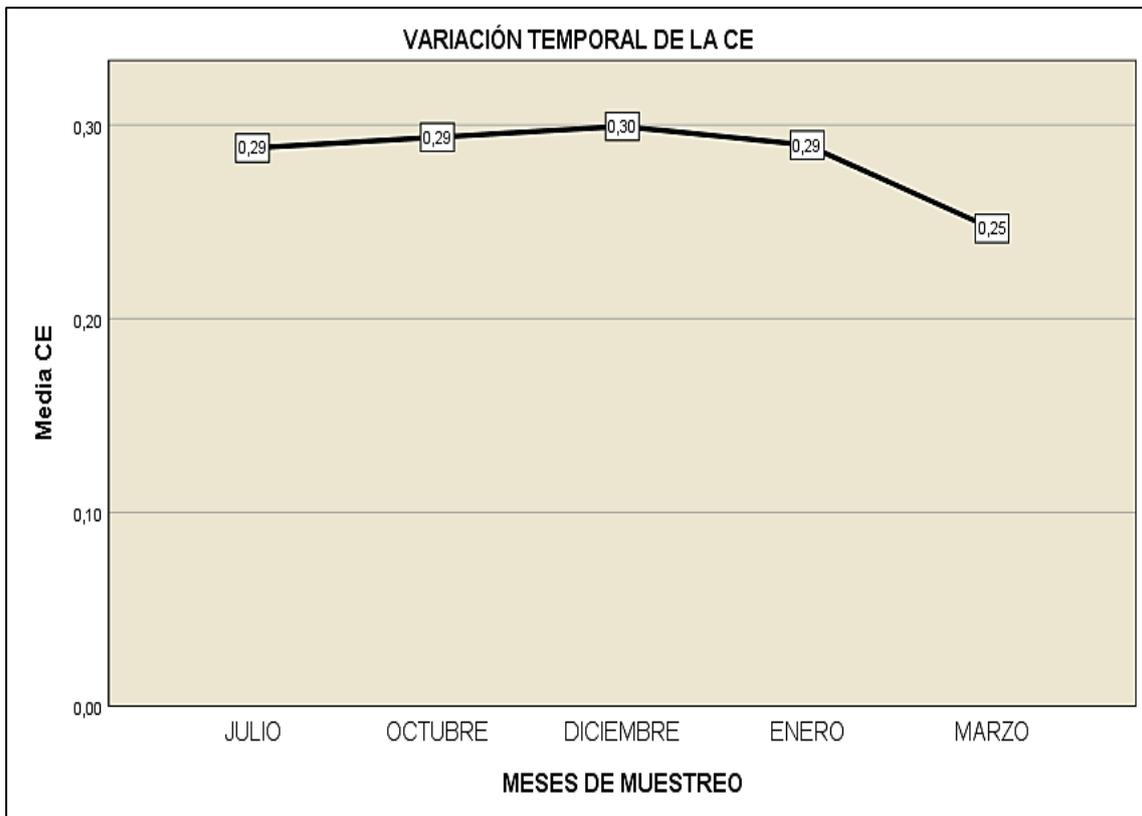


Figura 30. Variación temporal de la Conductividad Eléctrica. Fuente: Elaboración propia.

En la Figura 31, se observa la variación temporal de la temperatura ( $^{\circ}\text{C}$ ), donde se muestra que para el mes de julio ( $10,99\text{ }^{\circ}\text{C}$ ) disminuye ligeramente hasta el mes de octubre ( $10,61\text{ }^{\circ}\text{C}$ ), para luego incrementar su valor en el mes de diciembre y disminuir en el mes de enero alcanzando su mínimo valor ( $9,34\text{ }^{\circ}\text{C}$ ); seguidamente en el mes de marzo se incrementa, obteniendo un valor de  $13,36\text{ }^{\circ}\text{C}$ , siendo este su máximo valor.

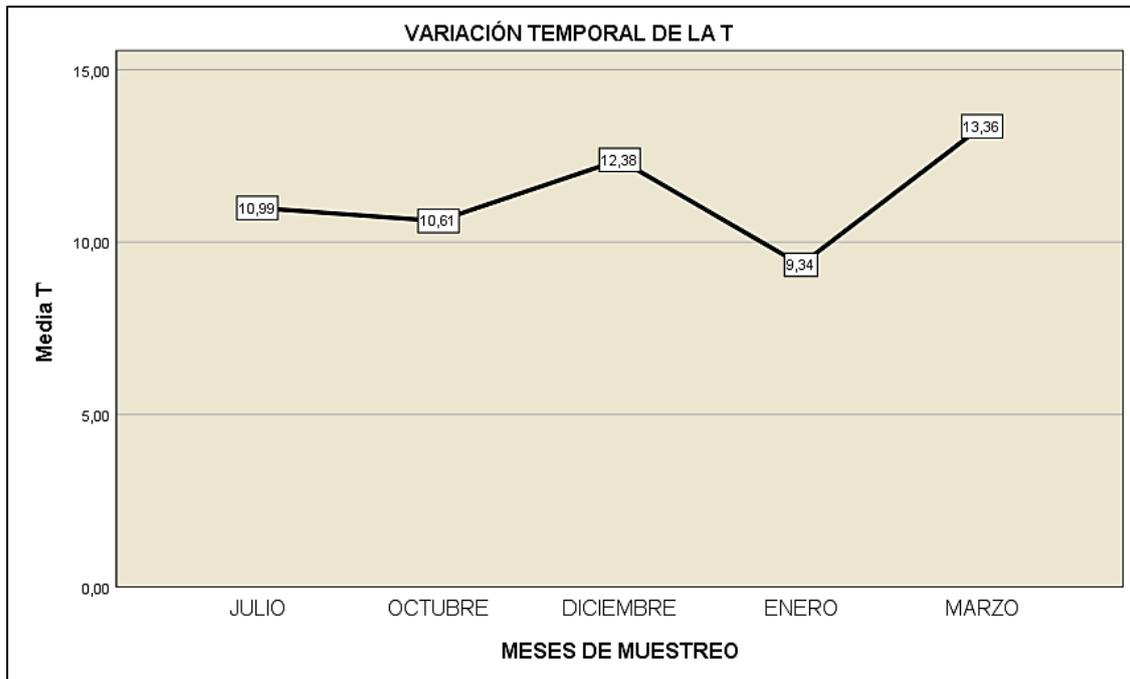


Figura 31. Variación temporal de la temperatura. Fuente: Elaboración propia.

### 3.2.4. Variabilidad espacio - temporal de los parámetros físico - químicos

Para poder obtener la variación de los parámetros fisicoquímicos, en primer lugar, se procedió a realizar la prueba de normalidad y así precisar el tipo de comportamiento que presentaban los datos.

En segundo lugar, se analizaron si los parámetros fisicoquímicos presentaban variaciones significativas, para lo cual se realizó el análisis de varianza (ANOVA).

Por último, para conocer qué meses presentaban dichas variaciones, se aplicó la prueba de Tukey. En esta sección, la variación de los parámetros fisicoquímicos fueron analizados por meses durante la temporada seca y húmeda, para esto se procedió a realizar la prueba de normalidad con la finalidad de conocer el comportamiento de cada variable. La tabla 18 muestra que la temperatura presenta una distribución normal, mientras que el pH y la CE presentan una distribución no normal, en algunos meses.

Tabla 18

*Prueba de normalidad para los parámetros físico - químicos por mes: Shapiro - Wilk*

PÁRAMETROS	MES	Shapiro-Wilk		
		Estadístico	gl	Sig.
pH	julio	0,940	13	0,451
	octubre	0,827	13	0,014
	diciembre	0,934	13	0,386
	enero	0,900	13	0,134
	marzo	0,900	13	0,132
CE	julio	0,951	13	0,618
	octubre	0,778	13	0,004
	diciembre	0,937	13	0,423
	enero	0,938	13	0,428
	marzo	0,937	13	0,424
T	julio	0,971	13	0,908
	octubre	0,972	13	0,921
	diciembre	0,917	13	0,231
	enero	0,914	13	0,205
	marzo	0,941	13	0,470

Fuente: Elaboración propia.

La Tabla 19 presenta los resultados la prueba de ANOVA para los parámetros fisicoquímicos analizados en cada uno de los meses; mostrando que tanto el pH y la temperatura presentaron diferencias significativas ( $p < 0,05$ ) durante los meses de muestreo.

Tabla 19

*Prueba de ANOVA para los parámetros físico – químicos por mes*

		<b>Suma de cuadrados</b>	<b>gl</b>	<b>Media cuadrática</b>	<b>F</b>	<b>Sig.</b>
<b>pH</b>	Entre grupos	3,331	4	0,833	2,712	0,038
	Dentro de grupos	18,423	60	0,307		
	Total	21,755	64			
<b>CE</b>	Entre grupos	0,023	4	0,006	0,518	0,723
	Dentro de grupos	0,668	60	0,011		
	Total	0,691	64			
<b>T</b>	Entre grupos	127,459	4	31,865	9,613	0,000
	Dentro de grupos	198,884	60	3,315		
	Total	326,344	64			

*Fuente:* Elaboración propia.

La Tabla 20 muestra los resultados de la prueba de Tukey para los parámetros fisicoquímicos que presentaron diferencias significativas en la prueba de ANOVA (pH y T). Demostrando que las diferencias significativas de concentración del pH se registraron en el mes de marzo y diciembre ( $p = 0,032$ ); mientras que, la temperatura mostró diferencias significativas en los meses de diciembre y enero ( $p = 0,001$ ), en marzo con julio ( $p = 0,013$ ), octubre ( $p = 0,003$ ) y enero ( $p = 0,000$ ).

Tabla 20

*Prueba de Tukey para los parámetros físico – químicos por mes*

<b>variable dependiente</b>	<b>temporada de muestreo</b>	<b>temporada de muestreo</b>	<b>Sig.</b>	
<b>pH</b>	julio	octubre	0,945	
		diciembre	0,162	
		enero	1,000	
		marzo	0,956	
	octubre	julio	0,945	
		diciembre	0,536	
		enero	0,877	
		marzo	0,603	
	diciembre	julio	0,162	
		octubre	0,536	
		enero	0,105	
		marzo	0,032	
	enero	julio	1,000	
		octubre	0,877	
		diciembre	0,105	
		marzo	0,987	
	marzo	julio	0,956	
		octubre	0,603	
		diciembre	0,032	
		enero	0,987	
	<b>T</b>	julio	octubre	0,984
			diciembre	0,302
			enero	0,156
			marzo	0,013
octubre		julio	0,984	
		diciembre	0,108	
		enero	0,396	
		marzo	0,003	
diciembre		julio	0,302	
		octubre	0,108	
		enero	0,001	
		marzo	0,654	
enero		julio	0,156	
		octubre	0,396	
		diciembre	0,001	
		marzo	0,000	
marzo		julio	0,013	
		octubre	0,003	
		diciembre	0,654	
		enero	0,000	

*Fuente:* Elaboración propia.

### 3.3. Grado de correlación entre las variables fisicoquímicas

Para poder determinar la existencia de correlaciones entre todas las variables fisicoquímicas evaluadas en este estudio, primero se realizó la prueba de normalidad general para los constituyentes mayoritarios (Tabla 21) y para los parámetros fisicoquímicos (Tabla 22).

Así mismo, se realizó el análisis de correlación el cual se desarrolló de dos formas: la primera, para todas aquellas variables que presentaron medidas de distribución normal se le aplicó el análisis de correlación de Pearson; y la segunda, para todas aquellas que presentaron medidas de distribución no normal se les realizó el análisis de correlación de Spearman.

Los coeficientes de correlación considerados para este análisis fueron clasificados de acuerdo con Choy (2018), sobre el estudio hidroquímico realizado en el bofedal de Moyobamba.

#### 3.3.1. Prueba de normalidad general

Tabla 21

*Prueba de normalidad general para los componentes mayoritarios*

IÓN	Kolmogorov-Smirnov <sup>a</sup>		
	Estadístico	gl	Sig.
Ca <sup>+2</sup>	0,147	50	0,009
Mg <sup>+2</sup>	0,196	50	0,000
Na <sup>+</sup>	0,112	50	0,158
K <sup>+</sup>	0,152	50	0,006
Cl <sup>-</sup>	0,285	50	0,000
SO <sub>4</sub> <sup>-2</sup>	0,172	50	0,001
HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	0,123	50	0,056
NO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	0,285	50	0,000

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 22

*Prueba de normalidad general para los parámetros físicoquímicos*

Parámetros	Kolmogorov-Smirnov <sup>a</sup>		
	Estadístico	gl	Sig.
<b>pH</b>	0,220	65	0,000
<b>CE</b>	0,085	65	0,200*
<b>T</b>	0,146	65	0,001

*Fuente:* Elaboración propia.

### 3.3.2. Correlación de Pearson general de los componentes mayoritarios

En la Tabla 23 se detallan los componentes mayoritarios que obtuvieron valores con distribución normal, los cuales fueron analizados con la finalidad de encontrar algún grado de correlación considerando un  $p < 0,05$ .

Para este caso, tanto el sodio ( $\text{Na}^+$ ) como el bicarbonato ( $\text{HCO}_3^-$ ) no presentaron ninguna correlación.

Tabla 23

*Correlación de Pearson general*

		<b>Na<sup>+</sup></b>	<b>HCO<sub>3</sub><sup>-</sup></b>
<b>Na<sup>+</sup></b>	Correlación de Pearson	1	0,100
	Sig. (bilateral)		0,489
	N	50	50
<b>HCO<sub>3</sub><sup>-</sup></b>	Correlación de Pearson	0,100	1
	Sig. (bilateral)	0,489	
	N	50	50

*Fuente:* Elaboración propia.

### 3.3.3. Correlación de Pearson de los componentes mayoritarios por mes

Las correlaciones analizadas por cada mes de muestreo evidenciaron que ninguno de los meses considerados en ambas temporadas: julio (Tabla 24), octubre (Tabla 25), diciembre (Tabla 26), enero (Tabla 27) y marzo (Tabla 28) presentaron correlación significativa alguna entre los iones sodio y bicarbonato.

Tabla 24

*Correlación de Pearson del mes de julio*

		<b>Na<sup>+</sup></b>	<b>HCO<sub>3</sub><sup>-</sup></b>
<b>Na<sup>+</sup></b>	Correlación de Pearson	1	0,530
	Sig. (bilateral)		0,115
	N	10	10
<b>HCO<sub>3</sub><sup>-</sup></b>	Correlación de Pearson	0,530	1
	Sig. (bilateral)	0,115	
	N	10	10

*Fuente:* Elaboración propia.

Tabla 25

*Correlación de Pearson del mes de octubre*

		<b>Na<sup>+</sup></b>	<b>HCO<sub>3</sub><sup>-</sup></b>
<b>Na<sup>+</sup></b>	Correlación de Pearson	1	-0,121
	Sig. (bilateral)		0,740
	N	10	10
<b>HCO<sub>3</sub><sup>-</sup></b>	Correlación de Pearson	-0,121	1
	Sig. (bilateral)	0,740	
	N	10	10

*Fuente:* Elaboración propia.

Tabla 26

*Correlación de Pearson del mes de diciembre*

		<b>Na<sup>+</sup></b>	<b>HCO<sub>3</sub><sup>-</sup></b>
<b>Na<sup>+</sup></b>	Correlación de Pearson	1	0,329
	Sig. (bilateral)		0,354
	N	10	10
<b>HCO<sub>3</sub><sup>-</sup></b>	Correlación de Pearson	0,329	1
	Sig. (bilateral)	0,354	
	N	10	10

*Fuente:* Elaboración propia.

Tabla 27

*Correlación de Pearson del mes de enero*

		<b>Na<sup>+</sup></b>	<b>HCO<sub>3</sub><sup>-</sup></b>
<b>Na<sup>+</sup></b>	Correlación de Pearson	1	0,504
	Sig. (bilateral)		0,137
	N	10	10
<b>HCO<sub>3</sub><sup>-</sup></b>	Correlación de Pearson	0,504	1
	Sig. (bilateral)	0,137	
	N	10	10

*Fuente:* Elaboración propia.

Tabla 28

*Correlación de Pearson del mes de marzo*

		<b>Na<sup>+</sup></b>	<b>HCO<sub>3</sub><sup>-</sup></b>
<b>Na<sup>+</sup></b>	Correlación de Pearson	1	-0,238
	Sig. (bilateral)		0,508
	N	10	10
<b>HCO<sub>3</sub><sup>-</sup></b>	Correlación de Pearson	-0,238	1
	Sig. (bilateral)	0,508	
	N	10	10

*Fuente:* Elaboración propia.

### 3.3.4. Correlación de Spearman general de los componentes mayoritarios

En la Tabla 29, se detalla los componentes mayoritarios que obtuvieron valores con distribución no normal los cuales fueron analizados con la finalidad de encontrar algún grado de correlación considerando un  $p < 0,05$ .

Para este caso, los iones que presentaron una correlación fueron el catión  $\text{Ca}^{+2}$  con el catión  $\text{Mg}^{+2}$  ( $p = 0,000$ ), con un  $R = 0,578$  y el anión  $\text{Cl}^-$  ( $p = 0,030$ ) con un  $R = 0,307$ ; también el catión  $\text{Mg}^{+2}$  con el anión  $\text{Cl}^-$  ( $p = 0,006$ ) con un  $R = 0,381$ , el catión  $\text{K}^+$  con el anión  $\text{SO}_4^{-2}$  ( $0,018$ ) con un  $R = 0,332$  y los aniones  $\text{NO}_3^-$  con  $\text{Cl}^-$  ( $p = 0,015$ ) con un  $R = 0,342$ .

Tabla 29

*Correlación de Spearman general de los componentes mayoritarios*

		<b>Ca<sup>+2</sup></b>	<b>Mg<sup>+2</sup></b>	<b>K<sup>+</sup></b>	<b>Cl<sup>-</sup></b>	<b>SO<sub>4</sub><sup>-2</sup></b>	<b>NO<sub>3</sub><sup>-</sup></b>	
<b>Rho de Spearman</b>	<b>Ca<sup>+2</sup></b>	Coeficiente de correlación	1,000	,578**	-0,030	,307*	0,208	0,165
		Sig. (bilateral)		0,000	0,837	0,030	0,148	0,252
		N	50	50	50	50	50	50
	<b>Mg<sup>+2</sup></b>	Coeficiente de correlación	,578**	1,000	0,030	,381**	0,155	0,244
		Sig. (bilateral)	0,000		0,834	0,006	0,284	0,088
		N	50	50	50	50	50	50
	<b>K<sup>+</sup></b>	Coeficiente de correlación	-0,030	0,030	1,000	-0,093	,332*	-0,231
		Sig. (bilateral)	0,837	0,834		0,521	0,018	0,107
		N	50	50	50	50	50	50
	<b>Cl<sup>-</sup></b>	Coeficiente de correlación	,307*	,381**	-0,093	1,000	0,025	,342*
		Sig. (bilateral)	0,030	0,006	0,521		0,865	0,015
		N	50	50	50	50	50	50
	<b>SO<sub>4</sub><sup>-2</sup></b>	Coeficiente de correlación	0,208	0,155	,332*	0,025	1,000	-0,059
		Sig. (bilateral)	0,148	0,284	0,018	0,865		0,686
		N	50	50	50	50	50	50
	<b>NO<sub>3</sub><sup>-</sup></b>	Coeficiente de correlación	0,165	0,244	-0,231	,342*	-0,059	1,000
		Sig. (bilateral)	0,252	0,088	0,107	0,015	0,686	
		N	50	50	50	50	50	50

Fuente: Elaboración propia.

### 3.3.5. Correlación de Spearman de los componentes mayoritarios por mes

Las correlaciones analizadas por mes indican que existe una correlación significativa entre los cationes  $\text{Ca}^{+2}$  y  $\text{Mg}^{+2}$  ( $p = 0,033$ ) con un  $R = 0,673$  en los meses de julio (Tabla 30), octubre ( $p = 0,002$ ) con un  $R = 0,855$  (Tabla 31), diciembre ( $p = 0,005$ ) con un  $R = 0,801$  (Tabla 32) y enero ( $p = 0,024$ ) con un  $R = 0,699$  (Tabla 33).

También se muestra que en el mes de julio los cationes  $\text{Ca}^{+2}$  y  $\text{K}^{+}$  muestran una correlación positiva ( $p = 0,012$ ) con un  $R = 0,755$  y  $\text{Mg}^{+2}$  y  $\text{K}^{+}$  ( $p = 0,044$ ) con un  $R = 0,644$ .

Para el mes de enero, se observa también que los aniones  $\text{SO}_4^{-2}$  y  $\text{NO}_3^{-}$  presentan una correlación significativa con un  $p = 0,007$  y un  $R = 0,787$ .

Por último, en el mes de marzo, no se encuentra ningún tipo de correlación (Tabla 34).

Tabla 30

Correlación de Spearman para el mes de julio

		<b>Ca<sup>+2</sup></b>	<b>Mg<sup>+2</sup></b>	<b>K<sup>+</sup></b>	<b>Cl<sup>-</sup></b>	<b>SO<sub>4</sub><sup>-2</sup></b>	<b>NO<sub>3</sub><sup>-</sup></b>	
<b>Rho de Spearman</b>	<b>Ca<sup>+2</sup></b>	Coeficiente de correlación	1,000	,673*	,755*	0,448	0,188	0,172
		Sig. (bilateral)		0,033	0,012	0,194	0,602	0,636
		N	10	10	10	10	10	10
	<b>Mg<sup>+2</sup></b>	Coeficiente de correlación	,673*	1,000	,644*	0,325	0,529	-0,321
		Sig. (bilateral)	0,033		0,044	0,359	0,116	0,366
		N	10	10	10	10	10	10
	<b>K<sup>+</sup></b>	Coeficiente de correlación	,755*	,644*	1,000	0,491	0,375	0,128
		Sig. (bilateral)	0,012	0,044		0,150	0,285	0,724
		N	10	10	10	10	10	10
	<b>Cl<sup>-</sup></b>	Coeficiente de correlación	0,448	0,325	0,491	1,000	-0,062	0,325
		Sig. (bilateral)	0,194	0,359	0,150		0,866	0,360
		N	10	10	10	10	10	10
	<b>SO<sub>4</sub><sup>-2</sup></b>	Coeficiente de correlación	0,188	0,529	0,375	-0,062	1,000	-0,224
		Sig. (bilateral)	0,602	0,116	0,285	0,866		0,533
N		10	10	10	10	10	10	
<b>NO<sub>3</sub><sup>-</sup></b>	Coeficiente de correlación	0,172	-0,321	0,128	0,325	-0,224	1,000	
	Sig. (bilateral)	0,636	0,366	0,724	0,360	0,533		
	N	10	10	10	10	10	10	

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 31

*Correlación de Spearman para el mes de octubre*

		<b>Ca<sup>+2</sup></b>	<b>Mg<sup>+2</sup></b>	<b>K<sup>+</sup></b>	<b>Cl<sup>-</sup></b>	<b>SO<sub>4</sub><sup>-2</sup></b>	<b>NO<sub>3</sub><sup>-</sup></b>	
<b>Rho de Spearman</b>	<b>Ca<sup>+2</sup></b>	Coefficiente de correlación	1,000	,699*	-0,044	0,508	0,224	0,405
		Sig. (bilateral)		0,024	0,903	0,134	0,533	0,246
		N	10	10	10	10	10	10
	<b>Mg<sup>+2</sup></b>	Coefficiente de correlación	,699*	1,000	0,248	0,337	0,280	0,507
		Sig. (bilateral)	0,024		0,490	0,340	0,434	0,135
		N	10	10	10	10	10	10
	<b>K<sup>+</sup></b>	Coefficiente de correlación	-0,044	0,248	1,000	-0,377	0,095	-0,223
		Sig. (bilateral)	0,903	0,490		0,283	0,794	0,535
		N	10	10	10	10	10	10
	<b>Cl<sup>-</sup></b>	Coefficiente de correlación	0,508	0,337	-0,377	1,000	0,245	0,442
		Sig. (bilateral)	0,134	0,340	0,283		0,496	0,201
		N	10	10	10	10	10	10
	<b>SO<sub>4</sub><sup>-2</sup></b>	Coefficiente de correlación	0,224	0,280	0,095	0,245	1,000	,787**
		Sig. (bilateral)	0,533	0,434	0,794	0,496		0,007
		N	10	10	10	10	10	10
	<b>NO<sub>3</sub><sup>-</sup></b>	Coefficiente de correlación	0,405	0,507	-0,223	0,442	,787**	1,000
		Sig. (bilateral)	0,246	0,135	0,535	0,201	0,007	
		N	10	10	10	10	10	10

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 32

*Correlación de Spearman para el mes de diciembre*

		<b>Ca<sup>+2</sup></b>	<b>Mg<sup>+2</sup></b>	<b>K<sup>+</sup></b>	<b>Cl<sup>-</sup></b>	<b>SO<sub>4</sub><sup>-2</sup></b>	<b>NO<sub>3</sub><sup>-</sup></b>	
<b>Rho de Spearman</b>	<b>Ca<sup>+2</sup></b>	Coeficiente de correlación	1,000	,801**	-0,599	0,575	0,263	0,524
		Sig. (bilateral)		0,005	0,067	0,082	0,463	0,120
		N	10	10	10	10	10	10
	<b>Mg<sup>+2</sup></b>	Coeficiente de correlación	,801**	1	-0,333	0,423	0,442	0,525
		Sig. (bilateral)	0,005		0,347	0,223	0,201	0,119
		N	10	10	10	10	10	10
	<b>K<sup>+</sup></b>	Coeficiente de correlación	-0,599	-0,333	1,000	-0,503	0,470	-0,311
		Sig. (bilateral)	0,067	0,347		0,139	0,171	0,382
		N	10	10	10	10	10	10
	<b>Cl<sup>-</sup></b>	Coeficiente de correlación	0,575	0,423	-0,503	1,000	-0,163	0,525
		Sig. (bilateral)	0,082	0,223	0,139		0,654	0,119
		N	10	10	10	10	10	10
	<b>SO<sub>4</sub><sup>-2</sup></b>	Coeficiente de correlación	0,263	0,442	0,470	-0,163	1,000	0,292
		Sig. (bilateral)	0,463	0,201	0,171	0,654		0,413
		N	10	10	10	10	10	10
<b>NO<sub>3</sub><sup>-</sup></b>	Coeficiente de correlación	0,524	0,525	-0,311	0,525	0,292	1,000	
	Sig. (bilateral)	0,120	0,119	0,382	0,119	0,413		
	N	10	10	10	10	10	10	

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 33

*Correlación de Spearman para el mes de enero*

		<b>Ca<sup>+2</sup></b>	<b>Mg<sup>+2</sup></b>	<b>K<sup>+</sup></b>	<b>Cl<sup>-</sup></b>	<b>SO<sub>4</sub><sup>-2</sup></b>	<b>NO<sub>3</sub><sup>-</sup></b>	
<b>Rho de Spearman</b>	<b>Ca<sup>+2</sup></b>	Coeficiente de correlación	1,000	0,238	-0,135	0,205	0,421	-0,310
		Sig. (bilateral)		0,508	0,710	0,570	0,226	0,384
		N	10	10	10	10	10	10
	<b>Mg<sup>+2</sup></b>	Coeficiente de correlación	0,238	1,000	-0,203	0,269	-0,120	-0,436
		Sig. (bilateral)	0,508		0,573	0,453	0,742	0,208
		N	10	10	10	10	10	10
	<b>K<sup>+</sup></b>	Coeficiente de correlación	-0,135	-0,203	1,000	-0,046	-0,045	0,276
		Sig. (bilateral)	0,710	0,573		0,899	0,901	0,441
		N	10	10	10	10	10	10
	<b>Cl<sup>-</sup></b>	Coeficiente de correlación	0,205	0,269	-0,046	1,000	-0,256	-0,254
		Sig. (bilateral)	0,570	0,453	0,899		0,475	0,479
		N	10	10	10	10	10	10
	<b>SO<sub>4</sub><sup>-2</sup></b>	Coeficiente de correlación	0,421	-0,120	-0,045	-0,256	1,000	0,034
		Sig. (bilateral)	0,226	0,742	0,901	0,475		0,925
		N	10	10	10	10	10	10
	<b>NO<sub>3</sub><sup>-</sup></b>	Coeficiente de correlación	-0,310	-0,436	0,276	-0,254	0,034	1,000
		Sig. (bilateral)	0,384	0,208	0,441	0,479	0,925	
		N	10	10	10	10	10	10

*Fuente:* Elaboración propia.

Tabla 34

Correlación de Spearman para el mes de marzo

		<b>Ca<sup>+2</sup></b>	<b>Mg<sup>+2</sup></b>	<b>K<sup>+</sup></b>	<b>Cl<sup>-</sup></b>	<b>SO<sub>4</sub><sup>-2</sup></b>	<b>NO<sub>3</sub><sup>-</sup></b>	
<b>Rho de Spearman</b>	<b>Ca<sup>+2</sup></b>	Coefficiente de correlación	1,000	,699*	-0,044	0,508	0,224	0,405
		Sig. (bilateral)		0,024	0,903	0,134	0,533	0,246
		N	10	10	10	10	10	10
	<b>Mg<sup>+2</sup></b>	Coefficiente de correlación	,699*	1,000	0,248	0,337	0,280	0,507
		Sig. (bilateral)	0,024		0,490	0,340	0,434	0,135
		N	10	10	10	10	10	10
	<b>K<sup>+</sup></b>	Coefficiente de correlación	-0,044	0,248	1,000	-0,377	0,095	-0,223
		Sig. (bilateral)	0,903	0,490		0,283	0,794	0,535
		N	10	10	10	10	10	10
	<b>Cl<sup>-</sup></b>	Coefficiente de correlación	0,508	0,337	-0,377	1,000	0,245	0,442
		Sig. (bilateral)	0,134	0,340	0,283		0,496	0,201
		N	10	10	10	10	10	10
	<b>SO<sub>4</sub><sup>-2</sup></b>	Coefficiente de correlación	0,224	0,280	0,095	0,245	1,000	,787**
		Sig. (bilateral)	0,533	0,434	0,794	0,496		0,007
		N	10	10	10	10	10	10
	<b>NO<sub>3</sub><sup>-</sup></b>	Coefficiente de correlación	0,405	0,507	-0,223	0,442	,787**	1,000
		Sig. (bilateral)	0,246	0,135	0,535	0,201	0,007	
		N	10	10	10	10	10	10

Fuente: Elaboración propia.

### 3.3.6. Correlación de Spearman general de los parámetros físico – químicos

En la Tabla 35, se detalla los parámetros fisicoquímicos que obtuvieron valores con distribución no normal los cuales fueron analizados con la finalidad de encontrar algún grado de correlación considerando un  $p < 0,05$ .

Para este caso, las variables que presentaron una correlación negativa débil fueron la CE y la temperatura ( $p = 0,039$ ) con un  $R = - 0,257$ .

Tabla 35

*Correlación de Spearman general de los parámetros físico - químicos*

		<b>pH</b>	<b>CE</b>	<b>T</b>	
<b>Rho de Spearman</b>	<b>pH</b>	Coefficiente de correlación	1,000	-0,198	-0,094
		Sig. (bilateral)		0,114	0,458
		N	65	65	65
	<b>CE</b>	Coefficiente de correlación	-0,198	1,000	-,257*
		Sig. (bilateral)	0,114		0,039
		N	65	65	65
	<b>T</b>	Coefficiente de correlación	-0,094	-,257*	1,000
		Sig. (bilateral)	0,458	0,039	
		N	65	65	65

*Fuente:* Elaboración propia.

### 3.3.7. Correlación de Spearman de los parámetros físico – químicos por mes

En la Tabla 36, 37 y 38 se observa que, en los meses de julio, octubre y diciembre, respectivamente, no se encontró correlación significativa entre las variables analizadas.

La Tabla 39 indica que, existe una correlación negativa moderada en el mes de enero entre el pH y la CE ( $p = 0,048$ ) con un  $R = -0,557$  y una correlación negativa significativa entre el pH y la temperatura ( $p = 0,002$ ) con un  $R = -0,776$ .

La Tabla 40 muestra que, en el mes de marzo el pH y la CE presentaron una correlación negativa ( $p = 0,048$ ) con un  $R = -0,687$ . Por otro lado, el pH y la temperatura una correlación positiva ( $p = 0,010$ ) con un  $R = 0,685$ .

Tabla 36

*Correlación de Spearman de los parámetros físico - químicos para el mes de julio*

		<b>pH</b>	<b>CE</b>	<b>T</b>	
<b>Rho de Spearman</b>	<b>pH</b>	Coeficiente de correlación	1,000	0,003	-0,204
		Sig. (bilateral)		0,993	0,504
		N	13	13	13
	<b>CE</b>	Coeficiente de correlación	0,003	1,000	-0,513
		Sig. (bilateral)	0,993		0,073
		N	13	13	13
	<b>T</b>	Coeficiente de correlación	-0,204	-0,513	1,000
		Sig. (bilateral)	0,504	0,073	
		N	13	13	13

*Fuente:* Elaboración propia.

Tabla 37

*Correlación de Spearman de los parámetros físico - químicos para el mes de octubre*

		<b>pH</b>	<b>CE</b>	<b>T</b>	
<b>Rho de Spearman</b>	<b>pH</b>	Coeficiente de correlación	1,000	0,138	-0,011
		Sig. (bilateral)		0,653	0,971
		N	13	13	13
	<b>CE</b>	Coeficiente de correlación	0,138	1,000	-0,380
		Sig. (bilateral)	0,653		0,201
		N	13	13	13
	<b>T</b>	Coeficiente de correlación	-0,011	-0,380	1,000
		Sig. (bilateral)	0,971	0,201	
		N	13	13	13

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 38

*Correlación de Spearman de los parámetros físico - químicos para el mes de diciembre*

		<b>pH</b>	<b>CE</b>	<b>T</b>	
<b>Rho de Spearman</b>	<b>pH</b>	Coeficiente de correlación	1,000	0,011	0,256
		Sig. (bilateral)		0,971	0,399
		N	13	13	13
	<b>CE</b>	Coeficiente de correlación	0,011	1,000	-0,164
		Sig. (bilateral)	0,971		0,592
		N	13	13	13
	<b>T</b>	Coeficiente de correlación	0,256	-0,164	1,000
		Sig. (bilateral)	0,399	0,592	
		N	13	13	13

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 39

*Correlación de Spearman de los parámetros físico - químicos para el mes de enero*

			<b>pH</b>	<b>CE</b>	<b>T</b>
<b>Rho de Spearman</b>	<b>pH</b>	Coefficiente de correlación	1,000	-,557*	-,776**
		Sig. (bilateral)		0,048	0,002
		N	13	13	13
	<b>CE</b>	Coefficiente de correlación	-,557*	1,000	0,156
		Sig. (bilateral)	0,048		0,611
		N	13	13	13
	<b>T</b>	Coefficiente de correlación	-,776**	0,156	1,000
		Sig. (bilateral)	0,002	0,611	
		N	13	13	13

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 40

*Correlación de Spearman de los parámetros físico - químicos para el mes de marzo*

			<b>pH</b>	<b>CE</b>	<b>T</b>
<b>Rho de Spearman</b>	<b>pH</b>	Coefficiente de correlación	1,000	-,687**	,685**
		Sig. (bilateral)		0,009	0,010
		N	13	13	13
	<b>CE</b>	Coefficiente de correlación	-,687**	1,000	-0,388
		Sig. (bilateral)	0,009		0,190
		N	13	13	13
	<b>T</b>	Coefficiente de correlación	,685**	-0,388	1,000
		Sig. (bilateral)	0,010	0,190	
		N	13	13	13

Fuente: Elaboración propia.

## CAPÍTULO IV: DISCUSIONES

### **4.1. Objetivo General: Establecer las características hidroquímicas del bofedal ubicado en el sector Piticocha Bajo - Nor Yauyos Cochas**

Las características de la química del agua para el bofedal ubicado en el sector Piticocha Bajo – Nor Yauyos Cochas manifiestan una tendencia bicarbonatada cálcica y/o magnésica, con un nivel de pH neutro, una conductividad que varía de 0,25 dS/m a 0,30 dS/m y una temperatura particular de estos tipos de ecosistemas.

El establecimiento de estas características se evidencia en los resultados obtenidos, los cuales determinaron finalmente los factores que inciden en la dotación de las propiedades que predominan en el agua del bofedal en cuestión.

De acuerdo con los resultados de esta investigación, para el caso de las características hidroquímicas del bofedal ubicado en el sector Piticocha Bajo, reflejan que este ecosistema frágil posee una tendencia bicarbonatada cálcica y/o magnésica, la cual es determinada por el factor geológico de la zona que condiciona las fuentes de agua que transcurren por el bofedal, siendo esto último corroborado por Cooper *et al.* (2010), en su investigación *Alpine Peatlands of the Andes*, Cajamarca, Perú, en donde los resultados de la caracterización hidroquímica de las turberas andinas dieron como resultado bicarbonatadas cálcicas y sulfatadas cálcicas, debido a la influencia de rocas carbonatadas y el sulfuro presente en las aguas del humedal. Efectivamente, los resultados de las características hidroquímicas del bofedal Piticocha bajo, están direccionadas al tipo de material geológico y/o litológico subyacente a la zona, lo cual condiciona el tipo de facies encontradas en este ecosistema.

Así mismo, en el estudio realizado por Choy (2018), en el bofedal de Moyobamba de la Reserva Paisajística Nor Yauyos Cochas, las muestras de las aguas subterráneas presentan un 95 % de dominancia bicarbonatada cálcica y un 5 % de tipo magnésica, concluyendo que, estas características hidroquímicas son típicas de bofedales con poca profundidad y con mayor contacto de rocas carbonatadas.

Por otro lado, los resultados arrojados de la evaluación de los iones mayoritarios indican que las aguas del bofedal Piticocha Bajo, mantienen una dominancia de calcio y bicarbonato, siendo estos los que más destacan en cada una de las épocas de muestreo, en relación con los otros iones. Del mismo modo, las investigaciones realizadas por Choy (2018) y Gómez (2021) manifiestan un similar comportamiento para el calcio y el bicarbonato, los cuales en época seca incrementan su nivel de concentración en comparación con la época húmeda, considerando la época climática un factor determinante para el incremento del calcio y bicarbonato. En ese sentido, la investigación realizada por Lecomte *et al.* (2011) consolida la afirmación de que, en época seca, la ausencia de precipitación juega un rol importante en el aumento de concentración de los iones debido a que la disolución es escasa, es decir, el contacto del mineral con el sustrato es mayor y al no existir disolución incrementa su nivel de concentración.

En relación a los parámetros físico químicos, los resultados generales para el bofedal Piticocha Bajo, indican que las características del agua mantienen una tendencia neutra, posiblemente relacionado al tipo de material geológico y a la estacionalidad, En referencia al párrafo anterior, evidentemente la geología cumple un papel fundamental, si bien es cierto, de acuerdo a los resultados en relación a los aniones mayoritarios, se tiene que el Bicarbonato y el calcio fueron los compuestos con mayor incremento para ambas épocas, lo cual estaría relacionado proporcionalmente con el pH. Así mismo, respecto a la estacionalidad Efe *et al.* (2005), corrobora en su investigación que el pH es un factor que tiende a mantener un equilibrio en épocas con mayor frecuencia de lluvias a causa del efecto de recarga y la solubilidad.

Para el caso de la CE, esta variable mantiene una variación de 0,25 dS/m a 0,30 dS/m que abarcan la época húmeda y seca respectivamente, de acuerdo con Oyague y Maldonado (2015) esta variable incrementa en época donde las lluvias son escasas, debido a que la disolución disminuye, es decir que se presenta menor solubilidad de compuestos por lo tanto los niveles de la CE aumentan.

Respecto a la Temperatura, se tiene de acuerdo con los resultados que en época húmeda el valor de esta variable fue de 13,36 °C (marzo) y el mínimo 9,39 °C (enero), mientras tanto en época seca los resultados fueron más estable obteniendo valores entre 10,99 °C y 10,61 °C. Choy (2018) asevera que la variación de los datos está relacionada con el horario de toma de muestra y la medición debido a que es un factor con un grado de alteración alto. Sin embargo, también menciona que las oscilaciones de temperatura en comparación a los valores encontrados en el bofedal de Moyobamba mantienen un comportamiento adecuado singular de estos ecosistemas.

Finalmente, los resultados consolidados de estos factores son los que determinan las características hidroquímicas del bofedal Piticocha sector Bajo, los cuales en relación con otros elementos complementan el estado físico y químico de sus aguas.

#### **4.2. Objetivo específico 1: Características químicas del agua**

Para el caso del bofedal ubicado en el sector Piticocha Bajo, no existe un estudio geológico específico preliminar, sin embargo, de acuerdo al mapa geológico elaborado por el Instituto Geológico, Minero y Metalúrgico (INGEMMET, revisión 2017), menciona que este bofedal se encuentra ubicado en un área influenciada por las formaciones cretácicas Chulec (Ki-Chu), Pariatambo (Ki-Pa), Jumasha (Ks-Ju) y Goyllar (Ki-G), los cuales están conformados litológicamente en su mayoría por calizas, calizas margosas y areniscas; estos a su vez determinan la tendencia bicarbonatada cálcica de las aguas del bofedal, así mismo, dicho ecosistema se encuentra ubicado en los depósitos cuaternarios fluvio glaciares que se origina a través de la erosión de las formaciones mencionadas.

De acuerdo con el Boletín N° 36, (Instituto Geológico, Minero y Metalúrgico [INGEMMET], 1983), se indica que los depósitos fluvio glaciares se encuentran ubicados naturalmente en las partes bajas de las laderas de los cerros que bordean a las lagunas y dan pie a ecosistemas como bofedales y/o turberas.

Así mismo, los diagramas de Piper (% meq/l) presentados en este estudio, señalan que la tendencia hidroquímica del bofedal ubicado en el sector Piticocha Bajo, pertenece a la familia bicarbonatada cálcica y/o magnésica; donde un 95 % de los diez pozos muestreados indican un comportamiento bicarbonatado cálcico, un 4 % un comportamiento bicarbonatado magnésico y un 1 % con presencia de sulfato.

Resultados similares se encuentran en las investigaciones de Choy (2018) y Gómez (2021), donde mencionan que este tipo de aguas es recurrente en bofedales con zonas caracterizadas por tener influencia de rocas carbonatadas por donde transcurren las aguas, de tal manera que al tener el contacto agua – roca arrastran los minerales transformándolos en bicarbonatados, cálcicos y/o magnésicos.

Esto confirma lo mencionado por Cooper *et al.* (2010) en su investigación realizada en las turberas andinas de Cajamarca, lo que denota que las aguas subterráneas son determinadas por el material geológico subyacente al bofedal. De la misma manera indica, que parte de las características químicas del agua subterránea de un humedal altoandino depende mucho de las características geológicas por donde transcurren sus aguas. En su investigación, se evidencia que la hidroquímica de las turberas de Cajamarca, presentan una tendencia dominante de bicarbonato y calcio las cuales eran influenciadas por el tipo de material geológico de la zona, puesto que había presencia de rocas carbonatadas que promovían el crecimiento de la vegetación del lugar.

### **4.3. Objetivo específico 2: Variación espacio – temporal de las variables fisicoquímicas**

#### **4.3.1. Componentes mayoritarios**

Para el bofedal ubicado en el sector Piticocha Bajo, los componentes mayoritarios que destacan son el calcio y el bicarbonato, los cuales obtuvieron una mayor dominancia en los pozos muestreados en cada una de las épocas (seca y húmeda) en comparación a los otros iones; resultados semejantes se contemplan en las investigaciones realizadas por Choy (2018) y Gómez (2021) los cuales aseveran que el incremento de estos iones es a causa de la variación estacional considerando que en época de estiaje hubo un mayor incremento de ambos componentes químicos en relación a la época de lluvia.

Ciertamente, los resultados de esta investigación señalan que en la temporada seca el catión calcio y el anión bicarbonato tienden a aumentar su concentración en las aguas subterráneas del bofedal ubicado en el sector Piticocha Bajo. En el trabajo de investigación elaborado por Lecomte *et al.* (2011), indican que el aumento de concentración de los iones en época de estiaje se debe a la ausencia de lluvias; del mismo modo Mostacero *et al.* (2008) aseguran que este estado ocurre principalmente por la deficiencia de dilución.

Conforme a lo descrito por Baldoce (2020), el climograma de precipitación y temperatura del distrito de Tanta para el periodo enero 2017 a mayo 2018, permite evidenciar la existencia de tres temporadas, la época de lluvia que está marcada en los meses de enero - junio (2017) y enero - mayo (2018), la época seca que abarca los meses de julio - noviembre (2017) y la época de transición en el mes de diciembre (Figura 32).

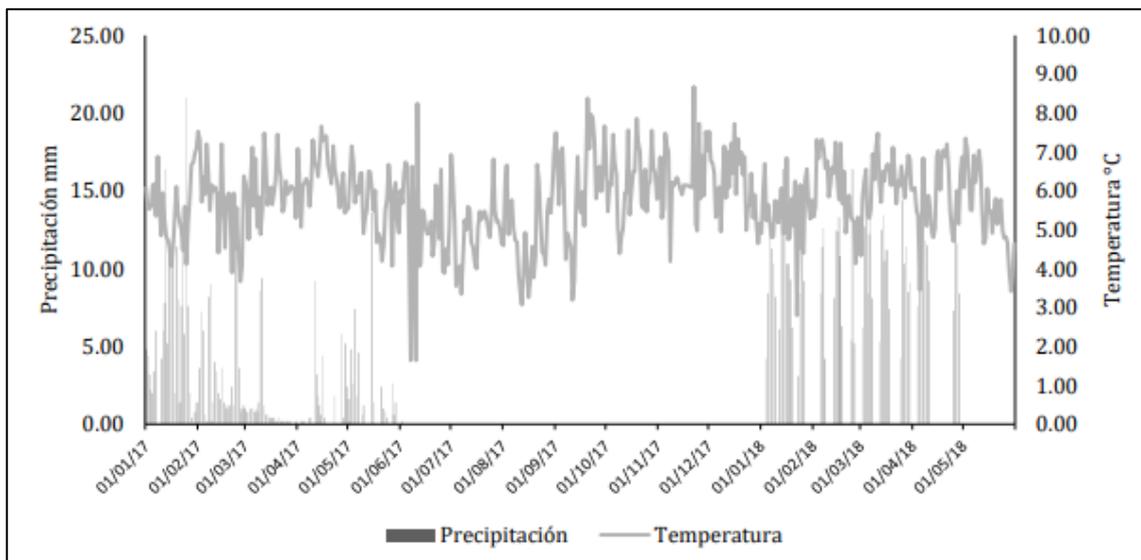


Figura 32. Climograma del distrito de Tanta en el periodo de enero 2017 a mayo 2018

Fuente: Baldoceca (2020)

Efectivamente, en la temporada seca, que abarca los meses de julio y octubre del 2017, la falta de precipitación generó que los valores de calcio y bicarbonato incrementaran, sin embargo, en la temporada húmeda disminuyen su valor (marzo del 2018).

Por otro lado, de acuerdo con la prueba de varianza (ANOVA) y la prueba de Tukey, los iones que presentaron variaciones significativas fueron el  $\text{Na}^+$ ,  $\text{K}^+$  y  $\text{Cl}^-$ . En el caso del sodio ( $\text{Na}^+$ ) y el cloruro ( $\text{Cl}^-$ ), registraron su valor más alto en octubre en comparación a los otros meses de muestreo, similares resultados se detallan en la investigación de Choy (2018), el cual refiere que el incremento de estos iones se debe a la disminución de las precipitaciones, es decir que al existir menor presencia de lluvias el flujo de agua disminuye e incrementa el contacto con el material geológico. Así mismo Ávila (2013), indica que la evaporación cumple un rol fundamental y está relacionado con el aumento de los iones cloruro, sodio, bicarbonato, carbonato, entre otros a causa de su naturaleza geológica. De la misma forma Cooper *et al.* (2010), menciona que el valor de sodio ( $\text{Na}^+$ ) se incrementa inversamente proporcional al pH; en efecto, en octubre el sodio presenta su valor más alto ( $0,28 \text{ meq/l} \approx 6,4 \text{ mg/l}$ ) considerando que en ese mismo mes el valor del pH disminuye ligeramente en comparación del mes anterior.

Por el contrario, el potasio (K<sup>+</sup>) presentó un valor significativo en julio, a diferencia de los meses de octubre, diciembre, enero y marzo. Según Choy (2018) indica que posiblemente su comportamiento se deba a que este catión se encuentre en los feldespatos, los cuales fueron arrastrados por las lluvias de la temporada húmeda.

#### **4.3.2. Parámetros físicoquímicos**

Respecto a los parámetros físico-químicos, los resultados obtenidos para el pH de las aguas del bofedal Piticocha Bajo mantienen una tendencia neutra, alcanzando valores desde 6,91 (época seca) 6,57 (diciembre – transición) a 7,22 (época húmeda), lo que refiere que existe variación temporal más no espacial. Similar comportamiento de este parámetro lo obtuvo Gómez (2021), donde el pH del bofedal Piticocha sector 2 se caracterizó por mantener un promedio ligeramente neutro, y una variación en tiempo (época seca y húmeda) más no en espacio.

Efe *et al.* (2005), mencionan que el comportamiento del pH depende mucho de la estacionalidad, es decir de que en temporadas de lluvia se vuelve más equilibrada debido a solubilidad y a la recarga de acuíferos, mientras que en época seca disminuye su concentración acidificando el medio. Efectivamente, los datos indican que en los meses correspondientes a la temporada seca la concentración de esta variable disminuye, mientras que en los meses que abarca la temporada húmeda presenta una tendencia básica-neutral.

Por otro lado, Cooper *et al.* (2010) y Choy (2018) mencionan que la variación del pH también está influenciada por el material geológico que caracteriza el lugar, en donde su neutralidad se debe a la acumulación de piedras calizas y su acides por la presencia de rocas compactadas.

Los resultados adquiridos para la CE señalan que mantiene una variación en la temporada seca y húmeda obteniendo valores desde 0,25 dS/m (marzo – época húmeda) hasta 0,30 dS/m (diciembre – transición de estiaje a húmeda). De acuerdo con Oyague y Maldonado

(2015), la CE suele aumentar en los meses que no existe evidencia de lluvias, debido a que la relación que presenta esta variable con la menor cantidad de agua influye en la poca solubilidad. Según Choy (2018) el bofedal de Moyobamaba ubicado en la RPNYC, obtiene un incremento en la época de estiaje a causa del aumento de la concentración de los iones disueltos en relación con el tipo de roca, es decir que en época seca la disponibilidad del agua disminuye haciendo que el flujo del agua sea más lento de tal modo que la concentración de los iones tiene mayor contacto con el material geológico aumentando los niveles de conductividad.

Así mismo, los resultados obtenidos para la temperatura presentaron cambios en la temporada húmeda obteniendo su máximo valor en el mes de marzo con 13,36 °C y el mínimo en enero (9,39 °C), manteniendo una estabilidad en la época seca julio (10,99 °C) y octubre (10,61 °C). Según Gómez (2021) el bofedal de Piticocha sector 2 obtuvo un comportamiento similar aumentando su valor en época húmeda y disminuyendo en época seca. En efecto, el bofedal de Piticocha Bajo obtuvo su máximo valor en el mes de marzo, sin embargo, a diferencia del Bofedal de Piticocha sector 2 en el mes de enero éste obtuvo su mínimo valor. De acuerdo con Choy (2018) indica que la variación de los datos mantiene una relación con el horario de toma de muestra y medición debido a que es un factor fácilmente alterable. No obstante, también señala que las oscilaciones de temperatura en comparación a los valores encontrados en el bofedal de Moyobamba mantienen un comportamiento normal típico de estos tipos de ecosistemas.

#### **4.4. Objetivo específico 3: Correlación entre variables**

Considerando la información expuesta en los resultados, cabe resaltar la importancia de la correlación entre las variables estimadas en esta investigación, puesto que es importante evaluar también si la variación de los parámetros fisicoquímicos incurre o determinan, de cierto modo, la predominancia de algunos iones mayoritarios.

De acuerdo con Zamora y Valdizón (2014), indican que en aguas subterráneas es común que el pH desempeñe un papel importante en la solubilización de algunas sustancias por

causa de la hidrólisis como por ejemplo de los carbonatos y/o silicatos, los cuales están demarcados por el rango del pH. Así mismo, Porras *et al.* (1985) menciona que, en ecosistemas con flujo lento, la hidrólisis de los silicatos da lugar a la formación de iones mayoritarios como el bicarbonato y carbonatos. Los resultados de esta tesis concuerdan con dichas afirmaciones, debido que en la mayoría de los pozos muestreados en cada uno de los meses el rango del pH tiene una tendencia básica- neutra y las características hidroquímicas dan como resultado la predominancia del ion bicarbonato con un mayor porcentaje.

Lagrange (1979), manifiesta en su investigación que el pH incrementa en un 8 % con el aumento de la temperatura. Sin embargo, en esta investigación la correlación existente entre ambas variables fue negativa moderada. Choy (2018) menciona que la variación de la temperatura guarda relación con el horario de la toma de muestras, Por lo tanto, es importante resaltar que tanto el pH y la T son factores fácilmente alterables, por lo que su determinación debe ser realizado *in – situ* y al mismo tiempo de la toma de las muestras.

Por último, respecto a la temperatura y los iones mayoritarios, Lagrange (1979) señala que este parámetro afecta significativamente la solubilidad de algunos minerales manifestando correlaciones positivas cuando aumenta. Ávila (2013), menciona que la evaporación cumple un rol fundamental y está relacionado con el aumento de los iones mayoritarios, es decir, que al incrementar la temperatura los niveles de evaporación aumentan de tal manera que el flujo de agua disminuye acrecentando los valores de concentración de los iones.

Así mismo, Zamora y Valdizón (2014) manifiestan que para el caso de las calcitas sucede todo lo contrario, su solubilidad aumenta cuando la temperatura disminuye. En efecto, la presencia del calcio y el bicarbonato, iones con mayor predominancia, incrementaron cuando la temperatura mantuvo un promedio bajo, por lo general en épocas de estiaje.

## CAPÍTULO V: CONCLUSIONES

- La caracterización hidroquímica de las aguas del bofedal Piticocha Bajo presentan una tendencia bicarbonatada cálcica y/o magnésica, con un nivel de pH neutro, una conductividad que varía de 0,25 dS/m a 0,30 dS/m y una temperatura normal particular de estos tipos de ecosistemas.
- Las aguas subterráneas del bofedal ubicado en el sector Piticocha Bajo, perteneciente a la RPNYC, presentan un comportamiento bicarbonatado cálcico en la mayoría de los diez pozos seleccionados para el muestreo de los componentes mayoritarios. De acuerdo con el diagrama de Piper (meq/l) se presenta un 95 % de los pozos con tendencia al bicarbonato-calcio, un 4 % al bicarbonato-magnesio y un 1 % con presencia de sulfato; de esta manera se puede intuir que la zona por donde transcurren las aguas del bofedal tiene presencia de estos elementos, los cuales determinan la composición de estas e influyen en la caracterización del ecosistema.
- La variabilidad espacial y temporal de los componentes mayoritarios presentes en las aguas subterráneas del bofedal ubicado en el sector Piticocha Bajo, perteneciente a la RPNYC, se realizó considerando la prueba de varianza (ANOVA) y Tukey. Los resultados obtenidos demostraron que para la temporada seca los elementos como el calcio ( $\text{Ca}^{+2}$ ), sodio ( $\text{Na}^{+}$ ), cloruro ( $\text{Cl}^{-}$ ), sulfato ( $\text{SO}_4^{-2}$ ), bicarbonato ( $\text{HCO}_3^{-}$ ) y nitrato ( $\text{NO}_3^{-}$ ) tendieron a aumentar, probablemente debido que en esta temporada la ausencia de lluvias hace que las concentraciones de estos iones incrementen, puesto que el tiempo de contacto con el sustrato es mucho mayor. Para el caso de la temporada húmeda los iones como el calcio ( $\text{Ca}^{+2}$ ), sulfato ( $\text{SO}_4^{-2}$ ), bicarbonato ( $\text{HCO}_3^{-}$ ) y cloruro ( $\text{Cl}^{-}$ ) aumentaron sus niveles en

enero y disminuyeron en marzo; esto posiblemente debido a la poca precipitación en enero en comparación a diciembre y marzo.

- La variabilidad espacial y temporal de los parámetros físico--químicos evaluados en las aguas subterráneas del bofedal de Piticocha sector bajo, perteneciente a la RPNYC, se realizó considerando la prueba de varianza (ANOVA) y Tukey. Los resultados indicaron que, en la temporada seca, el pH disminuyó, mientras que en la CE se mantuvo en julio y octubre. Para la temporada húmeda los valores del pH en el agua aumentaron, obteniendo una tendencia básica, lo cual alcanzó su máximo valor en marzo con 7,22. Referente a la CE, esta se incrementó en diciembre (0,30 dS/m) y disminuyó en enero y marzo. Ambas variables tienen este tipo de comportamiento ya que dependen mucho de la estacionalidad del ecosistema. Para el caso de la temperatura, esta obtuvo un valor promedio de 11,34 °C, temperatura aceptable para este tipo de ecosistemas.
- A través de los análisis de correlación de Pearson y Spearman se determinó la existencia de correlaciones entre las variables fisicoquímicas presentes en el bofedal ubicado en el sector Piticocha Bajo; para el caso de los componentes mayoritarios el calcio ( $\text{Ca}^{+2}$ ) y el magnesio ( $\text{Mg}^{+2}$ ) presentaron una correlación positiva en julio, enero, octubre y diciembre, lo cual indicó que mientras mayor es la concentración de calcio, mayor es la concentración de magnesio. Sin embargo, en marzo no se encontró ningún tipo de correlación, probablemente debido a la disminución de la concentración por incremento de lluvias en dicho mes. En cuanto a los parámetros fisicoquímicos, los resultados indicaron que para enero el pH y la temperatura obtuvieron una correlación negativa moderada, lo que indica que existió una proporción indirectamente proporcional entre ambas variables. Así mismo la CE y el pH presentaron una correlación positiva significativa. En marzo, el pH y la temperatura obtuvieron una correlación negativa significativa, mientras que la CE y el pH presentaron una correlación positiva.

## **CAPÍTULO VI: RECOMENDACIONES**

El resultado de la investigación consistió en determinar la caracterización hidroquímica de las aguas del bofedal ubicado en el sector Piticocha Bajo, en base a una escala de hipótesis que conllevaron la interacción de distintos factores como los hidrológicos, los geológicos y los climáticos entre otros, los cuales promueven la valorización y la conservación de estos ecosistemas. Estas hipótesis están afianzadas en algunos datos observacionales empíricos desarrollados en campo, por tal motivo es relevante poder acoplar investigaciones y estudios específicos para confirmar y/o modificar las hipótesis consideradas.

Tomando en cuenta lo último se recomienda lo siguiente:

- Es recomendable considerar un horario definido para las tomas de muestras de los parámetros físico – químicos con la finalidad de evitar alteraciones o variaciones significativas en las muestras.
- Ejecutar estudios de investigación detallados referentes a la geología que abarca el bofedal ubicado en el sector Piticocha Bajo, los cuales puedan explicar con mayor exactitud los tipos de rocas y su composición por donde transcurren las aguas subterráneas de este ecosistema de manera que se evalúe su influencia.
- Tomando en consideración la ausencia de información hidrológica en este sector de manera particular, es necesario acoplar a este estudio una investigación en esta materia con la finalidad de poder conocer la existencia de fuentes de agua subterránea que alimentan cada uno de los puntos de muestreo, así como ampliar información que permita complementar y unificar la hidrología de todo el bofedal Piticocha valorando cada uno de sus sectores.

- Realizar una investigación sobre la caracterización de los metales pesados y microbiológicos, así como su variabilidad espacial y temporal en las aguas subterráneas del bofedal, considerando la existencia de actividades antrópicas tanto aguas arriba como aguas abajo y considerando la inexistencia de un estudio específico para determinar la existencia de contaminación y evaluar la calidad de estas aguas.
- Es necesario considerar parámetros adicionales que complementen la caracterización de las aguas como el oxígeno disuelto, sólidos totales disueltos, y análisis de sedimentos con la finalidad de aclarar la información.
- Generar estudios sobre la vegetación del bofedal ubicado en el sector Piticocha Bajo para poder determinar la relación que existe entre ellas y las características químicas de sus aguas, de tal manera que se pueda verificar algún tipo de relación e influencia que promuevan el crecimiento de ciertos tipos de comunidades vegetales en el área.
- Promover acciones con la comunidad que fomenten la conservación de este tipo de ecosistemas de tal modo que se permita valorar ambientalmente, los servicios ecosistémicos que brindan.

## REFERENCIAS

- Alzérreca, H. Prieto, G., Laura, J., Luna, D., y Laguna, S. (2001). *Características y distribución de los bofedales en el ámbito boliviano*. Informe interno. Pág. 1-55 [http://www.altperubolivia.org/Web\\_Bio/PROYECTO/Docum\\_bolivia/21.12.pdf](http://www.altperubolivia.org/Web_Bio/PROYECTO/Docum_bolivia/21.12.pdf)
- Avila, L. (2013). *Hidrogeología e hidrogeoquímica del humedal altoandino de Chaquilla (Potosí-Bolivia)*. (Tesis de maestría) Universidad Mayor Real y Pontificia de San Francisco Xavier de Chuquisaca. [https://www.researchgate.net/publication/263806722\\_Hidrogeologia\\_e\\_hidrogeoquimica\\_del\\_humedal\\_altoandino\\_de\\_Chaquilla\\_Potosi-Bolivia](https://www.researchgate.net/publication/263806722_Hidrogeologia_e_hidrogeoquimica_del_humedal_altoandino_de_Chaquilla_Potosi-Bolivia)
- Aquafondo. (2015). Las cuencas de Lurín, Rímac y Chillón, fuentes de agua para Lima y Callao. [https://aquafondo.org.pe/wp-content/uploads/2015/11/2.\\_Las\\_Cuencas\\_de\\_Lima\\_Chillon\\_Rimac\\_y\\_Lurin.pdf](https://aquafondo.org.pe/wp-content/uploads/2015/11/2._Las_Cuencas_de_Lima_Chillon_Rimac_y_Lurin.pdf)
- Baldoceda, I. (2020). *Análisis de la Humedad de suelo de los Bofedales Huachipampa y Tambo Real, en la Reserva Paisajística Nor Yauyos Cochás*. (Tesis de Grado) Universidad Sedes Sapientiae. <http://repositorio.ucss.edu.pe/handle/UCSS/55/browse?value=Baldoceda+Cajahua+nca%2C+Idania+Angela&type=author>
- Blundo, G., Cruz, G., Tristán, M., Pareja, P. y Quintero, M. (2016). *Prioridades de conservación y desarrollo en las comunidades de Nor Yauyos*. Informe para el MRSEH de la cuenca del río cañete. Colombia: Centro Internacional de Agricultura Tropical,
- Cepeda, J. (2013). Variabilidad temporal de algunos parámetros físicos e hidroquímicos de un prado húmedo alto - andino del norte - centro de Chile. *IDESIA*, 31(2), 89 - 97. [http://www.scielo.cl/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0718-34292013000200013](http://www.scielo.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0718-34292013000200013)
- Chávez, A., Velázquez, M., Pimentel, J., Venegas, J., Montañez, J. y Vázquez, G. (2011). Hidroquímica de las aguas superficiales de la ciénega de Chapala e índice de calidad de agua. *Terra Latinoamericana*, 29(1), 83 - 94. <https://www.redalyc.org/pdf/573/57319955009.pdf>
- Choy, A. (2018). *Caracterización hidroquímica y su variabilidad espacio-temporal en los bofedales altoandinos de la Reserva Paisajística Nor Yauyos Cochás, sector Moyobamba*. (Tesis de grado) Universidad Católica Sedes Sapientiae. [http://repositorio.ucss.edu.pe/bitstream/handle/UCSS/559/Choy\\_Alfredo\\_tesis\\_bachiller\\_2018.pdf?sequence=9&isAllowed=y](http://repositorio.ucss.edu.pe/bitstream/handle/UCSS/559/Choy_Alfredo_tesis_bachiller_2018.pdf?sequence=9&isAllowed=y)

- Crispín, M. (2015). *Valoración económica Ambiental de los bofedales del distrito de Pilpichaca, Huancavelica, Perú*. (Tesis de maestría). Universidad Agraria La Molina, Lima, Perú.  
<http://repositorio.lamolina.edu.pe/bitstream/handle/UNALM/1584/P01.C75-T.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Cooper, D., Wolf, E., Colson, C., Vering, W., Granda, A. y Meyer, M. (2010). Alpine Peatlands of the Andes. *Arctic, Antarctic, and Alpine Research*, 42(1), 19–33.  
<http://dx.doi.org/10.1657/1938-4246-42.1.19>
- Efe, S., Ogban, F., Horsfall, M. y Akporhonor, E. (2005). Seasonal Variations of Physico-chemical Characteristics in Water Resources Quality in Western Niger Delta Region, Nigeria. *Journal of Applied Sciences and Environmental Management*, 9(1).
- García, Y., Balmaceda, C. y Vargas, H. (2012). Caracterización Hidroquímica de las aguas de riego de la cuenca del río Naranjo, municipio de Majibacoa, provincia Las Tunas. *Ciencias Técnicas Agropecuarias*, 21(3), 29-34.  
<http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=93223725005>
- Gil, J. (2011). *Bofedal: Humedal Altoandino de importancia para el desarrollo de la región Cusco*. Cusco.
- Gómez, M. (2021). *Caracterización hidroquímica y su variación temporal y espacial del bofedal Piticocha sector 2, en la Reserva Pisajística Nor Yauyos Cochabamba*. (Tesis de grado) Universidad Católica Sedes Sapientiae.  
<http://repositorio.ucss.edu.pe/handle/UCSS/1132>
- Hernández, R., Fernández, C. y Baptista, P. (2014). *Metodología de la investigación* (6ª ed.), Ciudad de México, M.C Grawhill Education.
- Inocencio, D., Velázquez, M. A., Pimentel, J. L., Montañez, J. L. y Venegas, J. (2013). Hidroquímica de las aguas subterráneas de la cuenca del río Duero y normatividad para uso doméstico. *Tecnología y Ciencias del Agua*, IV(5), 111-126.  
[http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S2007-24222013000500008](http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2007-24222013000500008)
- Instituto Geológico Minero y Metalúrgico. (1983). Geología de los cuadrángulos de Matucana y Huarochirí. *Boletín N°36*, 76 p.

- Instituto Geológico, Minero y Metalúrgico. (2011). *Importancia de la hidroquímica en la prospección y exploración de las aguas subterráneas*. Perú: Instituto Geológico, Minero y Metalúrgico. <https://es.calameo.com/read/00082012947b3f115b64f>
- Instituto Geológico Minero y Metalúrgico. (2017). *Revisión del mapa integrado Mapa geológico del cuadrángulo de Huarochirí 25k (1646), SERIE A: CARTA GEOLÓGICA NACIONAL, ESCALA 1: 100 000*. Perú: Instituto Geológico Minero y Metalúrgico.
- Instituto Nacional de Recursos Naturales. (2006). Plan Maestro Reserva Paisajística Nor Yauyos Cochabamba 2006-2011. [http://old.sernanp.gob.pe/sernanp/archivos/biblioteca/publicaciones/R.P.\\_Nor\\_Yauyos/Plan%20Maestro%202006%20-%20202011%20RP%20Nor%20Yauyos%20Cochas.pdf](http://old.sernanp.gob.pe/sernanp/archivos/biblioteca/publicaciones/R.P._Nor_Yauyos/Plan%20Maestro%202006%20-%20202011%20RP%20Nor%20Yauyos%20Cochas.pdf)
- Lagrange, B. 1979. Biomethane. Principes, Techniques, Utilisation. Vol.2. Edisual / Energies Alternatives. 249pp.
- Lecomte, K., García, G., Fórmica, S. y Depetris, P. (2011). Hidroquímica de ríos de montaña (Sierras de Córdoba, Argentina): Elementos mayoritarios disueltos. *Latin American Journal of sedimentology and basin analysis*, 18(1), 43 - 62. [http://www.scielo.org.ar/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1851-49792011000100003](http://www.scielo.org.ar/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1851-49792011000100003)
- Mariño, E. y Garcia, R., (2018). *Apuntes sobre aplicaciones ambientales de la hidrogeoquímica*. Argentina: Universidad Nacional de Salta. [https://www.cohife.org/advf/documentos/2019/09/5d6eebe415ac8.pdf?fbclid=IwAR3VA6HEjpcYpAXmp8NNuE\\_ITOfmz7GK4TMQ38IEyddbGX4Fq3h\\_kO1scX0](https://www.cohife.org/advf/documentos/2019/09/5d6eebe415ac8.pdf?fbclid=IwAR3VA6HEjpcYpAXmp8NNuE_ITOfmz7GK4TMQ38IEyddbGX4Fq3h_kO1scX0)
- Menéndez, H., Díaz, R., Gonzáles, R. y González, J. (2011). Caracterización Hidroquímica del Gran Humedal del Norte, Ciego de Ávila, Cuba. *Minería y Geología*, 27(2), 15 - 41. <http://www.redalyc.org/pdf/2235/223522424002.pdf>
- Mendoza, Z. L., Santayana, T. S. y Urrego, G. E. (2010). *Recursos hídricos Subterráneos en el Perú*. La Habana: Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente.
- Ministerio del Ambiente. (2011). *Inventario y evaluación del Patrimonio Natural en la Reserva Paisajística Nor Yauyos Cochabamba*. Dirección General de Evaluación, Valoración y Financiamiento del Patrimonio Natural. Perú.

- Ministerio del Ambiente. (2012). *Glosario de Términos para la Formulación de Proyectos*. Lima: Ministerio del Ambiente.
- Mondragón, M. (2014). Uso de la correlación de Spearman en un estudio de intervención de fisioterapia. *Movimiento científico*, 8(1), 98 - 104.
- Monteagudo, V. (2008). *Geoquímica de las aguas subterráneas de la provincia de las Tunas*. (Tesis doctoral). Las Tunas.
- Mostacero, L., Ramirez, V.R. y Mejia, C.F. (2008). Caracterización biológica, física y química de los humedales altoandinos de la Libertad, Perú, 2008. *REBIOL*, 28(2),91-98.
- Nieto, J., Gil, J., Mudarra, M. y Andreo, B. (s.f.). *Características Hidroquímicas de Humedales Salinos Andaluces situados en distintos contextos hidrogeológicos*. España: Centro de Hidrología de la Universidad de Málaga.
- Organización de las Naciones Unidas. (1992). Convenio de la diversidad biológica. Recuperado de <https://www.cbd.int/doc/legal/cbd-es.pdf>
- Oyague, E., y Maldonado, M. (2015). Relationships between aquatic invertebrates, water quality and vegetation in an Andean peatland system. *Mires and Peat*, 15, 1–21. [http://mires-and-peat.net/media/map15/map\\_15\\_14.pdf](http://mires-and-peat.net/media/map15/map_15_14.pdf).
- Padilla, D., Núñez, E., Escalona, F. y Bluhm, J. (2012). Calidad del agua del acuífero Guadalupe - Bañuelos, Estado de Zacatecas, México. *GEOS*, 32(2).
- Porras, M., Nieto, P., Alvarez, C., Fernández, A. y Gimeno, M. (1985). Calidad y Contaminación de aguas subterráneas en España. IGME - EPTISA. <http://aguas.igme.es/igme/publica/libro43/lib43.htm>
- RAMSAR. (2002). Resolución VIII.39 Los humedales altoandinos como ecosistemas estratégicos. Valencia, España. [https://www.ramsar.org/sites/default/files/documents/library/key\\_res\\_viii\\_39\\_s.pdf](https://www.ramsar.org/sites/default/files/documents/library/key_res_viii_39_s.pdf)
- Sánchez, J. (2004). *Hidroquímica. Conceptos fundamentales*. España: Universidad de Salamanca.

- Santa, D., Martínez, D. y Betancur, T. (2008). Uso de Hidroquímica e isótopos ambientales para la evaluación de la conexión hidrológica entre el agua subterránea y el humedal ciénaga Colombia. *Gestión y Ambiente*, 11(2), 21 - 38. <http://www.revistas.unal.edu.co/index.php/gestion/article/view/13974>.
- Şen, Z. (2015). Practical and Applied Hydrogeology. *Elsevier*, 279 - 339. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-800075-5.00005-4>
- Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología del Perú (2017 - 2018). Datos pluviométricos referenciales, Estación Meteorológica Tanta.
- Tineo, A. y Ruiz, A. (2015). *Cuenca Hidrogeológica, Valle del Río Santa María*. Argentina: Instituto Superior de Correlación Geológica.
- Torres, T., Arellano, V., Barragán, R., González, E., Herrera, J., Santoyo, E., *et al.* (1993). *Geotermia en México*. México: Universidad Nacional Autónoma de México.
- Tropicos.org. Jardín Botánico de Misuri. Revisado el 20 nov 2022 de <https://tropicos.org>
- Vidal, A. R., Suárez, L., Figueroa, R., Enríquez, M., García, V., Domínguez, C. y Arce, I. (2011). Caracterización hidroquímica del complejo de humedales El Yali, Chile. *Limnetica*, 30(1), 43 - 58. [http://www.limnetica.com/Limnetica/Limne30/L30a043\\_Caracterizacion\\_humedales\\_El\\_Yali.pdf](http://www.limnetica.com/Limnetica/Limne30/L30a043_Caracterizacion_humedales_El_Yali.pdf)
- Werner, J. (1996). *Introducción a la Hidrogeología*. Nuevo León-México: Universidad Autónoma de Nuevo León, p. 16
- Zamora, G. y Valdizón, Y. (2014). *Evaluación preliminar de las características Fisicoquímicas de las aguas subterráneas de la Cuenca 72 del municipio de San Juan del Sur en el mes de abril del año 2013*. (Tesis). Universidad Nacional Autónoma de Nicaragua, Managua. <https://repositorio.unan.edu.ni/5611/1/65727.pdf>
- Zorogastúa, P., Quiroz, R. y Garatuza, J. (2012). Dinámica de los bofedales en el altiplano peruano-boliviano. *Revista Latinoamericana de Recursos Naturales*, 8(2), 63 - 75.

## TERMINOLOGÍA

**Agua subterránea:** Según Werner (1996. P. 16) “El agua subterránea es toda el agua debajo de la superficie de la tierra que actualmente participa en el ciclo hidrológico o que está almacenada de tal modo que puede entrar nuevamente en este ciclo”.

**Bofedal:** Ecosistema con alta fragilidad que tiene una gran importancia en cuanto a la provisión del recurso hídrico, debido que es una gran reserva natural de agua y reguladora del ciclo hidrológico. Su conservación garantiza alta productividad en pastos y recursos acuáticos (Zorogastúa *et al.*, 2012).

**Componentes mayoritarios:** Elementos presentes en el agua subterránea (generalmente especies inorgánicas) que se incorporan de manera natural a través de procesos de disolución. Para este estudio, los compuestos mayoritarios considerados fueron cationes ( $\text{Ca}^{+2}$ ,  $\text{Na}^+$ ,  $\text{K}^+$ ,  $\text{Mg}^{+2}$ ) y aniones ( $\text{HCO}_3^-$ ,  $\text{SO}_4^{2-}$ ,  $\text{Cl}^-$ ,  $\text{NO}_3^-$ ) (Porrás *et al.* 1985).

**Diagrama de Piper:** Esquema triangular que representa gráficamente la mezcla de varios tipos de agua en relación con sus componentes mayoritarios, el cual permite comprender las características químicas del agua (Santa *et al.*, 2008).

**Ecosistema:** Según la Organización de las Naciones Unidas [ONU] (1992, p. 4), refieren que “se entiende como un complejo dinámico de comunidades vegetales, animales y de microorganismos y su medio no viviente que interactúan como una unidad funcional”

**Estación de monitoreo:** Punto específico de recolección de muestras y toma de datos que está ubicado en una zona estratégica para el control y el análisis de las variables consideradas en campo.

**Hidroquímica:** Herramienta hidrogeológica que aporta información sustancial sobre el origen y la distribución del agua subterránea considerando los procesos fisicoquímicos que la afectan (Şen, 2015).

**Parámetros fisicoquímicos:** Indicadores que ayudan a determinar la calidad del agua, que brindan una información abundante sobre su naturaleza y sus propiedades, y de acuerdo con sus resultados, ayudan a la solución de problemas (Sánchez, 2004).

**Reserva Paisajística:** Categoría determinada por el Sistema Nacional de Áreas Naturales Protegidas por el Estado (SINANPE), para aquellas áreas donde se manifiesta una armonía entre la naturaleza y el hombre y se promueven la cultura, la estética y el buen uso de los recursos naturales (MINAM, 2012).

**Variabilidad espaciotemporal:** Variación en el espacio (puntos de muestreo) y en el tiempo (estaciones climáticas) de los parámetros y componentes tomados en consideración.

# APÉNDICES

## Apéndice 1

### Análisis de agua del mes de julio

#### 1.1. Análisis de agua de la estación de monitoreo (PIT 3 – 03).

	<b>UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA LA MOLINA</b> <b>FACULTAD DE INGENIERÍA AGRÍCOLA</b> <b>DEPARTAMENTO DE RECURSOS HÍDRICOS DRH</b> <b>LABORATORIO DE AGUA, SUELO, MEDIO AMBIENTE Y FERTIRRIEGO</b>	
Av. La Molina s/n. Telefax: 6147800 Anexo 226 Lima. E-mail: las-fia@lamolina.edu.pe		Nº 007979
<b>ANALISIS DE AGUA - RUTINA</b>		
<b>SOLICITANTE</b>	: PATRONATO DE LA RESERVA PAISAJISTICA NOR YAUYOS COCHAS (RPNYC)	
<b>PROYECTO</b>	: Caracterización Hidroquímica de bofedales altoandinos de la Reserva Paisajística Nor Yauyos Cochás	
<b>PROCEDENCIA</b>	: Reserva Paisajística Nor Yauyos Cochás-bofedal de Piticocha Sector 3 -agua de pozo del bofedal	
<b>RESPONSABLE ANALISIS</b>	: Ing. Nore Arévalo Flores	
<b>FECHA DE ANALISIS</b>	: La Molina, 01 de Agosto del 2017	
<b>Nº LABORATORIO</b>	7979	
<b>Nº DE CAMPO</b>	PIT 3 - 3	
CE dS/m	0.16	
pH	6.34	
Calcio meq/l	1.07	
Magnesio meq/l	0.39	
Sodio meq/l	0.16	
Potasio meq/l	0.03	
<b>SUMA DE CATIONES</b>	<b>1.64</b>	
Cloruro meq/l	0.24	
Sulfato meq/l	0.19	
Bicarbonato meq/l	1.29	
Nitratos meq/l	0.00	
Carbonatos meq/l	0.00	
<b>SUMA DE ANIONES</b>	<b>1.74</b>	
SAR	0.19	
<b>CLASIFICACION</b>	<b>C1-S1</b>	
Boro ppm	0.00	

LABORATORIO DE ANALISIS DE AGUA Y SUELO  
  
Ing. Msc. Jareza Velásquez Bejarano  
JEFE DE LABORATORIO



## 1.2. Análisis de agua de la estación de monitoreo (PIT 3 – 05)



**UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA LA MOLINA**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA AGRÍCOLA**  
**DEPARTAMENTO DE RECURSOS HÍDRICOS DRH**  
**LABORATORIO DE AGUA, SUELO, MEDIO AMBIENTE Y FERTIRRIEGO**  
Av. La Molina s/n. Telefax: 6147800 Anexo 226 Lima. E-mail: las-fia@lamolina.edu.pe



Nº 007980

### ANALISIS DE AGUA - RUTINA

**SOLICITANTE** : PATRONATO DE LA RESERVA PAISAJISTICA NOR YAUYOS COCHAS (RPNYC)  
**PROYECTO** : Caracterización Hidroquímica de bofedales altoandinos de la Reserva Paisajística Nor Yauyos Cochás  
**PROCEDENCIA** : Reserva Paisajística Nor Yauyos Cochás-bofedal de Pillicocha Sector 3 -agua de pozo del bofedal  
**RESPONSABLE ANALISIS** : Ing. Nore Arévalo Flores  
**FECHA DE ANALISIS** : La Molina, 01 de Agosto del 2017

Nº LABORATORIO	7980
Nº DE CAMPO	PIT 3 - 5
CE dS/m	0.43
pH	6.48
Calcio meq/l	3.38
Magnesio meq/l	0.40
Sodio meq/l	0.46
Potasio meq/l	0.04
SUMA DE CATIONES	4.29
Cloruro meq/l	0.20
Sulfato meq/l	0.26
Bicarbonato meq/l	3.83
Nitratos meq/l	0.00
Carbonatos meq/l	0.00
SUMA DE ANIONES	4.31
SAR	0.34
CLASIFICACION	C2-S1
Boro ppm	0.00

LABORATORIO DE ANALISIS DE AGUA Y SUELO  
  
Ing. Msc. Teresa Velásquez Bejarano  
JEFE DE LABORATORIO



### 1.3. Análisis de agua de la estación de monitoreo (PIT 3 – 07)



**UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA LA MOLINA**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA AGRÍCOLA**  
**DEPARTAMENTO DE RECURSOS HÍDRICOS DRH**  
**LABORATORIO DE AGUA, SUELO, MEDIO AMBIENTE Y FERTIRRIEGO**



Av. La Molina s/n. Telefax: 6147800 Anexo 226 Lima. E-mail: las-fia@lamolina.edu.pe

Nº 007981

## ANALISIS DE AGUA - RUTINA

**SOLICITANTE** : PATRONATO DE LA RESERVA PAISAJISTICA NOR YAUYOS COCHAS (RPNYC)  
**PROYECTO** : Caracterización Hidroquímica de bofedales altoandinos de la Reserva Paisajística Nor Yauyos Cochás  
**PROCEDENCIA** : Reserva Paisajística Nor Yauyos Cochás-bofedal de Piticocha Sector 3 -agua de pozo del bofedal  
**RESPONSABLE ANALISIS** : Ing. Nore Arévalo Flores  
**FECHA DE ANALISIS** : La Molina, 01 de Agosto del 2017

Nº LABORATORIO	7981
Nº DE CAMPO	PIT 3 - 7
CE dS/m	0.16
pH	6.73
Calcio meq/l	1.36
Magnesio meq/l	0.15
Sodio meq/l	0.10
Potasio meq/l	0.04
SUMA DE CATIONES	1.64
Cloruro meq/l	0.24
Sulfato meq/l	0.16
Bicarbonato meq/l	1.24
Nitratos meq/l	0.00
Carbonatos meq/l	0.00
SUMA DE ANIONES	1.63
SAR	0.12
CLASIFICACION	C1-S1
Boro ppm	0.00

LABORATORIO DE ANALISIS DE AGUA Y SUELO

Ing. Msc. Teresa Velásquez Bejarano  
 JEFE DE LABORATORIO



## 1.4. Análisis de agua de la estación de monitoreo (PIT 3 – 08)



**UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA LA MOLINA**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA AGRÍCOLA**  
**DEPARTAMENTO DE RECURSOS HÍDRICOS DRH**  
**LABORATORIO DE AGUA, SUELO, MEDIO AMBIENTE Y FERTIRRIEGO**



Av. La Molina s/n. Telefax: 6147800 Anexo 226 Lima. E-mail: las-fia@lamolina.edu.pe **Nº 007982**

### ANALISIS DE AGUA - RUTINA

**SOLICITANTE** : PATRONATO DE LA RESERVA PAISAJISTICA NOR YAUYOS COCHAS (RPNYC)  
**PROYECTO** : Caracterización Hidroquímica de bofedales altoandinos de la Reserva Paisajística Nor Yauyos Cochás  
**PROCEDENCIA** : Reserva Paisajística Nor Yauyos Cochás-bofedal de Piticocha Sector 3 -agua de pozo del bofedal  
**RESPONSABLE ANALISIS** : Ing. Nore Arévalo Flores  
**FECHA DE ANALISIS** : La Molina, 01 de Agosto del 2017

Nº LABORATORIO		7982
Nº DE CAMPO		PIT 3 - 8
CE	dS/m	0.74
pH		6.88
Calcio	meq/l	6.07
Magnesio	meq/l	0.94
Sodio	meq/l	0.24
Potasio	meq/l	0.07
SUMA DE CATIONES		7.32
Cloruro	meq/l	0.59
Sulfato	meq/l	0.23
Bicarbonato	meq/l	6.66
Nitratos	meq/l	0.00
Carbonatos	meq/l	0.00
SUMA DE ANIONES		7.49
SAR		0.13
CLASIFICACION		C2-S1
Boro	ppm	0.00

LABORATORIO DE ANALISIS DE AGUA Y SUELO

Ing. Msc. Teresa Velásquez Bejarano  
 JEFE DE LABORATORIO



## 1.5. Análisis de agua de la estación de monitoreo (PIT 3 – 09)



**UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA LA MOLINA**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA AGRÍCOLA**  
**DEPARTAMENTO DE RECURSOS HÍDRICOS DRH**  
**LABORATORIO DE AGUA, SUELO, MEDIO AMBIENTE Y FERTIRRIEGO**



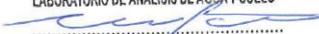
Av. La Molina s/n. Telefax: 6147800 Anexo 226 Lima. E-mail: las-fia@lamolina.edu.pe **Nº 007983**

### ANÁLISIS DE AGUA - RUTINA

**SOLICITANTE** : PATRONATO DE LA RESERVA PAISAJISTICA NOR YAUYOS COCHAS (RPNYC)  
**PROYECTO** : Caracterización Hidroquímica de bofedales altoandinos de la Reserva Paisajística Nor Yauyos Cochás  
**PROCEDENCIA** : Reserva Paisajística Nor Yauyos Cochás-bofedal de Piticocha Sector 3 -agua de pozo del bofedal  
**RESPONSABLE ANALISIS** : Ing. Nore Arévalo Flores  
**FECHA DE ANALISIS** : La Molina, 01 de Agosto del 2017

Nº LABORATORIO	7983
Nº DE CAMPO	PIT 3 - 9
CE dS/m	0.44
pH	6.59
Calcio meq/l	3.34
Magnesio meq/l	0.69
Sodio meq/l	0.25
Potasio meq/l	0.06
SUMA DE CATIONES	4.33
Cloruro meq/l	0.24
Sulfato meq/l	0.33
Bicarbonato meq/l	3.81
Nitratos meq/l	0.00
Carbonatos meq/l	0.00
SUMA DE ANIONES	4.43
SAR	0.18
CLASIFICACION	C2-S1
Boro ppm	0.00

LABORATORIO DE ANALISIS DE AGUA Y SUELO

  
Ing. Msc. Teresa Velásquez Bejarano  
JEFE DE LABORATORIO



## 1.6. Análisis de agua de la estación de monitoreo (PIT 3 – 11)

	<p><b>UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA LA MOLINA</b>  <b>FACULTAD DE INGENIERÍA AGRÍCOLA</b>  <b>DEPARTAMENTO DE RECURSOS HÍDRICOS DRH</b>  <b>LABORATORIO DE AGUA, SUELO, MEDIO AMBIENTE Y FERTIRRIEGO</b>          Av. La Molina s/n. Telefax: 6147800 Anexo 226 Lima. E-mail: las-fia@lamolina.edu.pe</p>	
		<b>Nº 007984</b>

### ANALISIS DE AGUA - RUTINA

<b>SOLICITANTE</b>	: PATRONATO DE LA RESERVA PAISAJISTICA NOR YAUYOS COCHAS (RPNYC)
<b>PROYECTO</b>	: Caracterización Hidroquímica de bofedales altoandinos de la Reserva Paisajística Nor Yauyos Cochas
<b>PROCEDENCIA</b>	: Reserva Paisajística Nor Yauyos Cochas-bofedal de Piticocha Sector 3 -agua de pozo del bofedal
<b>RESPONSABLE ANALISIS</b>	: Ing. Nore Arévalo Flores
<b>FECHA DE ANALISIS</b>	: La Molina, 01 de Agosto del 2017

N° LABORATORIO	7984
N° DE CAMPO	PIT 3 -11
CE dS/m	0.45
pH	7.10
Calcio meq/l	3.23
Magnesio meq/l	0.62
Sodio meq/l	0.45
Potasio meq/l	0.05
<b>SUMA DE CATIONES</b>	<b>4.35</b>
Cloruro meq/l	0.39
Sulfato meq/l	0.36
Bicarbonato meq/l	3.66
Nitratos meq/l	0.00
Carbonatos meq/l	0.00
<b>SUMA DE ANIONES</b>	<b>4.41</b>
SAR	0.32
CLASIFICACION	C2-S1
Boro ppm	0.00

LABORATORIO DE ANALISIS DE AGUA Y SUELO



Ing. Msc. Teresa Velásquez Bejarano  
JEFE DE LABORATORIO



## Apéndice 2

### Análisis de agua del mes de octubre

#### 2.1. Análisis de agua de la estación de monitoreo (PIT 3 – 01)

UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA  
FACULTAD DE INGENIERÍA AGRÍCOLA  
DEPARTAMENTO DE RECURSOS HÍDRICOS DRH  
LABORATORIO DE AGUA, SUELO, MEDIO AMBIENTE Y FERTIRRIEGO  
Av. La Molina s/n. Telefax: 6147800 Anexo 226 Lima. E-mail: las-fia@lamolina.edu.pe

Nº 0081

### ANALISIS DE AGUA - RUTINA

SOLICITANTE : PATRONATO DE LA RESERVA PAISAJISTICA NOR YAUYOS COCHA  
PROYECTO : CARACTERIZACION HIDROQUIMICA  
PROCEDENCIA : Reserva Paisajistica Nor Yauyos Cochabambas  
RESPONSABLE ANALISIS : Ing. Nore Arévalo Flores  
FECHA DE ANALISIS : La Molina, 12 de Octubre del 2017

Nº LABORATORIO	8190
Nº DE CAMPO	Bofedal Piticocha 3 (PIT3- 1)
CE dS/m	0.32
pH	6.66
Calcio meq/l	3.00
Magnesio meq/l	0.26
Sodio meq/l	0.38
Potasio meq/l	0.05
SUMA DE CATIONES	3.68
Cloruro meq/l	1.18
Sulfato meq/l	0.34
Bicarbonato meq/l	2.09
Nitratos meq/l	0.01
Carbonatos meq/l	0.00
SUMA DE ANIONES	3.62
SAR	0.30
CLASIFICACION	C2-S1
Boro ppm	0.13

LABORATORIO DE ANALISIS DE AGUA Y SUELO  
Ing. Msc. Teresa Velásquez Bejarano  
JEFE DE LABORATORIO

LABORATORIO DE ANALISIS DE AGUA,  
Fa  
Ing

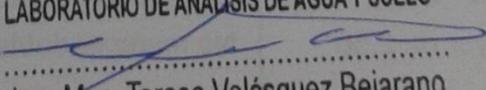
2.2. Análisis de agua de la estación de monitoreo (PIT 3 – 03)

## ANALISIS DE AGUA - RUTINA

**SOLICITANTE** : PATRONATO DE LA RESERVA PAISAJISTICA NOR Y  
**PROYECTO** : CARACTERIZACION HIDROQUIMICA  
**PROCEDENCIA** : Reserva Paisajistica Nor Yauyos Cochas  
**RESPONSABLE ANALISIS** : Ing. Nore Arévalo Flores  
**FECHA DE ANALISIS** : La Molina, 12 de Octubre del 2017

<b>N° LABORATORIO</b>	<b>8192</b>
<b>N° DE CAMPO</b>	<b>Bofedal Piticocha 3 (PIT3- 3)</b>
<b>CE</b> dS/m	0.37
<b>pH</b>	6.49
<b>Calcio</b> meq/l	2.80
<b>Magnesio</b> meq/l	0.33
<b>Sodio</b> meq/l	0.36
<b>Potasio</b> meq/l	0.01
<b>SUMA DE CATIONES</b>	<b>3.50</b>
<b>Cloruro</b> meq/l	0.79
<b>Sulfato</b> meq/l	1.11
<b>Bicarbonato</b> meq/l	1.51
<b>Nitratos</b> meq/l	0.00
<b>Carbonatos</b> meq/l	0.00
<b>SUMA DE ANIONES</b>	<b>3.41</b>
<b>SAR</b>	0.29
<b>CLASIFICACION</b>	<b>C2-S1</b>
<b>Boro</b> ppm	0.05

LABORATORIO DE ANALISIS DE AGUA Y SUELO

  
 Ing. Msc. Teresa Velásquez Bejarano  
 JEFE DE LABORATORIO

2.3. Análisis de agua de la estación de monitoreo (PIT 3 – 04)

**UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA LA MOLINA**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA AGRÍCOLA**  
 DEPARTAMENTO DE RECURSOS HÍDRICOS DRH  
 LABORATORIO DE AGUA, SUELO, MEDIO AMBIENTE Y FERTIRRIEGO  
 Av. La Molina s/n. Telefax: 6147800 Anexo 226 Lima. E-mail: las-fia@lamolina.edu.pe

No. 0

### ANALISIS DE AGUA - RUTINA

**SOLICITANTE** : PATRONATO DE LA RESERVA PAISAJISTICA NOR YAUYOS C  
**PROYECTO** : CARACTERIZACION HIDROQUIMICA  
**PROCEDENCIA** : Reserva Paisajistica Nor Yauyos Cochas  
**RESPONSABLE ANALISIS** : Ing. Nore Arévalo Flores  
**FECHA DE ANALISIS** : La Molina, 12 de Octubre del 2017

<b>N° LABORATORIO</b>	<b>8187</b>
<b>N° DE CAMPO</b>	Bofedal Piticocha 3 (PIT3- 4)
<b>CE</b> dS/m	0.79
<b>pH</b>	6.67
<b>Calcio</b> meq/l	6.93
<b>Magnesio</b> meq/l	0.51
<b>Sodio</b> meq/l	0.45
<b>Potasio</b> meq/l	0.06
<b>SUMA DE CATIONES</b>	<b>7.94</b>
<b>Cloruro</b> meq/l	1.63
<b>Sulfato</b> meq/l	0.02
<b>Bicarbonato</b> meq/l	6.13
<b>Nitratos</b> meq/l	0.04
<b>Carbonatos</b> meq/l	0.00
<b>SUMA DE ANIONES</b>	<b>7.82</b>
<b>SAR</b>	0.23
<b>CLASIFICACION</b>	<b>C3-S1</b>
<b>Boro</b> ppm	0.01

LABORATORIO DE ANALISIS DE AGUA Y SUELO

Ing. Msc. Teresa Velásquez Bejarano  
 JEFE DE LABORATORIO

LABORATORIO DE ANALISIS DE AGUA

2.4. Análisis de agua de la estación de monitoreo (PIT 3 – 05)



**UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA LA MOLINA**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA AGRÍCOLA**  
 DEPARTAMENTO DE RECURSOS HÍDRICOS DRH  
 LABORATORIO DE AGUA, SUELO, MEDIO AMBIENTE Y FERTIRRIEGO  
 Av. La Molina s/n. Telefax: 6147800 Anexo 226 Lima. E-mail: las-fia@lamolina.edu.pe



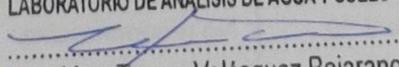
Nº 008

### ANÁLISIS DE AGUA - RUTINA

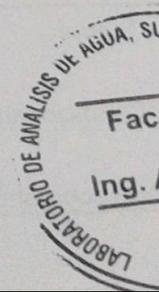
**SOLICITANTE** : PATRONATO DE LA RESERVA PAISAJISTICA NOR YAUYOS COCHAS  
**PROYECTO** : CARACTERIZACION HIDROQUIMICA  
**PROCEDENCIA** : Reserva Paisajistica Nor Yauyos Cochas  
**RESPONSABLE ANALISIS** : Ing. Nore Arévalo Flores  
**FECHA DE ANALISIS** : La Molina, 12 de Octubre del 2017

<b>N° LABORATORIO</b>	<b>8188</b>
<b>N° DE CAMPO</b>	Bofedal Piticocha 3 (PIT3- 5)
<b>CE</b> dS/m	0.33
<b>pH</b>	6.38
<b>Calcio</b> meq/l	2.69
<b>Magnesio</b> meq/l	0.30
<b>Sodio</b> meq/l	0.47
<b>Potasio</b> meq/l	0.01
<b>SUMA DE CATIONES</b>	<b>3.46</b>
<b>Cloruro</b> meq/l	0.72
<b>Sulfato</b> meq/l	0.05
<b>Bicarbonato</b> meq/l	2.41
<b>Nitratos</b> meq/l	0.02
<b>Carbonatos</b> meq/l	0.00
<b>SUMA DE ANIONES</b>	<b>3.20</b>
<b>SAR</b>	0.38
<b>CLASIFICACION</b>	<b>C2-S1</b>
<b>Boro</b> ppm	0.28

LABORATORIO DE ANALISIS DE AGUA Y SUELO



Ing. Msc. Teresa Velásquez Bejarano  
 JEFE DE LABORATORIO



2.5. Análisis de agua de la estación de monitoreo (PIT 3 – 07)

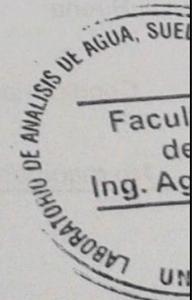
**ANALISIS DE AGUA - RUTINA**

SOLICITANTE : PATRONATO DE LA RESERVA PAISAJISTICA NOR YAUYOS COCHAS  
 PROYECTO : CARACTERIZACION HIDROQUIMICA  
 PROCEDENCIA : Reserva Paisajistica Nor Yauyos Cochas  
 RESPONSABLE ANALISIS : Ing. Nore Arévalo Flores  
 FECHA DE ANALISIS : La Molina, 12 de Octubre del 2017

N° LABORATORIO	8191
N° DE CAMPO	Bofedal Piticocha 3 (PIT3- 7)
CE dS/m	0.17
pH	6.54
Calcio meq/l	1.20
Magnesio meq/l	0.17
Sodio meq/l	0.40
Potasio meq/l	0.01
SUMA DE CATIONES	1.78
Cloruro meq/l	0.49
Sulfato meq/l	0.14
Bicarbonato meq/l	1.09
Nitratos meq/l	0.01
Carbonatos meq/l	0.00
SUMA DE ANIONES	1.73
SAR	0.48
CLASIFICACION	C1-S1
Boro ppm	0.00

LABORATORIO DE ANALISIS DE AGUA Y SUELO

Ing. Msc. Teresa Velásquez Bejarano  
 JEFE DE LABORATORIO



## Apéndice 3

### Análisis de agua para el mes de diciembre

#### 3.1. Análisis de agua de la estación de monitoreo (PIT 3 – 01)



**UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA LA MOLINA**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA AGRÍCOLA**  
 DEPARTAMENTO DE RECURSOS HÍDRICOS DRH  
 LABORATORIO DE AGUA, SUELO, MEDIO AMBIENTE Y FERTIRRIEGO  
Av. La Molina s/n. Telef: 5147800. Anexo 226 Lima. E-mail: las.fad@unalm.edu.pe



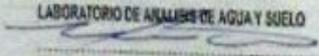
**Nº 008428**

### ANÁLISIS DE AGUA - RUTINA

**SOLICITANTE** : PATRONATO DE LA RESERVA PAISAJISTICA NOR YAUYES COCHAS  
**PROYECTO** : CARACTERIZACIÓN HIDROQUÍMICA DE LAS AGUAS DEL BOFEDAL DE PITICCOCHA 3 - RPNYC  
**PROCEDENCIA** : Bofedal de Piticocha 3 ( Tanta)  
**RESPONSABLE ANALISIS** : Ing. Nore Arévalo Flores  
**FECHA DE ANALISIS** : La Molina, 11 de diciembre de 2017

<b>Nº LABORATORIO</b>	<b>8428</b>
<b>Nº DE CAMPO</b>	<b>PIT 3 - 1</b>
<b>CE</b> dS/m	0.17
<b>pH</b>	6.50
<b>Calcio</b> meq/l	1.32
<b>Magnesio</b> meq/l	0.12
<b>Sodio</b> meq/l	0.19
<b>Potasio</b> meq/l	0.08
<b>SUMA DE CATIONES</b>	<b>1.71</b>
<b>Cloruro</b> meq/l	0.18
<b>Sulfato</b> meq/l	0.06
<b>Bicarbonato</b> meq/l	1.50
<b>Nitratos</b> meq/l	0.00
<b>Carbonatos</b> meq/l	0.00
<b>SUMA DE ANIONES</b>	<b>1.74</b>
<b>SAR</b>	0.22
<b>CLASIFICACION</b>	<b>C1-S1</b>
<b>Boro</b> ppm	0.02

LABORATORIO DE ANÁLISIS DE AGUA Y SUELO



Ing. Msc. Teresa Velásquez Bejarano  
JEFE DE LABORATORIO



### 3.2. Análisis de agua de la estación de monitoreo (PIT 3 – 03)



**UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA LA MOLINA**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA AGRÍCOLA**  
 DEPARTAMENTO DE RECURSOS HÍDRICOS DRH  
**LABORATORIO DE AGUA, SUELO, MEDIO AMBIENTE Y FERTIRRIEGO**  
Av. La Molina s/n. Telefax: 6147800 Anexo 226 Lima. E-mail: las-fa@lamolina.edu.pe



**Nº 008431**

## ANÁLISIS DE AGUA - RUTINA

**SOLICITANTE** : PATRONATO DE LA RESERVA PAISAJISTICA NOR YAUYOS COCHAS  
**PROYECTO** : CARACTERIZACIÓN HIDROQUÍMICA DE LAS AGUAS DEL BOFEDAL DE PITICOCHA 3 - RPNYC  
**PROCEDENCIA** : Bofedal de Piticocha 3 ( Tanta)  
**RESPONSABLE ANALISIS** : Ing. Nore Arévalo Flores  
**FECHA DE ANALISIS** : La Molina, 11 de diciembre de 2017

<b>Nº LABORATORIO</b>	8431
<b>Nº DE CAMPO</b>	PIT 3 - 3
<b>CE</b> dS/m	0.45
<b>pH</b>	6.55
<b>Calcio</b> meq/l	3.95
<b>Magnesio</b> meq/l	0.36
<b>Sodio</b> meq/l	0.21
<b>Potasio</b> meq/l	0.01
<b>SUMA DE CATIONES</b>	<b>4.52</b>
<b>Cloruro</b> meq/l	0.19
<b>Sulfato</b> meq/l	0.13
<b>Bicarbonato</b> meq/l	4.23
<b>Nitratos</b> meq/l	0.00
<b>Carbonatos</b> meq/l	0.00
<b>SUMA DE ANIONES</b>	<b>4.55</b>
<b>SAR</b>	0.14
<b>CLASIFICACION</b>	<b>C2-S1</b>
<b>Boro</b> ppm	0.02

LABORATORIO DE ANALISIS DE AGUA Y SUELO



Ing. Msc. Teresa Velásquez Bejarano  
JEFE DE LABORATORIO



### 3.3. Análisis de agua de la estación de monitoreo (PIT 3 – 04)



**UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA LA MOLINA**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA AGRÍCOLA**  
 DEPARTAMENTO DE RECURSOS HÍDRICOS DRH  
**LABORATORIO DE AGUA, SUELO, MEDIO AMBIENTE Y FERTIRRIEGO**  
Av. La Molina s/n. Telefax: 6147800 Anexo 226 Lima. E-mail: las-fla@lamolina.edu.pe



**Nº 008430**

## ANÁLISIS DE AGUA - RUTINA

**SOLICITANTE** : PATRONATO DE LA RESERVA PAISAJISTICA NOR YAUYS COCHAS  
**PROYECTO** : CARACTERIZACIÓN HIDROQUÍMICA DE LAS AGUAS DEL BOFEDAL DE PITICOCHA 3 - RPNYC  
**PROCEDENCIA** : Bofedal de Piticocha 3 ( Tanta)  
**RESPONSABLE ANALISIS** : Ing. Nore Arévalo Flores  
**FECHA DE ANALISIS** : La Molina, 11 de diciembre de 2017

<b>Nº LABORATORIO</b>	8430
<b>Nº DE CAMPO</b>	PIT 3 - 4
<b>CE</b> dS/m	0.52
<b>pH</b>	6.88
<b>Calcio</b> meq/l	4.42
<b>Magnesio</b> meq/l	0.36
<b>Sodio</b> meq/l	0.42
<b>Potasio</b> meq/l	0.05
<b>SUMA DE CATIONES</b>	5.25
<b>Cloruro</b> meq/l	0.47
<b>Sulfato</b> meq/l	0.12
<b>Bicarbonato</b> meq/l	4.81
<b>Nitratos</b> meq/l	0.00
<b>Carbonatos</b> meq/l	0.00
<b>SUMA DE ANIONES</b>	5.40
<b>SAR</b>	0.27
<b>CLASIFICACION</b>	C2-S1
<b>Boro</b> ppm	0.02

LABORATORIO DE ANALISIS DE AGUA Y SUELO



Ing. Msc. Teresa Velásquez Bejarano  
JEFE DE LABORATORIO



### 3.4. Análisis de agua de la estación de monitoreo (PIT 3 – 05)



**UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA LA MOLINA**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA AGRÍCOLA**  
 DEPARTAMENTO DE RECURSOS HÍDRICOS DRH  
**LABORATORIO DE AGUA, SUELO, MEDIO AMBIENTE Y FERTIRRIEGO**  
Av. La Molina s/n. Teléfono: 6147800 Anexo 226 Lima. E-mail: las-fad@lamolina.edu.pe



**Nº 008426**

## ANÁLISIS DE AGUA - RUTINA

**SOLICITANTE** : PATRONATO DE LA RESERVA PAISAJISTICA NOR YAUYOS COCHAS  
**PROYECTO** : CARACTERIZACIÓN HIDROQUÍMICA DE LAS AGUAS DEL BOFEDAL DE PITICOCHA 3 - RPNYC  
**PROCEDENCIA** : Bofedal de Piticocha 3 ( Tanta)  
**RESPONSABLE ANALISIS** : Ing. Nore Arévalo Flores  
**FECHA DE ANALISIS** : La Molina, 11 de diciembre de 2017

<b>Nº LABORATORIO</b>	8426
<b>Nº DE CAMPO</b>	PIT 3 - 5
<b>CE</b> dS/m	0.31
<b>pH</b>	6.61
<b>Calcio</b> meq/l	2.75
<b>Magnesio</b> meq/l	0.32
<b>Sodio</b> meq/l	0.24
<b>Potasio</b> meq/l	0.01
<b>SUMA DE CATIONES</b>	3.32
<b>Cloruro</b> meq/l	0.16
<b>Sulfato</b> meq/l	0.02
<b>Bicarbonato</b> meq/l	3.01
<b>Nitratos</b> meq/l	0.00
<b>Carbonatos</b> meq/l	0.00
<b>SUMA DE ANIONES</b>	3.20
<b>SAR</b>	0.20
<b>CLASIFICACION</b>	C2-S1
<b>Boro</b> ppm	0.10

LABORATORIO DE ANALISIS DE AGUA Y SUELO



Ing. Msc. Teresa Velásquez Bejarano  
JEFE DE LABORATORIO



3.5. Análisis de agua de la estación de monitoreo (PIT 3 – 07)



**UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA LA MOLINA**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA AGRÍCOLA**  
 DEPARTAMENTO DE RECURSOS HÍDRICOS DRH  
 LABORATORIO DE AGUA, SUELO, MEDIO AMBIENTE Y FERTIRRIEGO  
Av. La Molina s/n. Telefax: 0147800 Anexo 220 Lima. E-mail: las-fa@lamolina.edu.pe



**Nº 008427**

### ANÁLISIS DE AGUA - RUTINA

**SOLICITANTE** : PATRONATO DE LA RESERVA PAISAJISTICA NOR YAUYOS COCHAS  
**PROYECTO** : CARACTERIZACIÓN HIDROQUÍMICA DE LAS AGUAS DEL BOFEDAL DE PITICOCHA 3 - RPNYC  
**PROCEDENCIA** : Bofedal de Piticocha 3 ( Tanta)  
**RESPONSABLE ANALISIS** : Ing. Nore Arévalo Flores  
**FECHA DE ANALISIS** : La Molina, 11 de diciembre de 2017

Nº LABORATORIO		8427
Nº DE CAMPO		PIT 3 - 7
CE dS/m		0.17
pH		6.50
Calcio meq/l		1.33
Magnesio meq/l		0.16
Sodio meq/l		0.22
Potasio meq/l		0.01
<b>SUMA DE CATIONES</b>		<b>1.72</b>
Cloruro meq/l		0.20
Sulfato meq/l		0.01
Bicarbonato meq/l		1.52
Nitratos meq/l		0.00
Carbonatos meq/l		0.00
<b>SUMA DE ANIONES</b>		<b>1.73</b>
SAR		0.26
<b>CLASIFICACION</b>		<b>C1-S1</b>
Boro ppm		0.02

LABORATORIO DE ANÁLISIS DE AGUA Y SUELO



Ing. Msc. Teresa Velásquez Bejarano  
JEFE DE LABORATORIO



### 3.6. Análisis de agua de la estación de monitoreo (PIT 3 – 08)



**UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA LA MOLINA**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA AGRÍCOLA**  
 DEPARTAMENTO DE RECURSOS HÍDRICOS DRH  
**LABORATORIO DE AGUA, SUELO, MEDIO AMBIENTE Y FERTIRRIEGO**  
Av. La Molina s/n, Telefax: 6147800 Anexo 226 Lima E-mail: las-fa@lamolina.edu.pe



**Nº 008429**

## ANÁLISIS DE AGUA - RUTINA

**SOLICITANTE** : PATRONATO DE LA RESERVA PAISAJISTICA NOR YAUYOS COCHAS  
**PROYECTO** : CARACTERIZACIÓN HIDROQUÍMICA DE LAS AGUAS DEL BOFEDAL DE PITICOCHA 3 - RPNYC  
**PROCEDENCIA** : Bofedal de Piticocha 3 ( Tanta)  
**RESPONSABLE ANALISIS** : Ing. Nore Arévalo Flores  
**FECHA DE ANALISIS** : La Molina, 11 de diciembre de 2017

<b>Nº LABORATORIO</b>	8429
<b>Nº DE CAMPO</b>	PIT 3 - 8
CE dS/m	0.85
pH	7.05
Calcio meq/l	7.25
Magnesio meq/l	0.92
Sodio meq/l	0.29
Potasio meq/l	0.01
<b>SUMA DE CATIONES</b>	<b>8.47</b>
Cloruro meq/l	0.51
Sulfato meq/l	0.15
Bicarbonato meq/l	7.80
Nitratos meq/l	0.12
Carbonatos meq/l	0.00
<b>SUMA DE ANIONES</b>	<b>8.58</b>
SAR	0.14
<b>CLASIFICACION</b>	<b>C3-S1</b>
Boro ppm	0.02

LABORATORIO DE ANÁLISIS DE AGUA Y SUELO



Ing. Msc. Teresa Velásquez Bejarano  
JEFE DE LABORATORIO



### 3.7. Análisis de agua de la estación de monitoreo (PIT 3 – 09)



**UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA LA MOLINA**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA AGRÍCOLA**  
 DEPARTAMENTO DE RECURSOS HÍDRICOS DRH  
**LABORATORIO DE AGUA, SUELO, MEDIO AMBIENTE Y FERTIRRIEGO**  
Av. La Molina s/n. Telefax: 6147800. Anexo 226 Lima. E-mail: las-fa@lamolina.edu.pe



**Nº 008425**

## ANÁLISIS DE AGUA - RUTINA

**SOLICITANTE** : PATRONATO DE LA RESERVA PAISAJISTICA NOR YAUYOS COCHAS  
**PROYECTO** : CARACTERIZACIÓN HIDROQUÍMICA DE LAS AGUAS DEL BOFEDAL DE PITICOCHA 3 - RPNYC  
**PROCEDENCIA** : Bofedal de Piticocha 3 ( Tanta)  
**RESPONSABLE ANALISIS** : Ing. Nore Arévalo Flores  
**FECHA DE ANALISIS** : La Molina, 11 de diciembre de 2017

N° LABORATORIO	8425
N° DE CAMPO	PIT 3 - 9
CE dS/m	0.47
pH	6.52
Calcio meq/l	3.86
Magnesio meq/l	0.64
Sodio meq/l	0.20
Potasio meq/l	0.01
<b>SUMA DE CATIONES</b>	<b>4.71</b>
Cloruro meq/l	0.29
Sulfato meq/l	0.02
Bicarbonato meq/l	4.43
Nitratos meq/l	0.00
Carbonatos meq/l	0.00
<b>SUMA DE ANIONES</b>	<b>4.74</b>
SAR	0.14
<b>CLASIFICACION</b>	<b>C2-S1</b>
Boro ppm	0.10

LABORATORIO DE ANALISIS DE AGUA Y SUELO



Ing. Msc. Teresa Velásquez Bejarano  
JEFE DE LABORATORIO



### 3.8. Análisis de agua de la estación de monitoreo (PIT 3 – 11)



**UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA LA MOLINA**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA AGRÍCOLA**  
 DEPARTAMENTO DE RECURSOS HÍDRICOS DRH  
**LABORATORIO DE AGUA, SUELO, MEDIO AMBIENTE Y FERTIRRIEGO**  
Av. La Molina s/n. Telefax: 5147800 Anexo 226 Lima. E-mail: las-fa@unalm.edu.pe



**Nº 008432**

## ANÁLISIS DE AGUA - RUTINA

**SOLICITANTE** : PATRONATO DE LA RESERVA PAISAJISTICA NOR YAUYES COCHAS  
**PROYECTO** : CARACTERIZACIÓN HIDROQUÍMICA DE LAS AGUAS DEL BOFEDAL DE PITICOCHA 3 - RPNYC  
**PROCEDENCIA** : Bofedal de Piticocha 3 ( Tanta)  
**RESPONSABLE ANALISIS** : Ing. Nore Arévalo Flores  
**FECHA DE ANALISIS** : La Molina, 11 de diciembre de 2017

N° LABORATORIO	8432
N° DE CAMPO	PIT 3 - 11
CE dS/m	0.37
pH	6.84
Calcio meq/l	3.00
Magnesio meq/l	0.48
Sodio meq/l	0.24
Potasio meq/l	0.02
<b>SUMA DE CATIONES</b>	<b>3.73</b>
Cloruro meq/l	0.34
Sulfato meq/l	0.31
Bicarbonato meq/l	3.03
Nitratos meq/l	0.00
Carbonatos meq/l	0.00
<b>SUMA DE ANIONES</b>	<b>3.69</b>
SAR	0.18
<b>CLASIFICACION</b>	<b>C2-S1</b>
Boro ppm	0.02

LABORATORIO DE ANALISIS DE AGUA Y SUELO



Ing. Msc. Teresa Velásquez Bejarano  
JEFE DE LABORATORIO



### 3.9. Análisis de agua de la estación de monitoreo (PIT 3 – 12)



**UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA LA MOLINA**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA AGRÍCOLA**  
 DEPARTAMENTO DE RECURSOS HÍDRICOS DRH  
**LABORATORIO DE AGUA, SUELO, MEDIO AMBIENTE Y FERTIRRIEGO**  
Av. La Molina s/n. Teléfono: 0147800 Anexo 226 Lima - E-mail: las-fag@lamolina.edu.pe



**Nº 008433**

## ANÁLISIS DE AGUA - RUTINA

**SOLICITANTE** : PATRONATO DE LA RESERVA PAISAJÍSTICA NOR YALUYOS COCHAS  
**PROYECTO** : CARACTERIZACIÓN HIDROQUÍMICA DE LAS AGUAS DEL BOFEDAL DE PITICOCHA 3 - RPNYC  
**PROCEDENCIA** : Bofedal de Piticocha 3 ( Tanta)  
**RESPONSABLE ANALISIS** : Ing. Nora Arévalo Flores  
**FECHA DE ANALISIS** : La Molina, 11 de diciembre de 2017

<b>N° LABORATORIO</b>		8433
<b>N° DE CAMPO</b>		PIT 3 - 12
CE dS/m		0.31
pH		6.75
Calcio meq/l		2.61
Magnesio meq/l		0.35
Sodio meq/l		0.31
Potasio meq/l		0.07
<b>SUMA DE CATIONES</b>		<b>3.34</b>
Cloruro meq/l		0.17
Sulfato meq/l		0.19
Bicarbonato meq/l		2.90
Nitratos meq/l		0.00
Carbonatos meq/l		0.00
<b>SUMA DE ANIONES</b>		<b>3.26</b>
SAR		0.25
<b>CLASIFICACION</b>		<b>C2-S1</b>
Boro ppm		0.02

LABORATORIO DE ANÁLISIS DE AGUA Y SUELO



Ing. Msc. Teresa Velásquez Bejarano  
JEFE DE LABORATORIO



### 3.10. Análisis de agua de la estación de monitoreo (PIT 3 – 13)



**UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA LA MOLINA**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA AGRÍCOLA**  
 DEPARTAMENTO DE RECURSOS HÍDRICOS DRH  
**LABORATORIO DE AGUA, SUELO, MEDIO AMBIENTE Y FERTIRRIEGO**  
Av. La Molina s/n. Telefax: 6147800. Anexo 226 Lima. E-mail: law-fa@lamolina.edu.pe



**Nº 008434**

## ANALISIS DE AGUA - RUTINA

**SOLICITANTE** : PATRONATO DE LA RESERVA PAISAJISTICA NOR YAUYOS COCHAS  
**PROYECTO** : CARACTERIZACIÓN HIDROQUÍMICA DE LAS AGUAS DEL BOFEDAL DE PITICOCHA 3 - RPNYC  
**PROCEDENCIA** : Bofedal de Piticocha 3 ( Tanta)  
**RESPONSABLE ANALISIS** : Ing. Nore Arévalo Flores  
**FECHA DE ANALISIS** : La Molina, 11 de diciembre de 2017

<b>Nº LABORATORIO</b>		8434
<b>Nº DE CAMPO</b>		PIT 3 - 13
<b>CE</b> dS/m		0.22
<b>pH</b>		6.99
<b>Calcio</b> meq/l		1.59
<b>Magnesio</b> meq/l		0.37
<b>Sodio</b> meq/l		0.33
<b>Potasio</b> meq/l		0.09
<b>SUMA DE CATIONES</b>		<b>2.38</b>
<b>Cloruro</b> meq/l		0.16
<b>Sulfato</b> meq/l		0.53
<b>Bicarbonato</b> meq/l		1.66
<b>Nitratos</b> meq/l		0.00
<b>Carbonatos</b> meq/l		0.00
<b>SUMA DE ANIONES</b>		<b>2.35</b>
<b>SAR</b>		0.33
<b>CLASIFICACION</b>		<b>C1-S1</b>
<b>Boro</b> ppm		0.02

LABORATORIO DE ANALISIS DE AGUA Y SUELO



Ing. Msc. Teresa Velásquez Bejarano  
JEFE DE LABORATORIO



## Apéndice 4

### Análisis de agua del mes de enero

#### 4.1. Análisis de agua de la estación de monitoreo (PIT 3 – 01)

UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA LA MOLINA		FACULTAD DE INGENIERÍA AGRÍCOLA	
DEPARTAMENTO DE RECURSOS HÍDRICOS DRH		LABORATORIO DE AGUA, SUELO, MEDIO AMBIENTE Y FERTIRRIEGO	
Av. La Molina s/n. Telefax: 6147800 Anexo 226 Lima. E-mail: las-fa@lamolina.edu.pe		Nº 008523	

### ANALISIS DE AGUA - RUTINA

**SOLICITANTE** : PATRONATO DE LA RESERVA PAISAJISTICA NOR YAUYS COCHAS  
**PROYECTO** : CARACTERIZACIÓN HIDROQUÍMICA DE LOS BOFEDALES DE PITICOCHA DE LA RESERVA PAISAJISTA NOR YAUYS COCHAS  
**PROCEDENCIA** : Bofedal Piticocha 3  
**RESPONSABLE ANALISIS** : Ing. Nore Anévalo Flores  
**FECHA DE ANALISIS** : La Molina, 19 de enero de 2018

N° LABORATORIO		8523
N° DE CAMPO		PIT 3 - 1
CE	dS/m	0.32
pH		6.60
Calcio	meq/l	3.06
Magnesio	meq/l	0.26
Sodio	meq/l	0.03
Potasio	meq/l	0.02
SUMA DE CATIONES		3.37
Cloruro	meq/l	0.20
Sulfato	meq/l	0.54
Bicarbonato	meq/l	2.47
Nitratos	meq/l	0.01
Carbonatos	meq/l	0.00
SUMA DE ANIONES		3.23
SAR		0.02
CLASIFICACION		C2-S1
Boro	ppm	0.00

LABORATORIO DE ANALISIS DE AGUA Y SUELO  
Ing. Msc. Teresa Velásquez Bejarano  
JEFE DE LABORATORIO



4.2. Análisis de agua de la estación de monitoreo (PIT 3 – 03)



**UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA LA MOLINA**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA AGRÍCOLA**  
 DEPARTAMENTO DE RECURSOS HÍDRICOS DRH  
**LABORATORIO DE AGUA, SUELO, MEDIO AMBIENTE Y FERTIRRIEGO**  
Av. La Molina s/n. Telefax: 6147800. Anexo 226 Lima. E-mail: las-fad@unalm.edu.pe



**Nº 008524**

### ANÁLISIS DE AGUA - RUTINA

**SOLICITANTE** : PATRONATO DE LA RESERVA PAISAJISTICA NOR YAUYES COCHAS  
**PROYECTO** : CARACTERIZACIÓN HIDROQUÍMICA DE LOS BOFEDALES DE PITICOCHA DE LA RESERVA PAISAJISTA NOR YAUYES COCHAS  
**PROCEDENCIA** : Bofedal Piticocha 3  
**RESPONSABLE ANALISIS** : Ing. Nore Arévalo Flores  
**FECHA DE ANALISIS** : La Molina, 19 de enero de 2018

<b>Nº LABORATORIO</b>	8524
<b>Nº DE CAMPO</b>	PIT 3 - 3
<b>CE</b> dS/m	0.45
<b>pH</b>	6.44
<b>Calcio</b> meq/l	4.33
<b>Magnesio</b> meq/l	0.25
<b>Sodio</b> meq/l	0.01
<b>Potasio</b> meq/l	0.01
<b>SUMA DE CATIONES</b>	<b>4.59</b>
<b>Cloruro</b> meq/l	0.27
<b>Sulfato</b> meq/l	0.08
<b>Bicarbonato</b> meq/l	4.12
<b>Nitratos</b> meq/l	0.00
<b>Carbonatos</b> meq/l	0.00
<b>SUMA DE ANIONES</b>	<b>4.47</b>
<b>SAR</b>	0.00
<b>CLASIFICACION</b>	<b>C2-S1</b>
<b>Boro</b> ppm	0.00

LABORATORIO DE ANALISIS DE AGUA Y SUELO



Ing. Msc. Teresa Velásquez Bejarano  
JEFE DE LABORATORIO



### 4.3. Análisis de agua de la estación de monitoreo (PIT 3 – 04)



**UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA LA MOLINA**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA AGRÍCOLA**  
 DEPARTAMENTO DE RECURSOS HÍDRICOS DRH  
**LABORATORIO DE AGUA, SUELO, MEDIO AMBIENTE Y FERTIRRIEGO**  
Av. La Molina s/n. Telefax: 0147800 Anexo 226 Lima E-mail: las-fa@lamolina.edu.pe



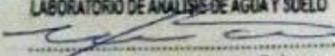
**Nº 008525**

## ANÁLISIS DE AGUA - RUTINA

**SOLICITANTE** : PATRONATO DE LA RESERVA PAISAJISTICA NOR YAUYS COCHAS  
**PROYECTO** : CARACTERIZACIÓN HIDROQUÍMICA DE LOS BOFEDALES DE PITICOCHA DE LA RESERVA PAISAJISTA NOR YAUYS COCHAS  
**PROCEDENCIA** : Bofedal Piticocha 3  
**RESPONSABLE ANALISIS** : Ing. Nore Arévalo Flores  
**FECHA DE ANALISIS** : La Molina, 19 de enero de 2018

<b>Nº LABORATORIO</b>		8525
<b>Nº DE CAMPO</b>		PIT 3 - 4
CE	dS/m	0.38
pH		6.32
Calcio	meq/l	3.26
Magnesio	meq/l	0.22
Sodio	meq/l	0.04
Potasio	meq/l	0.06
<b>SUMA DE CATIONES</b>		<b>3.58</b>
Cloruro	meq/l	0.16
Sulfato	meq/l	0.18
Bicarbonato	meq/l	3.25
Nitratos	meq/l	0.00
Carbonatos	meq/l	0.00
<b>SUMA DE ANIONES</b>		<b>3.58</b>
SAR		0.03
CLASIFICACION		<b>C2-S1</b>
Boro	ppm	0.00

LABORATORIO DE ANÁLISIS DE AGUA Y SUELO



Ing. Msc. Teresa Velásquez Bejarano  
JEFE DE LABORATORIO



#### 4.4. Análisis de agua de la estación de monitoreo (PIT 3 – 05)



**UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA LA MOLINA**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA AGRÍCOLA**  
 DEPARTAMENTO DE RECURSOS HÍDRICOS DRH  
**LABORATORIO DE AGUA, SUELO, MEDIO AMBIENTE Y FERTIRRIEGO**  
Av. La Molina s/n. Telefón: 8147800 Anexo 226 Lima. E-mail: las-fa@lamolina.edu.pe



**Nº 008526**

### ANÁLISIS DE AGUA - RUTINA

**SOLICITANTE** : PATRONATO DE LA RESERVA PAISAJISTICA NOR YAUYS COCHAS  
**PROYECTO** : CARACTERIZACIÓN HIDROQUÍMICA DE LOS BOFEDALES DE PITICOCHA DE LA RESERVA PAISAJISTA NOR YAUYS COCHAS  
**PROCEDENCIA** : Bofedal Piticocha 3  
**RESPONSABLE ANALISIS** : Ing. Nore Arévalo Flores  
**FECHA DE ANALISIS** : La Molina, 19 de enero de 2018

<b>Nº LABORATORIO</b>		8526
<b>Nº DE CAMPO</b>		PIT 3 - 5
CE	dS/m	0.38
pH		6.59
Calcio	meq/l	3.41
Magnesio	meq/l	0.34
Sodio	meq/l	0.03
Potasio	meq/l	0.03
<b>SUMA DE CATIONES</b>		3.82
Cloruro	meq/l	0.16
Sulfato	meq/l	0.05
Bicarbonato	meq/l	3.58
Nitratos	meq/l	0.00
Carbonatos	meq/l	0.00
<b>SUMA DE ANIONES</b>		3.79
SAR		0.02
<b>CLASIFICACION</b>		C2-S1
Boro	ppm	0.00

LABORATORIO DE ANALISIS DE AGUA Y SUELO



Ing. Msc. Teresa Velásquez Bejarano  
JEFE DE LABORATORIO



#### 4.5. Análisis de agua de la estación de monitoreo (PIT 3 – 07)

	<p><b>UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA LA MOLINA</b>  <b>FACULTAD DE INGENIERÍA AGRÍCOLA</b>          DEPARTAMENTO DE RECURSOS HÍDRICOS DRH  <b>LABORATORIO DE AGUA, SUELO, MEDIO AMBIENTE Y FERTIRRIEGO</b>  <small>Av. La Molina s/n. Telefax: 6147800 Anexo 226 Lima. E-mail: las-fa@lamolina.edu.pe</small></p>	 <b>Nº 008527</b>																																																						
<h3>ANÁLISIS DE AGUA - RUTINA</h3>																																																								
<p><b>SOLICITANTE</b></p> <p><b>PROYECTO</b></p> <p><b>PROCEDENCIA</b></p> <p><b>RESPONSABLE ANALISIS</b></p> <p><b>FECHA DE ANALISIS</b></p>	<p>: PATRONATO DE LA RESERVA PAISAJISTICA NOR YALUYOS COCHAS</p> <p>: CARACTERIZACIÓN HIDROQUÍMICA DE LOS BOFEDALES DE PITICOCHA DE LA RESERVA PAISAJISTA NOR YALUYOS COCHAS</p> <p>: Bofedal Piticocha 3</p> <p>: Ing. Nore Arévalo Flores</p> <p>: La Molina, 19 de enero de 2018</p>																																																							
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 30%;">Nº LABORATORIO</td> <td style="width: 30%;"></td> <td style="width: 40%; text-align: center;">8527</td> </tr> <tr> <td>Nº DE CAMPO</td> <td></td> <td style="text-align: center;">PIT 3 - 7</td> </tr> <tr> <td>CE</td> <td>dS/m</td> <td style="text-align: center;">0.17</td> </tr> <tr> <td>pH</td> <td></td> <td style="text-align: center;">6.92</td> </tr> <tr> <td>Calcio</td> <td>meq/l</td> <td style="text-align: center;">1.62</td> </tr> <tr> <td>Magnesio</td> <td>meq/l</td> <td style="text-align: center;">0.09</td> </tr> <tr> <td>Sodio</td> <td>meq/l</td> <td style="text-align: center;">0.01</td> </tr> <tr> <td>Potasio</td> <td>meq/l</td> <td style="text-align: center;">0.02</td> </tr> <tr> <td colspan="2" style="text-align: center;">SUMA DE CATIONES</td> <td style="text-align: center;">1.73</td> </tr> <tr> <td>Cloruro</td> <td>meq/l</td> <td style="text-align: center;">0.10</td> </tr> <tr> <td>Sulfato</td> <td>meq/l</td> <td style="text-align: center;">0.09</td> </tr> <tr> <td>Bicarbonato</td> <td>meq/l</td> <td style="text-align: center;">1.52</td> </tr> <tr> <td>Nitratos</td> <td>meq/l</td> <td style="text-align: center;">0.00</td> </tr> <tr> <td>Carbonatos</td> <td>meq/l</td> <td style="text-align: center;">0.00</td> </tr> <tr> <td colspan="2" style="text-align: center;">SUMA DE ANIONES</td> <td style="text-align: center;">1.71</td> </tr> <tr> <td>SAR</td> <td></td> <td style="text-align: center;">0.01</td> </tr> <tr> <td>CLASIFICACION</td> <td></td> <td style="text-align: center;">C1-S1</td> </tr> <tr> <td>Boro</td> <td>ppm</td> <td style="text-align: center;">0.00</td> </tr> </table>			Nº LABORATORIO		8527	Nº DE CAMPO		PIT 3 - 7	CE	dS/m	0.17	pH		6.92	Calcio	meq/l	1.62	Magnesio	meq/l	0.09	Sodio	meq/l	0.01	Potasio	meq/l	0.02	SUMA DE CATIONES		1.73	Cloruro	meq/l	0.10	Sulfato	meq/l	0.09	Bicarbonato	meq/l	1.52	Nitratos	meq/l	0.00	Carbonatos	meq/l	0.00	SUMA DE ANIONES		1.71	SAR		0.01	CLASIFICACION		C1-S1	Boro	ppm	0.00
Nº LABORATORIO		8527																																																						
Nº DE CAMPO		PIT 3 - 7																																																						
CE	dS/m	0.17																																																						
pH		6.92																																																						
Calcio	meq/l	1.62																																																						
Magnesio	meq/l	0.09																																																						
Sodio	meq/l	0.01																																																						
Potasio	meq/l	0.02																																																						
SUMA DE CATIONES		1.73																																																						
Cloruro	meq/l	0.10																																																						
Sulfato	meq/l	0.09																																																						
Bicarbonato	meq/l	1.52																																																						
Nitratos	meq/l	0.00																																																						
Carbonatos	meq/l	0.00																																																						
SUMA DE ANIONES		1.71																																																						
SAR		0.01																																																						
CLASIFICACION		C1-S1																																																						
Boro	ppm	0.00																																																						
<div style="display: flex; justify-content: space-between; align-items: center;"> <div style="text-align: center;"> <p>LABORATORIO DE ANÁLISIS DE AGUA Y SUELO</p>  <p>Ing. Msc. Teresa Velásquez Bejarano JEFE DE LABORATORIO</p> </div> <div style="text-align: center;">  </div> </div>																																																								

4.6. Análisis de agua de la estación de monitoreo (PIT 3 – 08)



**UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA LA MOLINA**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA AGRÍCOLA**  
 DEPARTAMENTO DE RECURSOS HÍDRICOS DRH  
**LABORATORIO DE AGUA, SUELO, MEDIO AMBIENTE Y FERTIRRIEGO**  
Av. La Molina s/n. Telefax: 6147800 Anexo 226 Lima. E-mail: las-fa@lamolina.edu.pe



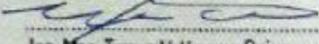
**Nº 008528**

### ANÁLISIS DE AGUA - RUTINA

**SOLICITANTE** : PATRONATO DE LA RESERVA PAISAJISTICA NOR YAUYOS COCHAS  
**PROYECTO** : CARACTERIZACIÓN HIDROQUÍMICA DE LOS BOFEDALES DE PITICOCCHA DE LA RESERVA PAISAJISTA NOR YAUYOS COCHAS  
**PROCEDENCIA** : Bofedal Piticocha 3  
**RESPONSABLE ANALISIS** : Ing. Nore Arévalo Flores  
**FECHA DE ANALISIS** : La Molina, 19 de enero de 2018

<b>Nº LABORATORIO</b>	8528
<b>Nº DE CAMPO</b>	PIT 3 - 8
CE dS/m	0.69
pH	6.72
Calcio meq/l	6.43
Magnesio meq/l	0.43
Sodio meq/l	0.04
Potasio meq/l	0.02
<b>SUMA DE CATIONES</b>	<b>6.91</b>
Cloruro meq/l	0.39
Sulfato meq/l	0.44
Bicarbonato meq/l	5.89
Nitratos meq/l	0.05
Carbonatos meq/l	0.00
<b>SUMA DE ANIONES</b>	<b>6.78</b>
SAR	0.02
CLASIFICACION	C2-S1
Boro ppm	0.00

LABORATORIO DE ANÁLISIS DE AGUA Y SUELO



Ing. Msc. Teresa Velásquez Bejarano  
JEFE DE LABORATORIO



4.7. Análisis de agua de la estación de monitoreo (PIT 3 – 09)



**UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA LA MOLINA**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA AGRÍCOLA**  
 DEPARTAMENTO DE RECURSOS HÍDRICOS DRH  
**LABORATORIO DE AGUA, SUELO, MEDIO AMBIENTE Y FERTIRRIEGO**  
Av. La Molina s/n. Telefax: 6147800 - Anexo 226 Lima. E-mail: las-fia@lamolina.edu.pe



**Nº 008529**

### ANÁLISIS DE AGUA - RUTINA

**SOLICITANTE** : PATRONATO DE LA RESERVA PAISAJISTICA NOR YAUYS COCHAS  
**PROYECTO** : CARACTERIZACIÓN HIDROQUÍMICA DE LOS BOFEDALES DE PITICOCHA DE LA RESERVA PAISAJISTA NOR YAUYS COCHAS  
**PROCEDENCIA** : Bofedal Piticocha 3  
**RESPONSABLE ANALISIS** : Ing. Nore Arévalo Flores  
**FECHA DE ANALISIS** : La Molina, 19 de enero de 2016

<b>Nº LABORATORIO</b>		<b>8529</b>
<b>Nº DE CAMPO</b>		<b>PIT 3 - 9</b>
CE dS/m		0.39
pH		6.57
Calcio meq/l		3.61
Magnesio meq/l		0.31
Sodio meq/l		0.01
Potasio meq/l		0.03
<b>SUMA DE CATIONES</b>		<b>3.95</b>
Cloruro meq/l		0.14
Sulfato meq/l		0.20
Bicarbonato meq/l		3.52
Nitratos meq/l		0.00
Carbonatos meq/l		0.00
<b>SUMA DE ANIONES</b>		<b>3.96</b>
SAR		0.00
<b>CLASIFICACION</b>		<b>C2-S1</b>
Boro ppm		0.00

LABORATORIO DE ANÁLISIS DE AGUA Y SUELO



Ing. Msc. Teresa Velásquez Bejarano  
JEFE DE LABORATORIO



4.8. Análisis de agua de la estación de monitoreo (PIT 3 – 11)



**UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA LA MOLINA**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA AGRÍCOLA**  
**DEPARTAMENTO DE RECURSOS HÍDRICOS DRH**  
**LABORATORIO DE AGUA, SUELO, MEDIO AMBIENTE Y FERTIRRIEGO**  
Av. La Molina s/n. Telefax: 6147800. Anexo 226 Lima. E-mail: las-fa@lamolina.edu.pe



**Nº 008530**

### ANÁLISIS DE AGUA - RUTINA

**SOLICITANTE** : PATRONATO DE LA RESERVA PAISAJISTICA NOR YALUYOS COCHAS  
**PROYECTO** : CARACTERIZACIÓN HIDROQUÍMICA DE LOS BOFEDALES DE PITICOCHA DE LA RESERVA PAISAJISTA NOR YALUYOS COCHAS  
**PROCEDENCIA** : Bofedal Piticocha 3  
**RESPONSABLE ANALISIS** : Ing. Nore Arévalo Flores  
**FECHA DE ANALISIS** : La Molina, 19 de enero de 2018

<b>Nº LABORATORIO</b>		8530
<b>Nº DE CAMPO</b>		PIT 3 - 11
CE dS/m		0.46
pH		6.72
Calcio meq/l		4.15
Magnesio meq/l		0.33
Sodio meq/l		0.03
Potasio meq/l		0.03
<b>SUMA DE CATIONES</b>		<b>4.53</b>
Cloruro meq/l		0.13
Sulfato meq/l		0.27
Bicarbonato meq/l		4.04
Nitratos meq/l		0.01
Carbonatos meq/l		0.00
<b>SUMA DE ANIONES</b>		<b>4.44</b>
SAR		0.02
<b>CLASIFICACION</b>		<b>C2-S1</b>
Boro ppm		0.00

LABORATORIO DE ANÁLISIS DE AGUA Y SUELO



Ing. Msc. Teresa Velásquez Bejarano  
JEFE DE LABORATORIO



#### 4.9. Análisis de agua de la estación de monitoreo (PIT 3 – 12)



**UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA LA MOLINA**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA AGRÍCOLA**  
 DEPARTAMENTO DE RECURSOS HÍDRICOS DRH  
**LABORATORIO DE AGUA, SUELO, MEDIO AMBIENTE Y FERTIRRIEGO**  
Av. La Molina s/n. Telefax: 5147800 Anexo 226 Lima. E-mail: las-fa@lamolina.edu.pe



**Nº 008531**

### ANÁLISIS DE AGUA - RUTINA

**SOLICITANTE** : PATRONATO DE LA RESERVA PAISAJISTICA NOR YAUJOS COCHAS  
**PROYECTO** : CARACTERIZACIÓN HIDROQUÍMICA DE LOS BOFEDALES DE PITICOCHA DE LA RESERVA PAISAJISTA NOR YAUJOS COCHAS  
**PROCEDENCIA** : Bofedal Piticocha 3  
**RESPONSABLE ANALISIS** : Ing. Nore Arévalo Flores  
**FECHA DE ANALISIS** : La Molina, 19 de enero de 2018

<b>Nº LABORATORIO</b>	8531
<b>Nº DE CAMPO</b>	PIT 3 - 12
CE dS/m	0.39
pH	6.59
Calcio meq/l	3.45
Magnesio meq/l	0.33
Sodio meq/l	0.01
Potasio meq/l	0.04
<b>SUMA DE CATIONES</b>	<b>3.83</b>
Cloruro meq/l	0.10
Sulfato meq/l	0.17
Bicarbonato meq/l	3.61
Nitratos meq/l	0.00
Carbonatos meq/l	0.00
<b>SUMA DE ANIONES</b>	<b>3.87</b>
SAR	0.01
CLASIFICACION	C2-S1
Boro ppm	0.00

LABORATORIO DE ANÁLISIS DE AGUA Y SUELO



Ing. Msc. Teresa Velásquez Bejarano  
JEFE DE LABORATORIO



#### 4.10. Análisis de agua de la estación de monitoreo (PIT 3 – 13)



**UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA LA MOLINA**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA AGRÍCOLA**  
 DEPARTAMENTO DE RECURSOS HÍDRICOS DRH  
**LABORATORIO DE AGUA, SUELO, MEDIO AMBIENTE Y FERTIRRIEGO**  
Av. La Molina s/n. Telefax: 0147800 Anexo 226 Lima. E-mail: lae-fia@lamolina.edu.pe



**Nº 008532**

### ANÁLISIS DE AGUA - RUTINA

**SOLICITANTE** : PATRONATO DE LA RESERVA PAISAJISTICA NOR YAUUYOS COCHAS

**PROYECTO** : CARACTERIZACIÓN HIDROQUÍMICA DE LOS BOFEDALES DE PITICOCHA DE LA RESERVA PAISAJISTA NOR YAUUYOS COCHAS

**PROCEDENCIA** : Bofedal Piticocha 3

**RESPONSABLE ANALISIS** : Ing. Nore Arévalo Flores

**FECHA DE ANALISIS** : La Molina, 19 de enero de 2018

<b>Nº LABORATORIO</b>	8532
<b>Nº DE CAMPO</b>	PIT 3 - 13
CE dS/m	0.24
pH	6.89
Calcio meq/l	2.07
Magnesio meq/l	0.21
Sodio meq/l	0.00
Potasio meq/l	0.02
<b>SUMA DE CATIONES</b>	<b>2.31</b>
Cloruro meq/l	0.13
Sulfato meq/l	0.16
Bicarbonato meq/l	2.09
Nitratos meq/l	0.00
Carbonatos meq/l	0.00
<b>SUMA DE ANIONES</b>	<b>2.38</b>
SAR	0.00
<b>CLASIFICACION</b>	<b>C1-S1</b>
Boro ppm	0.00

LABORATORIO DE ANÁLISIS DE AGUA Y SUELO



Ing. Msc. Teresa Velásquez Bejarano  
JEFE DE LABORATORIO



## Apéndice 5

### Análisis de agua del mes de marzo

#### 5.1. Análisis de agua de la estación de monitoreo (PIT 3 – 01)

	<b>UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA LA MOLINA</b> <b>FACULTAD DE INGENIERÍA AGRÍCOLA</b> DEPARTAMENTO DE RECURSOS HÍDRICOS ORH <b>LABORATORIO DE AGUA, SUELO, MEDIO AMBIENTE Y FERTIRRIEGO</b> <small>Av. La Molina s/n. Telefax: 6147800 Anexo 226 Lima. E-mail: las-fa@lamolina.edu.pe</small>	
		<b>Nº 008634</b>
<b>ANALISIS DE AGUA - RUTINA</b>		
<b>SOLICITANTE</b>	:	<b>PATRONATO DE LA RESERVA PAISAJISTICA NOR YALUYOS COCHAS</b>
<b>PROYECTO</b>	:	Caracterización Hidroquímica del bofedal de Piticocha - Sector III -RPNYC
<b>PROCEDENCIA</b>	:	Bofedal Piticocha III - Tanta
<b>RESPONSABLE ANALISIS</b>	:	Ing. Nore Arévalo Flores
<b>FECHA DE ANALISIS</b>	:	La Molina, 09 de marzo de 2018
<b>Nº LABORATORIO</b>		8634
<b>Nº DE CAMPO</b>		Pit 3 - 01
<b>CE</b> dS/m		0.27
<b>pH</b>		6.50
<b>Calcio</b> meq/l		2.41
<b>Magnesio</b> meq/l		0.23
<b>Sodio</b> meq/l		0.11
<b>Potasio</b> meq/l		0.02
<b>SUMA DE CATIONES</b>		2.77
<b>Cloruro</b> meq/l		0.19
<b>Sulfato</b> meq/l		0.10
<b>Bicarbonato</b> meq/l		2.46
<b>Nitratos</b> meq/l		0.03
<b>Carbonatos</b> meq/l		0.00
<b>SUMA DE ANIONES</b>		2.78
<b>SAR</b>		0.09
<b>CLASIFICACION</b>		C2-S1
<b>Boro</b> ppm		0.51

LABORATORIO DE ANALISIS DE AGUA Y SUELO



Ing. Msc. Teresa Velásquez Bejarano  
JEFE DE LABORATORIO



## 5.2. Análisis de agua de la estación de monitoreo (PIT 3 – 03)



**UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA LA MOLINA**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA AGRÍCOLA**  
 DEPARTAMENTO DE RECURSOS HÍDRICOS DRH  
**LABORATORIO DE AGUA, SUELO, MEDIO AMBIENTE Y FERTIRRIEGO**  
Av. La Molina s/n. Telefax: 6147800 - Anexo 226 Lima. E-mail: las-fia@lamolina.edu.pe



**Nº 008635**

### ANÁLISIS DE AGUA - RUTINA

**SOLICITANTE** : PATRONATO DE LA RESERVA PAISAJISTICA NOR YAUYOS COCHAS  
**PROYECTO** : Caracterización Hidroquímica del bofedal de Piticocha - Sector III -RPNYC  
**PROCEDENCIA** : Bofedal Piticocha III - Tanta  
**RESPONSABLE ANALISIS** : Ing. Nore Arévalo Flores  
**FECHA DE ANALISIS** : La Molina, 09 de marzo de 2018

Nº LABORATORIO		8635
Nº DE CAMPO		PIT 3 - 03
CE	dS/m	0.39
pH		6.70
Calcio	meq/l	3.37
Magnesio	meq/l	0.41
Sodio	meq/l	0.13
Potasio	meq/l	0.03
<b>SUMA DE CATIONES</b>		<b>3.93</b>
Cloruro	meq/l	0.20
Sulfato	meq/l	0.05
Bicarbonato	meq/l	3.71
Nitratos	meq/l	0.01
Carbonatos	meq/l	0.00
<b>SUMA DE ANIONES</b>		<b>3.98</b>
SAR		0.09
<b>CLASIFICACION</b>		<b>C2-S1</b>
Boro	ppm	0.62

LABORATORIO DE ANALISIS DE AGUA Y SUELO



Ing. Msc. Teresa Velásquez Bejarano  
JEFE DE LABORATORIO



### 5.3. Análisis de agua de la estación de monitoreo (PIT 3 – 04)



**UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA LA MOLINA**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA AGRÍCOLA**  
 DEPARTAMENTO DE RECURSOS HÍDRICOS DRH  
**LABORATORIO DE AGUA, SUELO, MEDIO AMBIENTE Y FERTIRRIEGO**  
Av. La Molina s/n. Telefax: 6147800 Anexo 228 Lima. E-mail: las-fia@lamolina.edu.pe



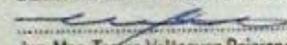
**Nº 008636**

## ANÁLISIS DE AGUA - RUTINA

**SOLICITANTE** : PATRONATO DE LA RESERVA PAISAJISTICA NOR YAUYOS COCHAS  
**PROYECTO** : Caracterización Hidroquímica del bofedal de Piticocha - Sector III -RPNYC  
**PROCEDENCIA** : Bofedal Piticocha III - Tanta  
**RESPONSABLE ANALISIS** : Ing. Nore Arévalo Flores  
**FECHA DE ANALISIS** : La Molina, 09 de marzo de 2018

<b>Nº LABORATORIO</b>	8636
<b>Nº DE CAMPO</b>	Pit 3 - 04
<b>CE</b> dS/m	0.20
<b>pH</b>	6.61
<b>Calcio</b> meq/l	1.51
<b>Magnesio</b> meq/l	0.40
<b>Sodio</b> meq/l	0.27
<b>Potasio</b> meq/l	0.03
<b>SUMA DE CATIONES</b>	2.20
<b>Cloruro</b> meq/l	0.28
<b>Sulfato</b> meq/l	0.00
<b>Bicarbonato</b> meq/l	1.92
<b>Nitratos</b> meq/l	0.05
<b>Carbonatos</b> meq/l	0.00
<b>SUMA DE ANIONES</b>	2.25
<b>SAR</b>	0.28
<b>CLASIFICACION</b>	C1-S1
<b>Boro</b> ppm	0.51

LABORATORIO DE ANÁLISIS DE AGUA Y SUELO



Ing. Msc. Teresa Velásquez Bejarano  
JEFE DE LABORATORIO



## 5.4. Análisis de agua de la estación de monitoreo (PIT 3 – 05)



**UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA LA MOLINA**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA AGRÍCOLA**  
 DEPARTAMENTO DE RECURSOS HÍDRICOS DRH  
**LABORATORIO DE AGUA, SUELO, MEDIO AMBIENTE Y FERTIRRIEGO**  
Av. La Molina s/n. Telefax: 6147800 Anexo 226 Lima. E-mail: las-fa@lamolina.edu.pe



**Nº 008637**

### ANÁLISIS DE AGUA - RUTINA

**SOLICITANTE** : PATRONATO DE LA RESERVA PAISAJISTICA NOR YAUYS COCHAS  
**PROYECTO** : Caracterización Hidroquímica del bofedal de Piticocha - Sector III -RPNYC  
**PROCEDENCIA** : Bofedal Piticocha III - Tanta  
**RESPONSABLE ANALISIS** : Ing. Nore Arévalo Flores  
**FECHA DE ANALISIS** : La Molina, 09 de marzo de 2018

<b>Nº LABORATORIO</b>		8637
<b>Nº DE CAMPO</b>		Pit 3 - 05
<b>CE</b> dS/m		0.30
<b>pH</b>		6.78
<b>Calcio</b> meq/l		2.78
<b>Magnesio</b> meq/l		0.14
<b>Sodio</b> meq/l		0.13
<b>Potasio</b> meq/l		0.03
<b>SUMA DE CATIONES</b>		<b>3.07</b>
<b>Cloruro</b> meq/l		0.19
<b>Sulfato</b> meq/l		0.16
<b>Bicarbonato</b> meq/l		2.66
<b>Nitratos</b> meq/l		0.05
<b>Carbonatos</b> meq/l		0.00
<b>SUMA DE ANIONES</b>		<b>3.07</b>
<b>SAR</b>		0.10
<b>CLASIFICACION</b>		<b>C2-S1</b>
<b>Boro</b> ppm		0.49

LABORATORIO DE ANALISIS DE AGUA Y SUELO  
  
 Ing. Msc. Teresa Velasquez Bejarano  
 JEFE DE LABORATORIO



5.5. Análisis de agua de la estación de monitoreo (PIT 3 – 07)



**UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA LA MOLINA**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA AGRÍCOLA**  
 DEPARTAMENTO DE RECURSOS HÍDRICOS DRH  
**LABORATORIO DE AGUA, SUELO, MEDIO AMBIENTE Y FERTIRRIGEO**  
Av. La Molina s/n, Telefax: 6147800 Anexo 226 Lima. E-mail: las-fia@lamolina.edu.pe



**Nº 008638**

### ANÁLISIS DE AGUA - RUTINA

**SOLICITANTE** : PATRONATO DE LA RESERVA PAISAJISTICA NOR YAUYS COCHAS  
**PROYECTO** : Caracterización Hidroquímica del bofedal de Piticocha - Sector III -RPNYC  
**PROCEDENCIA** : Bofedal Piticocha III - Tanta  
**RESPONSABLE ANALISIS** : Ing. Nore Arévalo Flores  
**FECHA DE ANALISIS** : La Molina, 09 de marzo de 2018

<b>Nº LABORATORIO</b>	8638
<b>Nº DE CAMPO</b>	Pit 3 - 07
CE dS/m	0.14
pH	7.07
Calcio meq/l	0.85
Magnesio meq/l	0.58
Sodio meq/l	0.04
Potasio meq/l	0.02
<b>SUMA DE CATIONES</b>	<b>1.49</b>
Cloruro meq/l	0.18
Sulfato meq/l	0.07
Bicarbonato meq/l	1.23
Nitratos meq/l	0.02
Carbonatos meq/l	0.00
<b>SUMA DE ANIONES</b>	<b>1.51</b>
SAR	0.04
<b>CLASIFICACION</b>	<b>C1-S1</b>
Boro ppm	0.50

LABORATORIO DE ANÁLISIS DE AGUA Y SUELO



Ing. Msc. Teresa Velásquez Bejarano  
JEFE DE LABORATORIO



5.6. Análisis de agua de la estación de monitoreo (PIT 3 – 08)



**UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA LA MOLINA**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA AGRÍCOLA**  
 DEPARTAMENTO DE RECURSOS HÍDRICOS DRH  
**LABORATORIO DE AGUA, SUELO, MEDIO AMBIENTE Y FERTIRRIEGO**  
Av. La Molina s/n. Telefax. 6147800 Anexo 226 Lima. E-mail: las-fa@la Molina.edu.pe



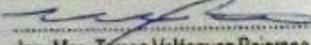
**Nº 008639**

### ANÁLISIS DE AGUA - RUTINA

**SOLICITANTE** : PATRONATO DE LA RESERVA PAISAJISTICA NOR YAUYS COCHAS  
**PROYECTO** : Caracterización Hidroquímica del bofedal de Piticocha - Sector III -RPNYC  
**PROCEDENCIA** : Bofedal Piticocha III - Tanta  
**RESPONSABLE ANALISIS** : Ing. Nore Arévalo Flores  
**FECHA DE ANALISIS** : La Molina, 09 de marzo de 2018

N° LABORATORIO	8639
N° DE CAMPO	Pit 3 - 08
CE dS/m	0.60
pH	6.94
Calcio meq/l	5.20
Magnesio meq/l	0.69
Sodio meq/l	0.03
Potasio meq/l	0.01
SUMA DE CATIONES	5.93
Cloruro meq/l	0.23
Sulfato meq/l	0.10
Bicarbonato meq/l	5.56
Nitratos meq/l	0.01
Carbonatos meq/l	0.00
SUMA DE ANIONES	5.91
SAR	0.02
CLASIFICACION	C2-S1
Boro ppm	0.53

LABORATORIO DE ANALISIS DE AGUA Y SUELO



Ing. Msc. Teresa Velásquez Bejarano  
 JEFE DE LABORATORIO



5.7. Análisis de agua de la estación de monitoreo (PIT 3 – 09)



**UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA LA MOLINA**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA AGRÍCOLA**  
 DEPARTAMENTO DE RECURSOS HÍDRICOS DRH  
**LABORATORIO DE AGUA, SUELO, MEDIO AMBIENTE Y FERTIRRIEGO**  
Av. La Molina s/n. Telefax: 8147800 Anexo 226 Lima. E-mail: las-fac@lamolina.edu.pe



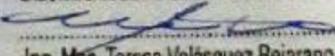
**Nº 008640**

### ANÁLISIS DE AGUA - RUTINA

**SOLICITANTE** : PATRONATO DE LA RESERVA PAISAJISTICA NOR YAUYOS COCHAS  
**PROYECTO** : Caracterización Hidroquímica del bofedal de Piticocha - Sector III -RPNYC  
**PROCEDENCIA** : Bofedal Piticocha III - Tanta  
**RESPONSABLE ANALISIS** : Ing. Nore Arévalo Flores  
**FECHA DE ANALISIS** : La Molina, 09 de marzo de 2018

<b>Nº LABORATORIO</b>	8640
<b>Nº DE CAMPO</b>	Pit 3 - 09
CE dS/m	0.34
pH	6.82
Calcio meq/l	2.80
Magnesio meq/l	0.41
Sodio meq/l	0.10
Potasio meq/l	0.02
<b>SUMA DE CATIONES</b>	<b>3.32</b>
Cloruro meq/l	0.22
Sulfato meq/l	0.09
Bicarbonato meq/l	3.05
Nitratos meq/l	0.01
Carbonatos meq/l	0.00
<b>SUMA DE ANIONES</b>	<b>3.37</b>
SAR	0.08
<b>CLASIFICACION</b>	<b>C2-S1</b>
Boro ppm	0.52

LABORATORIO DE ANALISIS DE AGUA Y SUELO



Ing. Msc. Teresa Velásquez Bejarano  
JEFE DE LABORATORIO



## 5.8. Análisis de agua de la estación de monitoreo (PIT 3 – 11)

	<b>UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA LA MOLINA</b> <b>FACULTAD DE INGENIERÍA AGRÍCOLA</b> DEPARTAMENTO DE RECURSOS HÍDRICOS DRH <b>LABORATORIO DE AGUA, SUELO, MEDIO AMBIENTE Y FERTIRRIEGO</b> <small>Av. La Molina s/n. Telefax: 8147900 Anexo 226 Lima. E-mail: las-la@lamolina.edu.pe</small>																																																							
		<b>Nº 008641</b>																																																						
<b>ANÁLISIS DE AGUA - RUTINA</b>																																																								
<b>SOLICITANTE</b>	: PATRONATO DE LA RESERVA PAISAJISTICA NOR YAUYOS COCHAS																																																							
<b>PROYECTO</b>	: Caracterización Hidroquímica del bofedal de Piticocha - Sector III -RPNYC																																																							
<b>PROCEDENCIA</b>	: Bofedal Piticocha III - Tanta																																																							
<b>RESPONSABLE ANALISIS</b>	: Ing. Nore Arévalo Flores																																																							
<b>FECHA DE ANALISIS</b>	: La Molina, 09 de marzo de 2018																																																							
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 30%;"><b>Nº LABORATORIO</b></td> <td style="width: 30%;"></td> <td style="width: 40%; text-align: center;">8641</td> </tr> <tr> <td><b>Nº DE CAMPO</b></td> <td></td> <td style="text-align: center;">Pit 3 - 11</td> </tr> <tr> <td><b>CE</b>      dS/m</td> <td></td> <td style="text-align: center;">0.29</td> </tr> <tr> <td><b>pH</b></td> <td></td> <td style="text-align: center;">6.83</td> </tr> <tr> <td><b>Calcio</b>    meq/l</td> <td></td> <td style="text-align: center;">2.45</td> </tr> <tr> <td><b>Magnesio</b> meq/l</td> <td></td> <td style="text-align: center;">0.33</td> </tr> <tr> <td><b>Sodio</b>     meq/l</td> <td></td> <td style="text-align: center;">0.14</td> </tr> <tr> <td><b>Potasio</b>    meq/l</td> <td></td> <td style="text-align: center;">0.01</td> </tr> <tr> <td colspan="2" style="text-align: center;"><b>SUMA DE CATIONES</b></td> <td style="text-align: center;"><b>2.93</b></td> </tr> <tr> <td><b>Cloruro</b>    meq/l</td> <td></td> <td style="text-align: center;">0.22</td> </tr> <tr> <td><b>Sulfato</b>    meq/l</td> <td></td> <td style="text-align: center;">0.07</td> </tr> <tr> <td><b>Bicarbonato</b> meq/l</td> <td></td> <td style="text-align: center;">2.59</td> </tr> <tr> <td><b>Nitratos</b>    meq/l</td> <td></td> <td style="text-align: center;">0.02</td> </tr> <tr> <td><b>Carbonatos</b> meq/l</td> <td></td> <td style="text-align: center;">0.00</td> </tr> <tr> <td colspan="2" style="text-align: center;"><b>SUMA DE ANIONES</b></td> <td style="text-align: center;"><b>2.90</b></td> </tr> <tr> <td><b>SAR</b></td> <td></td> <td style="text-align: center;">0.12</td> </tr> <tr> <td colspan="2"><b>CLASIFICACION</b></td> <td style="text-align: center;"><b>C2-S1</b></td> </tr> <tr> <td><b>Boro</b>        ppm</td> <td></td> <td style="text-align: center;">0.50</td> </tr> </table>			<b>Nº LABORATORIO</b>		8641	<b>Nº DE CAMPO</b>		Pit 3 - 11	<b>CE</b> dS/m		0.29	<b>pH</b>		6.83	<b>Calcio</b> meq/l		2.45	<b>Magnesio</b> meq/l		0.33	<b>Sodio</b> meq/l		0.14	<b>Potasio</b> meq/l		0.01	<b>SUMA DE CATIONES</b>		<b>2.93</b>	<b>Cloruro</b> meq/l		0.22	<b>Sulfato</b> meq/l		0.07	<b>Bicarbonato</b> meq/l		2.59	<b>Nitratos</b> meq/l		0.02	<b>Carbonatos</b> meq/l		0.00	<b>SUMA DE ANIONES</b>		<b>2.90</b>	<b>SAR</b>		0.12	<b>CLASIFICACION</b>		<b>C2-S1</b>	<b>Boro</b> ppm		0.50
<b>Nº LABORATORIO</b>		8641																																																						
<b>Nº DE CAMPO</b>		Pit 3 - 11																																																						
<b>CE</b> dS/m		0.29																																																						
<b>pH</b>		6.83																																																						
<b>Calcio</b> meq/l		2.45																																																						
<b>Magnesio</b> meq/l		0.33																																																						
<b>Sodio</b> meq/l		0.14																																																						
<b>Potasio</b> meq/l		0.01																																																						
<b>SUMA DE CATIONES</b>		<b>2.93</b>																																																						
<b>Cloruro</b> meq/l		0.22																																																						
<b>Sulfato</b> meq/l		0.07																																																						
<b>Bicarbonato</b> meq/l		2.59																																																						
<b>Nitratos</b> meq/l		0.02																																																						
<b>Carbonatos</b> meq/l		0.00																																																						
<b>SUMA DE ANIONES</b>		<b>2.90</b>																																																						
<b>SAR</b>		0.12																																																						
<b>CLASIFICACION</b>		<b>C2-S1</b>																																																						
<b>Boro</b> ppm		0.50																																																						
LABORATORIO DE ANALISIS DE AGUA Y SUELO  Ing. Msc. Teresa Velásquez Bejarano JEFE DE LABORATORIO																																																								

5.9. Análisis de agua de la estación de monitoreo (PIT 3 – 12)



**UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA LA MOLINA**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA AGRÍCOLA**  
 DEPARTAMENTO DE RECURSOS HÍDRICOS DRH  
**LABORATORIO DE AGUA, SUELO, MEDIO AMBIENTE Y FERTIRRIEGO**  
Av. La Molina s/n. Telefax: 0117800 · Anexo 226 Lima. E-mail: las-fac@unalm.edu.pe



**Nº 008642**

### ANÁLISIS DE AGUA - RUTINA

**SOLICITANTE** : PATRONATO DE LA RESERVA PAISAJÍSTICA NOR YAUJOS COCHAS  
**PROYECTO** : Caracterización Hidroquímica del bofedal de Piticocha - Sector III - RPNVFC  
**PROCEDENCIA** : Bofedal Piticocha III - Tanta  
**RESPONSABLE ANÁLISIS** : Ing. Nore Arévalo Flores  
**FECHA DE ANÁLISIS** : La Molina, 09 de marzo de 2018

<b>N° LABORATORIO</b>		8642
<b>N° DE CAMPO</b>		PH 3 - 12
CE dS/m		0.29
pH		6.95
Calcio meq/l		2.50
Magnesio meq/l		0.33
Sodio meq/l		0.06
Potasio meq/l		0.01
<b>SUMA DE CATIONES</b>		<b>2.90</b>
Cloruro meq/l		0.19
Sulfato meq/l		0.03
Bicarbonato meq/l		2.65
Nitratos meq/l		0.03
Carbonatos meq/l		0.00
<b>SUMA DE ANIONES</b>		<b>2.89</b>
SAR		0.05
<b>CLASIFICACION</b>		<b>C2-S1</b>
Boro ppm		0.46

LABORATORIO DE ANÁLISIS DE AGUA Y SUELO



Ing. Msc. Teresa Velásquez Bejarano  
JEFE DE LABORATORIO



5.10. Análisis de agua de la estación de monitoreo (PIT 3 – 13)



**UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA LA MOLINA**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA AGRÍCOLA**  
 DEPARTAMENTO DE RECURSOS HÍDRICOS DRH  
**LABORATORIO DE AGUA, SUELO, MEDIO AMBIENTE Y FERTIRRIEGO**  
Av. La Molina s/n. Telefax: 6147800 Anexo 226 Lima. E-mail: las-fia@lamolina.edu.pe



**Nº 088643**

### ANALISIS DE AGUA - RUTINA

**SOLICITANTE** : PATRONATO DE LA RESERVA PAISAJISTICA NOR YAUYOS COCHAS  
**PROYECTO** : Caracterización Hidroquímica del bofedal de Piticocha - Sector III -RPNYC  
**PROCEDENCIA** : Bofedal Piticocha III - Tanta  
**RESPONSABLE ANALISIS** : Ing. Nore Arévalo Flores  
**FECHA DE ANALISIS** : La Molina, 09 de marzo de 2018

Nº LABORATORIO	8643
Nº DE CAMPO	PIT 3 - 13
CE dS/m	
pH	8.91
Calcio meq/l	1.95
Magnesio meq/l	0.32
Sodio meq/l	0.04
Potasio meq/l	0.02
SUMA DE CATIONES	2.32
Cloruro meq/l	0.22
Sulfato meq/l	0.04
Bicarbonato meq/l	1.98
Nitratos meq/l	0.00
Carbonatos meq/l	0.00
SUMA DE ANIONES	2.24
SAR	0.03
CLASIFICACION	C1-S1
Boro ppm	0.47

LABORATORIO DE ANALISIS DE AGUA Y SUELO



Ing. Msc. Teresa Velásquez Bejarano  
JEFE DE LABORATORIO



## Apéndice 6

### Cadena de custodia



**UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA LA MOLINA**  
**FACULTAD DE INGENIERIA AGRICOLA**  
 Departamento de Recursos Hídricos  
**LABORATORIO DE AGUA, SUELO, MEDIO AMBIENTE Y FERTIRRIEGO**  
 Av. La Molina s/n Telefax: 6147800 Anexo: 226 Lima, E-mail: las-lia@tamolina.edu.pe



**SOLICITUD PARA ANALISIS DE AGUA - FINES AGRICULTURA**    N° SGC - \_\_\_\_\_ - 2018

LAB N°: .....

FECHA DE SOLICITUD: ..... FECHA DE ACEPTACION: .....

NOMBRE ó RAZON SOCIAL: .....

DIRECCION: .....

RUC: ..... TELEFONO: ..... E-mail: .....

SOLICITANTE: .....

MUESTRA DE: ..... N° DE MUESTRAS: .....

PROYECTO: .....

PROCEDENCIA: .....

PROFUNDIDAD: .....

PRESENTACION: .....

Si es un solo proyecto anotar si son varios llenar la hoja al reverso o anexas su lista

CANT. DE MUESTRA (ml): ..... CANT. DE MUESTRA DIRIMIENTE (ml): .....

PRECINTO: ..... PERIODO DE CUSTODIA ..... GUARDAR ..... DESCARTAR .....

REFERENCIA: .....

N°	ANALISIS	PARAMETRO	CANT	P x M	TOTAL
1	COMPLETO DE RUTINA	Aniones, Cationes, pH, C.E., Boro		60.00	
2	MICRO ELEMENTOS	-Hierro -Cobre -Zinc -Manganeso		25.00 (c/u)	
3	ELEMENTOS PESADOS	-Plomo -Cadmio -Cromo		35.00 (c/u)	
4	NITRATOS			35.00	
5	OTROS	-Dureza -Alcalinidad -Sólidos en Suspensión -Turbidez		35.00 35.00 35.00 35.00	
				<b>PRECIO TOTAL</b>	

OTROS: .....

**MJLAGROS NJNA CORDOVA**

\_\_\_\_\_  
 SOLICITANTE N° DNI  
 NOMBRE:

\_\_\_\_\_  
 RECEPCIONADO POR