



**UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO**

## **FACULTAD DE INGENIERÍA**

### **ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AMBIENTAL**

Determinación de la cobertura vegetal de los bofedales mediante el índice de vegetación de diferencia normalizada en la Subcuenca Pachacoto, Cátac – Áncash, 2018

### **TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERA AMBIENTAL**

**AUTORA:**

**ARTEAGA PÉREZ, MARÍA PAZ**

**ASESOR:**

**DR. JAVE NAKAYO, JORGE LEONARDO**

**LÍNEA DE INVESTIGACIÓN**

**Calidad y Gestión de los Recursos Naturales**

**LIMA – PERÚ**

**2018**

# PÁGINAS PRELIMINARES

## PÁGINA DEL JURADO

### MIEMBROS DEL JURADO



ACTA DE APROBACIÓN DE LA TESIS

Código : F07-PP-PR-02.02  
Versión : 09  
Fecha : 23-03-2018  
Página : 1 de 1

El Jurado encargado de evaluar la tesis presentada por don  
(a) María Paz Artega Pérez

cuyo título es: Determinación de la cobertura vegetal de los  
bosques mediante el Índice de vegetación de diferencia  
normalizada en la Sibuenca Pachacoto, Catac - Arequipa

Reunido en la fecha, escuchó la sustentación y la resolución de preguntas por  
el estudiante, otorgándole el calificativo de: 17 (número)  
DIECISIETE (letras).

Los Olivos 07 de dic del 2018

.....  
PRESIDENTE

Dr. Elmer Gonzales Benites Alfaro

.....  
SECRETARIO

Mg. Haydee Suarez Alvites

.....  
VOCAL

Dr. Jorge Leonardo Jave Nakayo



Elaboró	Dirección de Investigación	Revisó	Representante de la Dirección / Vicerrectorado de Investigación y Calidad	Aprobó	Rectorado
---------	----------------------------	--------	---	--------	-----------

## **DEDICATORIA**

A mi madre por todo lo que me ha enseñado, quien me inspiró a seguir la carrera que me apasiona, por su paciencia y dedicación hacia mí, sus valores y principios hicieron que logre este gran paso en mi vida como profesional.

## **AGRADECIMIENTO**

Al Dr. Juan Julio Ordoñez Gálvez por brindarme su tiempo en cada consulta realizada, y por confiar en mí para seguir el camino como profesional.

A mi asesor el Dr. Jorge Leonardo Jave Nakayo por su apoyo y guía en la realización de la tesis.

Al Instituto Nacional de Investigación en Glaciares y Ecosistemas de Montaña, mediante la Dirección de Investigación en Ecosistemas de Montaña (DIEM), por confiar en el trabajo realizado, en especial al Ingeniero David Ocaña Vidal a la Ingeniera Ana Marlene Rosario Guerrero y el Ingeniero Helder Mallqui Meza por brindarme su valioso tiempo y dedicación en el desarrollo de mi tesis.

## DECLARACIÓN DE AUTENTICIDAD

Yo, María Paz Arteaga Pérez, identificado con D.N.I N° 76456864, a efecto de cumplir con las disposiciones establecidas y vigentes consideradas en el Reglamento de Grados y Títulos de la Universidad César Vallejo, de la Facultad de Ingeniería, Escuela Profesional de Ingeniería Ambiental, declaro bajo juramento que toda la documentación presentada es veraz y autentica.

En tal sentido asumo la responsabilidad que corresponda ante cualquier falsedad, ocultamiento u omisión tanto de los documentos como de información aportada por lo cual me someto a lo dispuesto en las normas académicas de la Universidad César Vallejo.



---

María Paz Arteaga Pérez  
D.N.I N° 76456864

Lima, 07 de Diciembre del 2018

## **PRESENTACIÓN**

Señores Miembros del Jurado

En cumplimiento del Reglamento de Grados y Títulos de la Universidad César Vallejo presento ante ustedes la tesis titulada “Determinación de la cobertura vegetal de los bofedales mediante el Índice de Vegetación de Diferencia Normalizada en la Subcuenca Pachacoto, Cátac, Áncash”, la misma que someto a su disposición para ser revisada y que espero cumpla con los requisitos de aprobación para obtener el Título Profesional de Ingeniera Ambiental.

Arteaga Pérez, María Paz.

## ÍNDICE GENERAL

Pág.

<b>PÁGINAS PRELIMINARES</b> .....	<b>i</b>
<b>PÁGINA DEL JURADO</b> .....	<b>i</b>
<b>DEDICATORIA</b> .....	<b>ii</b>
<b>AGRADECIMIENTO</b> .....	<b>iii</b>
<b>DECLARACIÓN DE AUTENTICIDAD</b> .....	<b>iv</b>
<b>PRESENTACIÓN</b> .....	<b>v</b>
<b>RESUMEN</b> .....	<b>1</b>
<b>ABSTRACT</b> .....	<b>2</b>
<b>I. INTRODUCCIÓN</b> .....	<b>3</b>
<b>1.1. Realidad Problemática</b> .....	<b>4</b>
<b>1.2. Trabajos Previos</b> .....	<b>5</b>
<b>1.3. Teorías relacionadas al Tema</b> .....	<b>11</b>
<b>1.3.1. Cambio Climático</b> .....	<b>11</b>
<b>1.3.2. Bofedales</b> .....	<b>12</b>
<b>1.3.2.1. Características de un bofedal</b> .....	<b>12</b>
<b>1.3.2.2. Manejo y Conservación de bofedales</b> .....	<b>12</b>
<b>1.3.2.3. Problemas Asociados a los bofedales</b> .....	<b>13</b>
<b>1.3.3. Humedales</b> .....	<b>13</b>
<b>1.3.4. Ecosistemas Frágiles</b> .....	<b>14</b>
<b>1.3.5. Conservación</b> .....	<b>14</b>
<b>1.3.6. Balance Hídrico</b> .....	<b>14</b>
<b>1.3.7. Cuenca Hidrográfica</b> .....	<b>15</b>
<b>1.3.7.1. Subcuenca</b> .....	<b>15</b>
<b>1.3.8. Caudal Ecológico</b> .....	<b>15</b>
<b>1.3.9. Índice de Vegetación de Diferencia Normalizada (NDVI)</b> .....	<b>15</b>

1.4.	Marco Conceptual .....	16
1.4.1.	Precipitación .....	16
1.4.2.	Temperatura .....	16
1.4.3.	Imágenes Satelitales .....	16
1.4.4.	Evapotranspiración.....	17
1.4.5.	Conductividad del Agua .....	17
1.4.6.	pH.....	17
1.4.7.	Demanda Bioquímica del Oxígeno.....	17
1.4.8.	Oxígeno Disuelto.....	18
1.4.9.	Textura del Suelo .....	18
1.5.	Formulación del Problema. ....	18
1.5.1.	Problema General .....	18
1.5.2.	Problemas Específicos .....	18
1.6.	Justificación .....	19
1.6.1.	Justificación Práctica .....	19
1.6.2.	Justificación Teórica .....	20
1.7.	Hipótesis.....	20
1.7.1.	Hipótesis General .....	20
1.7.2.	Hipótesis Específicas .....	20
1.8.	Objetivos.....	21
1.8.1.	Objetivo General .....	21
1.8.2.	Objetivos Específicos.....	21
II.	MÉTODO .....	22
2.1.	Diseño de Investigación .....	22
2.1.1.	Tipo de Estudio .....	22
2.1.2.	Nivel de Estudio .....	22

2.2.	Variables y Operacionalización.....	22
2.3.	Población y Muestra. ....	24
2.3.1.	Población.....	24
2.3.2.	Muestra .....	24
2.3.3.	Tipo de Muestreo.....	24
2.3.4.	Unidad de Análisis .....	25
2.4.	Técnicas e Instrumentos de Recolección de Datos, Validez y Confiabilidad.....	25
2.4.1.	Técnicas e Instrumentos de Recolección de Datos .....	25
2.4.2.	Validación del Instrumento .....	25
2.4.3.	Confiabilidad del Instrumento.....	26
2.5.	Métodos de Análisis de Datos.....	26
2.5.1.	Duración de las Visitas a Campo .....	27
2.5.2.	Materiales y Equipos utilizados durante las visitas a Campo y el Procesamiento de Imágenes Satelitales en el software ENVI. ....	27
2.5.3.	Procedimiento para determinar la Variación de la Precipitación.....	28
2.5.4.	Procedimiento para determinar la Presencia de Vegetación mediante el Índice de Vegetación de Diferencia Normalizada.....	28
2.5.5.	Procedimiento para el Registro de Especies de Flora en el Área de Estudio.....	31
2.5.6.	Metodología para realizar el Muestreo de Agua.....	31
2.5.7.	Metodología para realizar el Muestreo de Suelo.....	32
2.6.	Aspectos Éticos .....	33
III.	RESULTADOS .....	33
3.1.	Registro de Datos de Precipitación mediante el sensor TRMM 3B43 en la Subcuenca Pachacoto – Cátac - Áncash.....	33
3.2.	Procesamiento de Imágenes Satelitales de los años 2010 y 2018 para la obtención del Índice de Vegetación de Diferencia Normalizada.....	36

3.3. Relación entre el Índice de Vegetación de Diferencia Normalizada y la precipitación en los Años 2010 y 2018 .....	50
3.4. Resultados del Muestreo de Agua en Época Seca .....	58
3.5. Resultados del Muestreo de Suelo en Época Seca .....	66
3.6. Especies Registradas en Campo en Época Seca .....	68
3.7. Resultados del Muestreo de Agua en Época Húmeda .....	70
3.8. Resultado del Muestreo de Suelo en Época Húmeda .....	79
3.9. Especies Registradas en Campo en Época Húmeda .....	81
3.10. Prueba de Hipótesis.....	81
IV. DISCUSIÓN DE RESULTADOS.....	84
V. CONCLUSIONES .....	87
VI. RECOMENDACIONES .....	89
VII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	90
VIII. ANEXOS.....	97
Instrumento N°1 .....	100
Instrumento N°2 .....	102
Instrumento N° 3 .....	103
Instrumento N° 4 .....	105
SOLICITUDES Y FICHAS DE VALIDACIÓN.....	107

## ÍNDICE DE CUADROS

	Pág.
Cuadro N° 1 - Coordenadas de los bofedales de la Subcuenca Pachacoto.....	24
Cuadro N° 2 - Validaciones de Instrumento .....	26
Cuadro N° 3 - Materiales y Equipos de Campo .....	27
Cuadro N° 4 - Nivel de Precipitación Estandarizada en el Año 2010 .....	34
Cuadro N° 5 - Nivel de Precipitación Estandarizada en el Año 2018 .....	35
Cuadro N° 6 - Lista de las Escenas utilizadas de las Imágenes Satelitales .....	37
Cuadro N° 7 - Índice de vegetación de diferencia normalizada para el año 2010.....	50
Cuadro N° 8 - Índice de vegetación de diferencia normalizada para el año 2018.....	52
Cuadro N° 9 - Área identificada por cada bofedal .....	57
Cuadro N° 10 - Muestreo de Agua en la Entrada del Bofedal PM <sub>1</sub> – Ref. Dv. Pastoruri .....	58
Cuadro N° 11 - Muestreo de Agua en la Salida del Bofedal PM <sub>2</sub> – Ref. Dv. Pastoruri .....	59
Cuadro N° 12 - Muestreo de Agua en la Entrada del Bofedal PM <sub>1</sub> – Ref. Puyas .....	60
Cuadro N° 13 - Muestreo de Agua en la Salida del Bofedal PM <sub>2</sub> – Ref. Puyas .....	61
Cuadro N° 14 - Muestreo de Agua en la Entrada del Bofedal PM <sub>1</sub> – Ref. Sector Carpa .....	63
Cuadro N° 15 - Muestreo de Agua en la Salida del Bofedal PM <sub>2</sub> – Ref. Sector Carpa .....	64
Cuadro N° 16 - Análisis de Demanda Bioquímica de Oxígeno .....	65
Cuadro N° 17 - Resultados de Clase Textural del Suelo de Bofedales.....	66
Cuadro N° 18 - Resultados de los Parámetros Analizados de Suelo de Bofedales .....	66
Cuadro N° 19 - Registro de Especies de Flora en el Bofedal PM <sub>1</sub> – Pastoruri .....	68
Cuadro N° 20 - Registro de Especies de Flora en el Bofedal PM <sub>2</sub> – Puyas .....	69
Cuadro N° 21 - Registro de Especies de Flora en el Bofedal PM <sub>3</sub> – Sector Carpa.....	69
Cuadro N° 22 - Muestreo de Agua en la Entrada del Bofedal PM <sub>1</sub> – Ref. Dv. Pastoruri .....	70
Cuadro N° 23 - Muestreo de Agua en la Salida del Bofedal PM <sub>2</sub> – Ref. Dv. Pastoruri .....	71
Cuadro N° 24 - Muestreo de Agua en la Entrada del Bofedal PM <sub>1</sub> – Ref. Puyas .....	73
Cuadro N° 25 - Muestreo de Agua en la Salida del Bofedal PM <sub>2</sub> – Ref. Puyas .....	74
Cuadro N° 26 - Muestreo de Agua en la Entrada del Bofedal PM <sub>1</sub> – Ref.....	76
Cuadro N° 27 - Muestreo de Agua en la Salida del Bofedal PM <sub>2</sub> – Ref. Sector Carpa .....	77
Cuadro N° 28 - Análisis de Demanda Bioquímica de Oxígeno .....	78
Cuadro N° 29 - Resultado de la Clase Textural de Suelo de Bofedales.....	79
Cuadro N° 30 - Resultados de los Parámetros Analizados de Suelo de Bofedales .....	79
Cuadro N° 31 - Prueba de Normalidad.....	82
Cuadro N° 32 - Correlaciones entre el índice de vegetación de diferencia normalizada y la precipitación .....	83
Cuadro N° 33 - Tipo de Cobertura de la Subcuenca Pachacoto.....	98

## ÍNDICE DE GRÁFICOS

	Pág.
Gráfico N° 1 - Tendencia de la Precipitación en la zona de la Subcuenca Pachacoto en el Año 2010 .....	34
Gráfico N° 2 - Tendencia de la Precipitación en la zona de la Subcuenca Pachacoto en el Año 2018 .....	36
Gráfico N° 3 - Relación entre el NDVI y la Precipitación Estandarizada en el Año 2010 .....	51
Gráfico N° 4 - Relación entre el NDVI y la Precipitación Estandarizada en el Año 2018 .....	53
Gráfico N° 5 - Comportamiento de los Parámetros de Agua del Bofedal PM <sub>1</sub> y PM <sub>2</sub> – Ref. Dv. Pastoruri en Campo .....	60
Gráfico N° 6 - Comportamiento de los Parámetros de Agua del Bofedal PM <sub>1</sub> y PM <sub>2</sub> – Ref. Puyas en Campo .....	62
Gráfico N° 7 - Comportamiento de los Parámetros de Agua del Bofedal PM <sub>1</sub> y PM <sub>2</sub> – Ref. Sector Carpa en Campo .....	65
Gráfico N° 8 - Resultado del Muestreo de Suelo .....	67
Gráfico N° 9 - Comportamiento de los Parámetros de Agua del Bofedal PM <sub>1</sub> y PM <sub>2</sub> – Ref. Dv. Pastoruri en Campo .....	72
Gráfico N° 10 - Comportamiento de los Parámetros de Agua del bofedal PM <sub>1</sub> y PM <sub>2</sub> – Ref. Puyas en Campo .....	75
Gráfico N° 11 - Comportamiento de los Parámetros de Agua del bofedal PM <sub>1</sub> y PM <sub>2</sub> – Ref. Sector Carpa en Campo .....	78
Gráfico N° 12 - Resultado del Muestreo de Suelo .....	80

## ÍNDICE DE FIGURAS

	Pág.
Figura N° 1 - Esquema del proceso de Desarrollo de la Investigación .....	30
Figura N° 2 - Muestreo Simple en Suelos.....	32
Figura N° 3 - Mapa de NDVI del Mes de Febrero del Año 2010.....	38
Figura N° 4 - Mapa de NDVI del Mes de Abril del Año 2010.....	39
Figura N° 5 - Mapa de NDVI del Mes de Mayo del Año 2010.....	40
Figura N° 6 - Mapa de NDVI del Mes de Junio del Año 2010.....	41
Figura N° 7 - Mapa de NDVI del Mes de Agosto del Año 2010.....	42
Figura N° 8 - Mapa de NDVI del Mes de Octubre del Año 2010 .....	43
Figura N° 9 - Mapa de NDVI del Mes de Diciembre del Año 2010.....	44
Figura N° 10 - Mapa de NDVI del Mes de Enero del Año 2018.....	45
Figura N° 11 - Mapa de NDVI del Mes de Marzo del Año 2018.....	46
Figura N° 12 - Mapa de NDVI del Mes de Junio del Año 2018.....	47
Figura N° 13 - Mapa de NDVI del Mes de Agosto del Año 2018.....	48
Figura N° 14 - Mapa de NDVI del Mes de Setiembre del Año 2018.....	49
Figura N° 15 - Imagen Landsat 5 del 28 de Abril del 2010 en combinación de bandas 4, 3, 2 de la Subcuenca Pachacoto .....	54
Figura N° 16 - Imagen Landsat 5 del 18 de Agosto del 2010 en combinación de bandas 4, 3, 2 de la Subcuenca Pachacoto .....	55
Figura N° 17 - Imagen Landsat 8 del 28 de Enero del 2018 en combinación de bandas 5, 4, 3 de la Subcuenca Pachacoto .....	56
Figura N° 18 - Imagen Landsat 8 del 24 de Agosto del 2018 en combinación de bandas 5, 4, 3 de la Subcuenca Pachacoto .....	57

## ÍNDICE DE ANEXOS

	Pág.
Anexo N° 1 - MAPA DE UBICACIÓN DE LA SUBCUENCA PACHACOTO.....	97
Anexo N° 2 - MAPA DE COBERTURA DE LA SUBCUENCA PACHACOTO .....	98
Anexo N° 3 - MAPA DE LOS PUNTOS DE MUESTREO DE AGUA EN LOS BOFEDALES DE LA SUBCUENCA PACHACOTO .....	99
Anexo N° 4 – MATRIZ DE CONSISTENCIA.....	116
Anexo N° 5 - Equipos Utilizados .....	117
Anexo N° 6 - Especies encontradas en el bofedal PM <sub>1</sub> - Dv. Pastoruri.....	118
Anexo N° 7 - Especies encontradas el bofedal PM <sub>2</sub> - Ref. Puyas.....	120
Anexo N° 8 - Especies encontradas en el bofedal PM <sub>3</sub> – Referencia Sector Carpa .....	121
Anexo N° 9 - Toma de muestra de Agua en la entrada del bofedal PM <sub>1</sub> – Referencia Dv. Pastoruri .....	123
Anexo N° 10 - Toma de Muestra en la salida del bofedal PM <sub>2</sub> - Referencia Dv. Pastoruri....	124
Anexo N° 11 - Toma de muestra de agua en la entrada del bofedal PM <sub>1</sub> - Puyas .....	125
Anexo N° 12 - Toma de muestra de agua en la salida del bofedal PM <sub>2</sub> - Puyas.....	126
Anexo N° 13 - Toma de muestra de agua en la entrada del bofedal PM <sub>1</sub> - Sector Carpa .....	128
Anexo N° 14 - Toma de muestra de agua en la salida del bofedal PM <sub>2</sub> - Sector Carpa.....	129
Anexo N° 15 - Toma de muestra de suelo en el bofedal PM <sub>1</sub> – Dv. Pastoruri .....	130
Anexo N° 16 - Toma de muestra de suelo en el bofedal PM <sub>2</sub> – Referencia Puyas.....	130
Anexo N° 17 - Toma de muestra de suelo en el bofedal PM <sub>3</sub> – Sector Carpa .....	131
Anexo N° 18 - Informe de Análisis de Suelo .....	132
Anexo N° 19 - Informe de Ensayo de Demanda Bioquímica de Oxígeno .....	133
Anexo N° 20 - Llenado de la Cadena de Custodia para Monitoreo de Agua .....	134
Anexo N° 21 - Informe de Ensayo de Demanda Bioquímica de Oxígeno .....	135
Anexo N° 22 – Informe de Análisis de Suelo .....	141
Anexo N° 23 - Tabla de Interpretación de Caracterización de Suelo .....	142
Anexo N° 24 - Formulario de Autorización para la Publicación Electrónica de la Tesis.....	143
Anexo N° 25 - Verificación del porcentaje de similitud mediante el Programa Turnitin .....	144
Anexo N° 26 - Acta de Originalidad de la Tesis .....	145
Anexo N° 27 - Autorización de Publicación de la Tesis .....	146
Anexo N° 28 - Autorización de la Versión Final del Trabajo de Investigación.....	147

## RESUMEN

La investigación se realizó en la Subcuenca Pachacoto, ubicada en el Distrito de Cátac en el Departamento de Áncash, la unidad de análisis fueron 3 bofedales dentro de la Subcuenca, en los cuales se realizó un monitoreo de la calidad de agua en cada punto de entrada y salida de cada bofedal PM<sub>1</sub> y PM<sub>2</sub> - Ref. Dv. Pastoruri, el bofedal PM<sub>1</sub> y PM<sub>2</sub> – Ref. Puyas y el bofedal PM<sub>1</sub> y PM<sub>2</sub> – Ref. Sector Carpa y suelo en dos épocas del año 2018 (Húmeda y Seca), que fueron consideradas en la investigación, con la finalidad de conocer el comportamiento de parámetros (DBO, pH, oxígeno disuelto, temperatura, conductividad eléctrica, sólidos totales disueltos) y (pH, conductividad eléctrica, humedad gravimétrica, % de materia orgánica y textura) en suelos. Asimismo se realizó el registro de especies en los 3 puntos de cada bofedal con la finalidad identificar las especies de flora existentes.

Para establecer una época seca y húmeda en el año 2010 y 2018, se utilizó datos de precipitación del sensor TRMM 3B43 y los datos meteorológicos de la Estación Meteorológica Pachacoto respectivamente. De acuerdo a los niveles de precipitación de cada año, se estableció cada época por año.

Mediante el software ENVI se procesaron imágenes satelitales de acuerdo a los meses en los que se observan mayor y menor nivel de precipitación en los años 2010 y 2018.

Obteniendo como resultado el índice de vegetación de diferencia normalizada (NDVI) de los años 2010 y 2018, un valor máximo de 0.6 y mínimo de – 0.019.

En la investigación realizada se puede considerar un bofedal a partir de un valor de NDVI de 0.2032, de acuerdo a los mapas realizados en la investigación.

**Palabras claves:** TRMM 3B43, NDVI, bofedales, especies, parámetros fisicoquímicos del agua, suelo.

## ABSTRACT

The investigation was carried out in the Pachacoto sub-basin, located in the Cátac District in the department of Áncash, the analysis unit was 3 bofedales within the Sub basin, in which water quality monitoring was carried out at each point of entrance and exit of each wetlands PM<sub>1</sub> and PM<sub>2</sub> - Ref. Dv. Pastoruri, the wetland PM<sub>1</sub> and PM<sub>2</sub> - Ref. Puyas and the wetlands PM<sub>1</sub> and PM<sub>2</sub> - Ref. Sector Carpa and soil in two seasons of the year 2018 (Humid and Dry), which were considered in this investigation, with the purpose of knowing the behavior of parameters (BOD, pH, dissolved oxygen, temperature, electrical conductivity, total dissolved solids) and (pH, conductivity electrical, gravimetric humidity, % of organic matter and texture) in soils. Likewise the registration of species in the 3 points of every wetlands was carried out in order to identify the species of flora existing.

To establish a dry and wet season in 2010 and 2018, data from status of the TRMM 3B43 sensor and the weather data of the Station meteorological Pachacoto respectively. According to the condition levels every year.

Using the ENVI software, satellite images were processed according to the months of 2010 and 2018.

Obtaining as a result the standardized difference vegetation index (NDVI) of the years 2010 and 2018, a maximum value of 0.6 and a minimum of -0.019.

In the research carried out, a bofedal can be considered from a value of NDVI of 0.2032, according to the maps made in the investigation.

**Keywords:** TRMM 3B43, NDVI, wetlands, species, physicochemical parameters of water, soil.

## I. INTRODUCCIÓN

La variación del clima es un factor importante que influye en los bofedales (humedales altoandinos, qochas) comúnmente conocidos, puesto que son considerados como ecosistemas frágiles ante los cambios estacionales (época de estiaje y húmeda), sin embargo es esencial recalcar las funciones que cumplen como retención de agua y fuente de alimentación de vacunos y ovinos.

De acuerdo al mapa de humedales presentado por el Ministerio del Ambiente el año 2010, los bofedales representan el 0.4%, con un área 509,381 ha a nivel nacional, dentro de la Subcuenca Pachacoto los bofedales tienen un área de 295.297136 ha que representa el 5.97% dentro de la Subcuenca.

La investigación se enfocó en determinar la cobertura vegetal de los bofedales mediante el índice de vegetación de diferencia normalizada, fueron considerados 3 bofedales, en los cuales también se realizó la medición de la calidad de agua y suelo en cada punto de entrada y salida del bofedal, así como el registro de especies.

La finalidad de la investigación fue determinar la vegetación de los bofedales mediante el Índice de Vegetación de Diferencia Normalizada, en la Subcuenca Pachacoto en el Distrito de Cátac, para establecer una línea base para futuras investigaciones, teniendo en cuenta el aprovechamiento sostenible de los pastos silvestres, como fuentes naturales de agua y regulador del ecosistema de montaña.

## 1.1. Realidad Problemática

En el año 2018, en el Perú se aprobó la Ley Marco de Cambio Climático, el cual permitirá tomar acciones de mitigación y adaptación ante la variación climática, ya que con el transcurso de los años, la población andina percibe con mayor intensidad y frecuencia, eventos naturales como sequías, heladas, inundaciones, siendo más vulnerables en el proceso de adaptación, también a consecuencia de los cambios en la temperatura y precipitación son afectados los cultivos, pastizales, ganados y la salud de la población.

Es importante mencionar que los ecosistemas de montaña son frágiles, ante la variabilidad climática por lo que se requiere la creación e implementación planes de conservación y protección a nivel nacional.

A nivel regional en los últimos años, la desglaciación es un problema más frecuente, en el transcurso de los años se visualizan los cambios en la Cordillera Blanca, producto de la variación en la temperatura, que es la causa principal de mayor porcentaje de pérdida de masa glaciar, así mismo el cambio climático, ha alterado las condiciones estacionales más marcadas (Invierno – Verano), siendo irregulares dentro del año.

La investigación tiene como unidad de estudio los bofedales de la Subcuenca Pachacoto la cual se encuentra ubicada en el Distrito de Cátac que pertenece a la Provincia de Recuay en el Departamento de Ancash, ubicado a 367 kilómetros de la Ciudad de Lima.

Los bofedales cumplen un rol importante dentro de los ecosistemas de montaña, los cuales brindan servicios ecosistémicos como fuentes naturales de agua y sustento para ganados y ovinos, sin embargo mediante actividades antropogénicas como el sobrepastoreo, la quema de pastizales, degradan y compactan los suelos, evitando el crecimiento de especies de flora nativas; el inadecuado encauzamiento de los cursos a causa de eventos naturales, que ocasionan mal drenaje hacia la superficie del bofedal, como consecuencia de estos problemas la recuperación de la cobertura vegetal tarda por tiempos prolongados.

Por otra parte la población del Distrito de Cátac desconoce la función de los bofedales dentro de su comunidad, como regulador del balance hídrico dentro de la subcuenca Pachacoto en el Departamento de Áncash.

En cuanto a la conservación de los bofedales, el Instituto de Glaciares y Ecosistemas de Montaña ha iniciado un inventario de los bofedales del Distrito de Cátac, con la finalidad de realizar estudios de las condiciones en las que se encuentran estos ecosistemas para establecer un metodología de trabajo y determinar medidas hacia los cambios futuros de estos ecosistemas de montaña.

## **1.2. Trabajos Previos**

REBAUDO, Francois y DANGLES, Olivier (2014), en su artículo de revista proponen métodos físicos y el uso de software para modelar, utilizando el Programa BIOTHAW que permite evaluar los efectos del Cambio Climático en los bofedales, así mismo el uso de otros métodos como los sistemas ecológicos y modelos conceptuales, cuya investigación concluye que los métodos utilizados están orientados hacia la población a su vez evalúan la capacidad de adaptarse al cambio climático.

GARCÍA, Erick y OTTO, Marco (2015), en su artículo de revista realizaron un estudio que consistió en analizar dos épocas del año (estiaje y lluvia) mediante imágenes satelitales para determinar modelos espaciotemporales en relación a las características del comportamiento de la vegetación y de los Humedales Alto Andinos, para ello se utilizó el Índice de Diferencia Normalizada de Vegetación (NDVI), con el cual se delimitó la zona de estudio, teniendo como resultado que el 25% de superficie está representada de Humedales Alto Andinos, teniendo como resultado más relevante es que estadísticamente se demostró que existe una dependencia entre Humedales Alto Andinos perennes de la cuenca con acumulación de nieve en época seca y la extensión de los Humedales Alto Andinos temporales con la lluvia acumulada en época húmeda.

FINN, John y MAZZARINO, Meagan (2016), en el artículo de una revista, realizaron una investigación en la que se calculó el Índice de Vegetación de Diferencia Normalizada en época húmeda desde 1985 hasta 2010, para ello utilizaron el modelo de regresiones múltiple con las variables de precipitación, temperatura e imágenes anuales adquiridas con otro tipo de células, sus resultados indicaron que un 81 % de células vegetales están presente en el bofedal y aproximadamente el 30% de áreas húmedas tiende a decrecer en el NDVI.

MENESES, Rosa *et al.* (2014), en su artículo de investigación plantea un modelo metodológico para obtener resultados de conjuntos vegetales de los bofedales frente al cambio climático, teniendo en cuenta la variación de área y altitud entre los bofedales, mediante 200 cuadrantes de  $1m^2$  que fueron distribuidos en la región, así mismo proponen realizar un conteo de especies de flora, mediciones de cobertura de cada especie de planta y la medición del contenido de materia seca como índice de productividad (LDMC), así mismo los parámetros fisicoquímicos tanto en el sustrato y agua para tener en cuenta el desarrollo de las plantas. Finalmente se realizan comparaciones de los métodos propuestos en este trabajo con otros métodos de otras investigaciones, de acuerdo a ello se determinan ventajas y desventajas.

OCAÑA, Julio (2017), en su tesis de grado, cuyo objetivo planteado fue investigar el conocimiento sobre el componente principal del bofedal mediante la descripción, análisis y evaluación de testimonios y opiniones recogidas de diversas fuentes primarias y secundarias, con la finalidad de formular de un protocolo institucional para los análisis situacionales de los bofedales de las 19 cuencas glaciares. El diseño fue cuantitativo- descriptivo, la población aledaña a los bofedales, fue parte del estudio considerando también los componentes (agua, suelo y vegetación), teniendo resultados cualitativos y cuantitativos los cuales permitieron obtener la situación del bofedal, siendo procesados, analizados y evaluados por el programa virtual "N Vivo" mediante sistemas de interrelaciones, extrapolaciones e interpretaciones a partir de opiniones profesionales expertos.

MALDONADO, Mónica (2010), cuyo objetivo de la tesis fue evaluar la vegetación de los bofedales en cuanto a la composición botánica y diversidad, realizó una evaluación en época seca y húmeda en 3 bofedales del Departamento de Ayacucho y 1 en Huancavelica, para determinar la composición y abundancia botánica se empleó el método de la cobertura repetida, realizando transectas, de las cuales se tomaron los datos de la cobertura en 50 puntos distanciados con diferencia de 100 metros, se calculó los datos mediante el coeficiente de Spearman, en un programa estadístico llamado PAST. Los resultados que obtuvo fueron que las familias de *Poaceae* (28%) y *Asteraceae* (17%), tienen mayor número de especies.

Los cambios en la composición botánica entre época húmeda y seca no resultaron significativas, mediante el cálculo del coeficiente de Spearman, sin embargo especies como *Aciache pulvinata*, *Disticha muscoides*, *Plantago rigida* y *Calamagrostis sp.* tienen mayor cantidad de cobertura repetida.

NAOKI, Kazuya (2014), en su artículo de investigación describe el método de puntos en los cuales establecen líneas de intercepción para cuantificar la disponibilidad y variabilidad de los tipos de vegetación y hábitats abióticos, para diversos tipos de vegetación, teniendo en cuenta la estimación del tamaño de la muestra para la cuantificación de la diversidad de la cobertura en la que se establecieron líneas de intercepción para cada bofedal, realizaron el estudio con 4 bofedales de áreas distintas, se utilizó el software ArcGIS 9.3, se obtuvieron datos de las especies con mayor porcentaje entre ellas cojines de *Distichla spp.*, *Oxychloe andina* y *Phylloscirpus*.

RAMÍREZ, Dámaso (2011), en su tesis realizó dos análisis, el de flora consistió en una colecta botánica exhaustiva en toda la zona de estudio, la etapa de muestreo fue en época seca en el año 2008 y húmeda en el año 2009, utilizando el método estandarizado, que consiste en recolectar de flora desde la orilla de la laguna hacia el centro mediante un gancho y una cuerda, posteriormente fueron depositados en bolsas herméticas y fijados en alcohol al 70%, para su determinación, considerando las coordenadas UTM mediante el GPS (Sistema de Posicionamiento Global) y altitud. El análisis de vegetación se realizó con el método de puntos de intersección el cual consistió en registrar la existencia o escasez de una especie en un punto registrado, basado en la siguiente formula:  $(m_i)$  derivados de un número de puntos

infinitos (M), equivale a la cobertura de ( $X_i$ ) de dicha especie ( $X_i = (m_i / M) * 100$ ). Los resultados obtenidos fueron que 101 especies agrupadas en 68 géneros y 54 familias, la *Magnoliopsida* es el grupo que tiene mayor número de especies (66) con un 55%, un 40% *Liliopsida* con 40 especies. La especie *Lilaeopsis macloviana* ocupa más del 50% de cobertura vegetal de la evaluación cuantitativa de las plantas acuáticas, y en los bofedales la especie predominante con más del 40% es *Distichia filamentosa*, siendo una especie nueva en el Perú así como *Rorippa beckii* (Brassicaceae).

ORTIZ, Nurya (2016), cuya tesis fue desarrollada en el bofedal La Moya de 53 hectáreas aproximadamente, se realizó la evaluación en época húmeda (Febrero, Marzo y Abril) y seca (Mayo, Junio, Julio) en el año 2015, las cuales fueron una vez por mes (de 6 a 7 días), aplicó el método de transectos y cuadrantes aleatorios, teniendo 24 transectos para cada mes de evaluación, ubicados en un punto de inicio y final a lo largo del área del bofedal. Para el caso del método de cuadrantes se realizaron dimensiones de 1m x 1m, distribuidos a lo largo del transecto a cada metro de distancia, en cada cuadrante se contabilizó el número de especies, individuos por cada especie. Los índices de diversidad utilizados fueron el de Simpson y Shannon calculados mediante el software PAST, también se aplicó el software INFOSTAT para realizar la prueba no paramétrica de Mann Whitney.

Finalmente los resultados de riqueza específica registran un total de 44 especies de flora entre ellas *Poaceae* con 17 especies, *Asteraceae* con 6 y *Cyperaceae* con 3 respectivamente, también se estimó un valor máximo de biomasa de 4 894.78 Kg. de biomasa por hectárea en época húmeda (lluvias) en comparación a 857. 23 Kg. de biomasa por hectárea en época seca, por lo que se concluyó que la época en la que se realiza la evaluación influye.

CARO, Claudia *et al.* (2014), en su artículo científico describe los cambios en dos tipos de formaciones vegetales (césped de puna y bofedales), después de extraer la biomasa por la actividad antrópica “champeo” en diferentes tiempos corto y mediano, el área de trabajo tenía una extensión de 1275.9 Km<sup>2</sup> ubicados dentro de la Reserva Nacional de Junín, parte de la metodología fue identificar mediante una imagen satelital TM Landsat, las formaciones vegetales de la zona de estudio y verificó las condiciones en campo realizando 3 parcelas de 100m<sup>2</sup> en césped de

puna y 2 parcelas en el bofedal, para el cual se utilizó el índice de Shannon y Wiener, analizó los datos mediante el software PAST, en las cuales se compararon mensualmente los cambios en la diversidad florística identificando especies como *Ranunculus flagelliformis*, *Carex ecuadorica* y *Werneria pygmaea* presentes en ambas formaciones, teniendo como resultado que el césped de puna desarrolló su vegetación progresivamente, en comparación con el bofedal cuyo proceso de recuperación fue tardío, realizando una evaluación después de 4 años, en el cual el césped de puna logró recuperar la cobertura vegetal y flora en un 100%.

CALVO, Vivian (2016), en su tesis desarrolló un marco conceptual y metodológico para evaluar las condiciones de salud y conservación los bofedales, en cual se utilizaron modelos clásicos para el manejo de pastizales, denominados también modelos de sucesión lineal, se describen cambios destinados hacia equilibrar la vegetación en torno al clima, teniendo en cuenta que los pastizales que no son utilizados para el pastoreo poseen propiedades únicas en cuanto a la composición de flora; otro método es el de estados de transición, se describen los cambios por las cuales la vegetación puede ser transformada en distintos estados, los factores que influyen son el cambio climático y la quema; así como otros dos modelos de Milton, basado en la capacidad de soporte a herbívoros, las que dependen del resultado de cambios en el crecimiento y desarrollo de las plantas; el modelo socioecológico describe la interacción entre el ecosistema y la comunidad integrando las actividades e influencias en el sistema. Concluyendo que la metodología para la evaluación de las condiciones de salud resulta óptima para analizar funciones ecológicas como productividad, biodiversidad, hidrología, y el equilibrio del sistema ecológico.

CASAS, Viviana (2015), en su tesis de grado evaluó la influencia de la variabilidad climática en la productividad de los bofedales, para ello utilizó imágenes satelitales entre los años 1985 y 2013, en el que se analizó el estado de la cobertura vegetal de dos bofedales con características diferentes uno con sobrepastoreo y otro sin pastoreo, así mismo realizó la creación de escenarios climáticos al 2055. Al analizar los estados de vegetación se obtuvo el bofedal “Laguna” tiende a presentar sobrecarga en comparación con el bofedal “Susuría” que mostró una carga mínima. Se demuestra mediante imágenes satelitales que en dichos años hubo

sobrepastoreo, mientras que el bofedal “Laguna” se evidencia disminución de cobertura vegetal. Como resultado de los escenarios climáticos para el 2055, se predice que la temperatura se habría incrementado entre 3.4°C y 3.9°C, así como la disminución de la precipitación, en la que se puede sostener que la variabilidad climática sea un factor influyente que afecta a la disponibilidad de pastizales en los bofedales.

DÍAZ, Paulina *et al.* (2016), en su artículo de revista describe una metodología para clasificar humedales altoandinos en la Reserva de Producción de Fauna Chimborazo, con la finalidad de mejorar la distribución de Vicuñas en la Reserva, para ello utilizó imágenes satelitales Landsat 7 ETM+, teniendo como unidad de análisis 7 bofedales de diferentes áreas dentro de la Reserva que representan el 0.93% (527.87 ha) siendo hábitat principal de vicuñas. La investigación se desarrolló con imágenes satelitales de los años 2001 y 2004, se trabajó con 2 métodos diferentes para cada imagen, de las cuales se obtuvo información de las características y distribución espacial de los bofedales, posteriormente fueron verificadas en campo, por consiguiente se aplicó el Índice de Vegetación de Diferencia Normalizada, mediante el índice se diferenciaron los cuerpos de agua de la vegetación, así como la extensión de los bofedales.

GARCÍA, Jorge *et al.* (2016), en un artículo de revista establecen el diseño de una metodología para identificar y cuantificar la extensión de un bofedal principal dentro de la Cuenca del Río Chillón, como primera etapa realizaron una caracterización fisicoquímica de un bofedal piloto, también utilizaron imágenes de satélite Landsat <sup>TM</sup> en el cual procesaron las imágenes obteniendo como resultados mapas de NDVI, NDWI, NDII, concluyendo que el NDVI que zonificaron a los bofedales fueron 0.436 como valor mínimo, 0.832 como un valor máximo y un valor promedio de 0.602.

ROJAS, Joel (s.f), realizó un informe denominado “Servicio de Elaboración del Inventario de bofedales de la Subcuenca Yanayacu (Áncash) y Vilcanota (Cusco)”, que consistió en estimar la precipitación mediante los datos del TRMM 3B43 (Tropical Rainfall Measuring Mission) entre los años 1998 y 2016, con la finalidad de establecer promedios estacionales durante los meses de cada año, en cuanto a la metodología utilizaron imágenes de satélite como Sentinel, Rapideye y Landsat 8 para el cálculo del NDVI, mediante la técnica de umbrales considerando la

presencia de vegetación a partir del umbral 0.4, de acuerdo a los 4 puntos establecidos los valores de NDVI entre 0.5 y 0.7 ( $P_1$ ) y 0.4 y 0.7 para los puntos 2,3 y 4, del cual se concluye que la vegetación es permanente durante el año, permite clasificar a un bofedal.

En el año 2016, el Instituto Nacional de Investigación en Glaciares y Ecosistemas de Montaña (INAIGEM), mediante la Dirección de Ecosistemas de Montaña realizó un informe sobre el monitoreo de la calidad de agua en 10 puntos de monitoreo en los cuales mediante un mapa de Calidad y Volúmenes de agua, muestran el pH en una escala de ácido a normal, en los códigos de puntos de monitoreo, PACH-AG-01 (Quebrada Yanapampa), PACH-AG-07 (Quebrada Padia) registran un pH es ácido, (PACH-AG-02), (PACH-AG-03), (PACH-AG-04), (PACH-AG-05), (PACH-AG-06), (PACH-AG-08), y (PACH-AG-09), registran un pH normal.

### **1.3. Teorías relacionadas al Tema**

#### **1.3.1. Cambio Climático**

El Cambio Climático está provocando profundas modificaciones en los ecosistemas. Este fenómeno probablemente es la manifestación más evidente, aunque no es la única, del cambio global, el cual se entiende como un conjunto de transformaciones ambientales generadas por actividades antrópicas, sin embargo se presenta con un fenómeno natural, el cual no se puede ignorar el factor humano, ni origen, y a la hora de recibir los impactos, siendo así que este fenómeno representa un reto social de primer orden (Castro, et al., 2009, "Cambio Climático: un reto inminente", pág. 3).

### **1.3.2. Bofedales**

Para la Autoridad Nacional del Agua (2016), los bofedales son “también conocidos como oqonales, palabra que proviene del quechua (oqo) que significa mojado, o también turberas, vegas andinas o cenegales, entre otros, son comunidades de plantas siempre verdes de fisonomía herbácea cespitosa en contraste con otras comunidades, ocupan suelos de mal drenaje permanentemente húmedos y entre las especies representativas destacan especies silvestres como la kunkuna, plantago rígida, champa estrella, conocidos así por nombre común de acuerdo a las zonas donde se desarrollan.

Los bofedales se encuentran a grandes alturas. Por lo general, presentan niveles de agua subterránea altos y escurrimiento superficial permanente. Además de cumplir un papel muy importante para el pastoreo del ganado” (p. 29).

#### **1.3.2.1. Características de un bofedal**

Se caracterizan por ser formaciones vegetales que se desarrollan sobre suelos orgánicos, con una gradiente de humedad estacional o permanente, en las cuales se forman praderas de plantas herbáceas, de manera plana o compactas y densas como cojines (almohadillas), de especies como *Distichia muscoides*, *Plantago rigida*, también se encuentran especies de menor tamaño como *Huperzia crassa*, *Werneria nubigena* (Lorini, 2014, p. 7).

#### **1.3.2.2. Manejo y Conservación de bofedales**

Los bofedales son ecosistemas estratégicos de acuerdo a la Convención Ramsar, ya que son fuente reguladora de agua, cuentan con gran cantidad de especies de flora y fauna endémicas, siendo hábitat de dichas especies, también el servicio de proveer forraje y ser fuente de alimento para ovinos, auquénidos, sin embargo de acuerdo a las épocas dentro del año, la época seca es de mayor duración, ello afecta al

desarrollo de las actividades ganaderas, para un manejo adecuado y promover la conservación de estos ecosistemas es necesario establecer monitoreos de la calidad de agua, la productividad de especies de flora, que permitan la retención de agua, durante los periodos secos, realización de balances hídricos en cada zona integrado por bofedales, que estén regidos mediante normas que prioricen estudios e investigaciones relacionadas a estos ecosistemas (Lorini, 2014, p. 18).

### **1.3.2.3. Problemas Asociados a los bofedales**

Los bofedales son frágiles ante el cambio climático, a consecuencia de variaciones en los elementos meteorológicos principalmente la precipitación y la temperatura, ya que en investigaciones realizadas muestran que existe una relación directa entre el desarrollo de la cubierta vegetal de los bofedales en cuanto al comportamiento a través del tiempo de dichos elementos meteorológicos.

El sobrepastoreo, es una de las actividades antrópicas que excede la capacidad de carga de los bofedales, reteniendo el crecimiento y desarrollo de la vegetación, a consecuencia de ello se genera la erosión de suelos, que afecta a la productividad de los pastos naturales (Lorini, 2014, p. 15 - 18).

### **1.3.3. Humedales**

Los humedales son aquellas zonas cubiertas por agua, siendo este recurso el principal controlador del medio, flora y fauna asociada a él, ellos se forman donde la tierra está cubierta de agua de poca profundidad. Se consideran las extensiones de marismas, pantanos y turberas, o superficies cubiertas de aguas, sean de régimen natural o artificial, permanentes o temporales, estancadas o corrientes, dulces, salobres o saladas, incluidas las extensiones de agua marina cuya profundidad en marea baja no exceda de 6 metros (Convención Ramsar, 2006, pág. 7).

#### **1.3.4. Ecosistemas Frágiles**

“Son ecosistemas importantes, con características y recursos singulares, incluyendo sus condiciones climáticas importantes y su relación con desastres naturales. Son ecosistemas en peligro de que sus poblaciones naturales, su diversidad o sus condiciones de estabilidad decrezcan peligrosamente o desaparezcan debido a factores exógenos. Comprenden, entre otros, desiertos, tierras semiáridas, montañas, pantanos, bofedales, bahías, islas pequeñas, humedales, lagunas alto andinas, lomas costeras, bosques, de neblina y bosques relictos”. (Glosario de Términos – Sitios Contaminados, p. 7).

#### **1.3.5. Conservación**

Es la gestión de la utilización de la biosfera por el ser, de manera tal que sea positiva, considerando la protección, mantenimiento y la sostenibilidad en el aprovechamiento de los recursos vivos, relacionado directamente con las plantas, animales y microorganismos, así como los seres abióticos, asegurando su potencial hacia las generaciones futuras (Glosario de Términos para la Gestión Ambiental Peruana, 2012, p. 59 – 60).

#### **1.3.6. Balance Hídrico**

El estudio del balance hídrico está basado en el principio de la conservación de masas, denominado también ecuación de la continuidad, estableciendo que para cualquier volumen arbitrario, durante cualquier periodo de tiempo, la diferencia entre las entradas y salidas está condicionada al volumen de agua almacenada. La ecuación del balance hídrico para cualquier zona o cuenca natural (río), indica valores relativos de entrada y salida de flujo y la variación de agua almacenada en la zona o masa de agua, comprendidas entre la evapotranspiración y precipitación (Instituto de Hidrología de España y UNESCO, 1981, “Métodos del cálculo del Balance Hídrico”, pág. 18).

### **1.3.7. Cuenca Hidrográfica**

Para la Autoridad Nacional del Agua (ANA) (s.f), una cuenca hidrográfica es "Área delimitada por un límite topográfico bien definido (parte aguas). Es una zona geográfica donde las condiciones hidrológicas son tales que el agua se concentra en un punto en particular a partir del cual la cuenca se drena. Dentro de este límite topográfico, la cuenca presenta un complejo de suelos, geformas, vegetación y uso de la tierra" (párr. 3).

#### **1.3.7.1. Subcuenca**

Para Ordoñez, Julio (2011), una subcuenca es "Un conjunto de microcuencas que drenan a un solo cauce con caudal fluctuante pero permanente" (pág. 9).

### **1.3.8. Caudal Ecológico**

Para el World Wild Fund for Nature (WWF) en español Fondo Mundial para la Naturaleza (2010, p. 1), un caudal ecológico es "un instrumento de gestión que establece la calidad, cantidad y régimen del flujo de agua requerido para mantener los componentes, funciones, procesos y la resiliencia de los ecosistemas acuáticos que proporcionan bienes y servicios a la sociedad".

### **1.3.9. Índice de Vegetación de Diferencia Normalizada (NDVI)**

Para Meneses – Tovar (2011, p.2), el NDVI "mide la relación entre la energía absorbida y emitida por los objetos terrestres, es aplicado a las comunidades de plantas, el índice arroja valores de intensidad del verdor de la zona, y da cuenta de la cantidad de vegetación presente en la superficie y su estado de salud o vigor vegetativo. El NDVI es un índice no dimensional, por lo tanto sus valores van de -1 a +1 [...], los valores que están debajo de 0.1, corresponden a los cuerpos de agua y a la tierra desnuda, mientras que los valores más altos son indicadores de la actividad fotosintética de las zonas de matorral, el bosque templado, la selva y la actividad agrícola".

## **1.4. Marco Conceptual**

### **1.4.1. Precipitación**

Se denomina así a lo que comúnmente se conoce como lluvia, como la caída a la superficie de cualquier tipo de agua meteórica, de forma líquida o sólida, la que es medida en términos de altura (mm), un volumen de 1mm es equivalente a 10m<sup>3</sup> por hectárea. Es producido a partir del proceso de condensación, en el cual el agua pasa de vapor a líquido, denominado proceso de enfriamiento (Lozano-Rivas, 2013 “Construcción de estaciones meteorológicas”, pág. 20).

### **1.4.2. Temperatura**

Se denomina a la cantidad de energía solar retenida por el aire en un momento dado, teniendo en cuenta que la temperatura depende ante todo de la radiación solar, siendo el termómetro un instrumento idóneo para medir la cantidad de energía, se debe realizar la medición a 1.5 metros del suelo, bajo restricciones de la influencia directa del sol. La temperatura es expresada en grados Celsius (°C), Fahrenheit (°F) y Kelvin (°K) (Ordoñez, 2011, “Balance Hídrico Superficial”, pág. 11).

### **1.4.3. Imágenes Satelitales**

Para Pacheco, C. et al. (2014), las imágenes satelitales “constituyen un catalizador para la realización de estudios a grandes escalas geográficas, [...] haciendo posible la elaboración y contrastación de novedosos modelos e hipótesis en varios campos de aplicación entre ellos la ecología, geología, agronomía, hidrología, medicina, climatología, etc.” (pág.2).

#### **1.4.4. Evapotranspiración**

Es la cantidad de agua que retorna a la atmosfera, tanto por transpiración de la vegetación y evaporación del suelo, ya que depende del agua disponible, es decir que lo que realmente el suelo ha logrado retener para el consumo de la vegetación. Para determinar este parámetro se realiza con la evapotranspiración potencial (ETP) mediante el uso de fórmulas como el Thornthwaite y Hargreaves (Gálvez, 2011, “Contribuyendo al desarrollo de una Cultura del Agua y Gestión Integral del Recurso Hídrico”, pág. 24).

#### **1.4.5. Conductividad del Agua**

“Es la medida de la capacidad de una sustancia o material para dejar circular libremente la corriente eléctrica. En el caso del agua, permite determinar el contenido de sales cuya disolución genera iones positivos o negativos capaces de transportar la corriente eléctrica. Las unidades son el siemens por metro en el sistema de medición SI”. (Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental, p. 30).

#### **1.4.6. pH**

Es un valor que representa la acidez o alcalinidad de una solución acuosa. El agua pura tiene un pH de 7, los valores por debajo de 7 son calificados soluciones acidas y sobre 7 son soluciones alcalinas, si en caso es 14 es una solución extremadamente alcalina o corrosiva, así como 1 que es extremadamente ácida (Guía de Riesgos Ambientales – MINAM, 2010, p. 42).

#### **1.4.7. Demanda Bioquímica del Oxígeno**

“Cantidad de oxígeno que requiere una población microbiana heterogénea para oxidar la materia orgánica de una muestra de agua en un periodo de 5 días” (Guía de Evaluación de Riesgos Ambientales – MINAM, 2010, p. 37).

#### **1.4.8. Oxígeno Disuelto**

“Cantidad efectiva de oxígeno gaseoso ( $O_2$ ) en el agua expresada en términos su presencia en el volumen de agua (miligramos de  $O$ , por litro) o de su proporción en el agua saturada (% porcentaje)” (Glosario de Estadísticas del Medio Ambiente de las Naciones Unidas, 2012, p. 635).

#### **1.4.9. Textura del Suelo**

“Es la propiedad física derivada de la composición granulométrica, constituida por arena, limo y arcilla, cuyos diámetros están contempladas en la escala de la Sociedad Internacional de la Ciencia del Suelo” (Glosario de Términos – Sitios Contaminados, s.f. p. 16).

### **1.5. Formulación del Problema.**

#### **1.5.1. Problema General**

- ¿Cuál es la cobertura vegetal de los bofedales mediante el índice de Vegetación de diferencia normalizada en la Subcuenca Pachacoto, Cátac – Ancash?

#### **1.5.2. Problemas Específicos**

- ¿Cuál es la relación entre la precipitación y la cobertura vegetal de los bofedales de la Subcuenca Pachacoto, Cátac - Ancash?
- ¿Cuáles son las especies de flora que existen en los bofedales de la Subcuenca Pachacoto, Cátac - Ancash?

## **1.6. Justificación**

La investigación estuvo orientada en la determinación de la cobertura vegetal, de los bofedales en la Subcuenca Pachacoto en el Distrito de Cátac, esta determinación se realizó mediante el Índice de Vegetación de Diferencia Normalizada, el cual podrá contribuir a la formulación de políticas públicas, puesto que la investigación será un aporte para la creación de un inventario base de cobertura vegetal de la Subcuenca Pachacoto, así mismo a partir de ello se pueden proponer planes de conservación de ecosistemas de montaña, de manera tal que sean áreas protegidas para generar fábricas de agua, teniendo en cuenta los servicios ecosistémicos que ofrece como zona turística, servicio regulador de agua proveniente del deshielo de los glaciares y las precipitaciones en época de estiaje.

En el enfoque ambiental los bofedales de la Subcuenca Pachacoto son reguladores del equilibrio ecosistémico y ecológico del Distrito de Catak, y desde el enfoque económico-social los bofedales y pastizales son fuente de alimentación de ovinos y ganados, generando ingresos para la población.

Por otra parte como impacto negativo es la generación de residuos sólidos, por la presencia del turismo en la zona.

### **1.6.1. Justificación Práctica**

La finalidad de la investigación fue determinar la cobertura vegetal de los bofedales mediante el cálculo de Índice de Vegetación de Diferencia Normalizada, que trabaja con 2 tipos de bandas (5; 4), siendo las reflectancias infrarroja y la banda de color rojo que son sensibles a la vegetación, contenido de agua y clorofila respectivamente, en el software ENVI en el cual procesa imágenes satelitales.

Se realizó la caracterización de los bofedales que fueron materia de estudio, en el cual se analizaron muestras de agua y suelo determinando la calidad y composición de ambos recursos.

La presente investigación estuvo enfocada a determinar la cobertura vegetal que se desarrolla en un bofedal mediante el cálculo del Índice de Vegetación de Diferencia Normalizada, denominados así porque se encuentran en zonas altoandinas sobre los 3500 m.s.n.m. puesto que son los que almacenan y regulan la distribución de agua en las cuencas que se encuentran.

### **1.6.2. Justificación Teórica**

La investigación se realizó por la necesidad de tener más estudios sobre ecosistemas de montaña, puesto que son áreas que se encuentran vulnerables a los cambios en el clima y otros factores tanto antropogénicos y naturales.

## **1.7. Hipótesis.**

### **1.7.1. Hipótesis General**

- El Índice de Vegetación de Diferencia Normalizada permite determinar la cobertura vegetal de los bofedales de la Subcuenca Pachacoto, Cátac – Ancash.

### **1.7.2. Hipótesis Específicas**

- Existe relación entre la precipitación y la cobertura vegetal de los bofedales de la Subcuenca Pachacoto, Cátac – Ancash.
- Existen variedad de especies de flora en los bofedales de la Subcuenca Pachacoto, Cátac – Ancash.

## **1.8. Objetivos**

### **1.8.1. Objetivo General**

- Determinar la Cobertura Vegetal de los bofedales mediante el Índice de Vegetación de Diferencia Normalizada en la Subcuenca Pachacoto, Cátac – Áncash.

### **1.8.2. Objetivos Específicos**

- Relacionar la influencia de la precipitación en la cobertura vegetal de los bofedales de la Subcuenca Pachacoto, Cátac – Áncash.
- Identificar las especies de flora encontradas en los bofedales de la Subcuenca Pachacoto, Cátac – Áncash.

## II. MÉTODO

### 2.1. Diseño de Investigación

El diseño de la investigación es no experimental, ya que no se realizó la manipulación de ninguna variable, en la que se observan los fenómenos tal y como están en el contexto natural, para posteriormente ser analizados (Gómez, 2016 “Metodología de la Investigación Científica”, pág. 92).

#### 2.1.1. Tipo de Estudio

El tipo de estudio es aplicado, debido a que la investigación estuvo enfocada a contribuir a investigaciones científicas en la Subcuenca donde se realiza el estudio.

#### 2.1.2. Nivel de Estudio

El nivel de la investigación fue descriptivo, que constó en la recopilación de información en campo y gabinete para cumplir con los objetivos planteados.

Variable Independiente → Variable Dependiente

### 2.2. Variables y Operacionalización.

La investigación consta de dos variables que se detallan a continuación:

Variable Dependiente: Determinación de la Cobertura Vegetal mediante el Índice de Vegetación de Diferencia Normalizada.

Variable Independiente: Los bofedales de la Subcuenca Pachacoto en el Distrito de Cátac – Ancash.

## MATRIZ DE OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES

VARIABLES	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	DIMENSIONES	INDICADORES	UNIDADES
<b>Dependiente:</b>  <b>Determinación de la Cobertura Vegetal mediante el Índice de Vegetación de Diferencia Normalizada</b>	El NDVI es uno de los varios índices de vegetación de teledetección utilizados para representar características de vegetación en una área (píxel) determinada, cuyo índice tiene un valor único derivado de la relación entre la diferencia en las bandas espectrales que son sensibles a las características espectrales del tejido foliar. En la cual la reflectancia infrarroja es sensible a las células vegetales y contenido de agua, en tanto la reflectancia rojo visible es sensible a la clorofila (Mazzarino, M y Finn, J. 2016).	La determinación de la cobertura vegetal se realizó mediante la obtención de 12 imágenes satelitales de los años 2010 y 2018, en función a la variación de la precipitación representada mediante gráficos, para relacionar la influencia de la precipitación en la vegetación de los bofedales.	<b>Variación de la Precipitación</b>	Precipitación	mm/m <sup>2</sup>
			<b>Índice de Vegetación de Diferencia Normalizada</b>	Cálculo del Índice de Vegetación de Diferencia Normalizada	Valores numéricos
				Imágenes Satelitales	12
			<b>Registro de Especies en la Zona de Estudio</b>	Cantidad de especies encontradas	Número de especies en un radio de 3 metros
Tipo de especies identificadas					
<b>Independiente:</b>  <b>Bofedales de la Subcuenca Pachacoto del Distrito de Cátac</b>	Un bofedal tiene varias denominaciones entre ellas pradera nativa de poca extensión con humedad permanente, se almacenan de aguas provenientes del deshielo de los glaciares y de las filtraciones de agua de cuencas hidrográficas cercanas (Gil, J. s.f).	La caracterización del bofedal se realizó mediante el análisis de parámetros fisicoquímicos, para determinar la calidad de agua y suelo existente en el bofedal, los análisis físicos y químicos de cada dimensión se realizó en campo y laboratorio.	<b>Área de extensión los bofedales de la Subcuenca Pachacoto, Cátac</b>	Área	km <sup>2</sup>
				Ubicación	Coordenadas UTM
			<b>Calidad de Agua</b>	Demanda Bioquímica de Oxígeno	mg O <sub>2</sub> / L
				pH	Ácido < 7 Básico >7
				Temperatura	°C
				Conductividad Eléctrica	μS/cm
				Oxígeno Disuelto	ppm
				Turbidez	NTU
				Sólidos Totales Disueltos	ppm
			<b>Calidad de Suelo</b>	pH	Ácido < 7 Básico >7
				Textura	Arena – Limo – Arcilla
				Contenido de materia orgánica	% m.o
				Humedad	%
Conductividad Eléctrica	μS/cm				

Fuente: Elaboración Propia, 2018

## 2.3. Población y Muestra.

### 2.3.1. Población

La población fue conformada por todos los bofedales que ocupan un área de 1295.297136 ha equivalente al 5.97% del área de la Subcuenca Pachacoto en el Distrito de Cátac, Ancash.

### 2.3.2. Muestra

La muestra fue conformada por 3 bofedales que se encuentran dentro de la Subcuenca Pachacoto en el Distrito de Cátac, cuyas coordenadas y código se muestran en el cuadro N°01.

**Cuadro N° 1 - Coordenadas de los bofedales de la Subcuenca Pachacoto**

Coordenadas UTM		
Código	X	Y
PM <sub>1</sub> – Ref. Dv. Pastoruri	0260722	8904848
PM <sub>2</sub> – Ref. Puyas	0249941	8907676
PM <sub>3</sub> – Ref. Sector Carpa	0245469	8905800

Fuente: Elaboración Propia, 2018

### 2.3.3. Tipo de Muestreo

El muestreo no probabilístico consistió en la selección de las muestras no necesariamente representativas de la población, se limitan en base a la muestra no generalizan los datos, en este tipo de muestreo el investigador es quien decide que muestras elegir.

En el caso de la investigación, el muestreo probabilístico resulta ser de gran valor, ya que se lograron obtener los datos que son de interés para el investigador.

El tipo de muestreo para la investigación fue no probabilístico por conveniencia, puesto que se seleccionaron muestras que poseen las características adecuadas para el cumplimiento de los objetivos específicos (Hernández, y *et al.* 2014, p. 189, 190).

La investigación utilizó el muestreo por conveniencia, por la accesibilidad a los bofedales que son materia de estudio y aportó a la obtención de datos que se requirió en el desarrollo de investigación.

#### **2.3.4. Unidad de Análisis**

La unidad de análisis fue conformada por cada bofedal que se encuentra de la Subcuenca Pachacoto del Distrito de Cátac.

### **2.4. Técnicas e Instrumentos de Recolección de Datos, Validez y Confiabilidad**

#### **2.4.1. Técnicas e Instrumentos de Recolección de Datos**

Observación científica, toma de muestra y registro en los instrumentos (fichas) de campo.

#### **2.4.2. Validación del Instrumento**

La validación se realizó mediante un instrumento que consta de 4 fichas denominados variación de la precipitación en años determinados, presencia de vegetación y el registro de especies (1). Ver Anexo (Instrumento 1 y 2).

Parámetros de medición de la calidad de agua y suelo (2). Ver Anexo (Instrumento 3 y 4), que fueron evaluados mediante criterios establecidos en la ficha de validación la que fue firmada por un docente y/o profesional especialista de acuerdo al tema de investigación.

A continuación se muestra el cuadro N°02 que detalla la validación de los instrumentos por los docentes.

**Cuadro N° 2 - Validaciones de Instrumento**

Apellidos y Nombres de los Expertos	CIP	Promedio del Instrumento (1)	Promedio del Instrumento (2)
<b>Mg. Wilber Quijano Pacheco</b>	90140	90%	90%
<b>Dr. Elmer Benites Alfaro</b>	71998	94.5%	94%
<b>Dr. Julio Ordoñez Gálvez</b>	89972	85%	85%

Fuente: Elaboración Propia

### 2.4.3. Confiabilidad del Instrumento

Los instrumentos utilizados durante el desarrollo de la investigación permitieron recopilar información necesaria, en relación a los parámetros de medición de la calidad de agua y suelo realizando las 3 repeticiones en campo para cada parámetro de agua, así como la obtención de datos de precipitación anual de los años 2010 y 2018 y las imágenes satelitales para cada año.

### 2.5. Métodos de Análisis de Datos

El análisis de los datos se realizó mediante la aplicación de la estadística inferencial y descriptiva que consistió en la obtención de resultados a partir de la muestra, y también permitió tener conclusiones a partir de datos observados en las muestras.

### 2.5.1. Duración de las Visitas a Campo

Las visitas a campo se realizaron en dos épocas del año en los meses de Agosto y Noviembre, con la finalidad de tener resultados que permitan medir la calidad de agua en cuanto a parámetros como la Demanda Bioquímica de Oxígeno, pH, oxígeno disuelto, temperatura, conductividad eléctrica, turbidez y sólidos totales disueltos; para la medición de la calidad de suelo se consideraron parámetros como el pH, contenido de materia orgánica del suelo, conductividad eléctrica y humedad en ambas épocas.

### 2.5.2. Materiales y Equipos utilizados durante las visitas a Campo y el Procesamiento de Imágenes Satelitales en el software ENVI.

**Cuadro N° 3 - Materiales y Equipos de Campo**

Materiales de Campo	Equipos	Material Adicional
Cinta métrica	Sistema de Posicionamiento Global (GPS) – Garmin Monterra	Hojas bond
Frascos de 1 Litro para muestras de Demanda Bioquímica de Oxígeno	Turbidímetro HANNA Modelo HI 98703	Laptop
Bolsas herméticas	Multiparámetro HANNA Modelo HI 9829	Impresora
Registro de Datos	Cooler para trasladar la muestra	

Fuente: Elaboración Propia, 2018

Para el procesamiento de imágenes en el software ENVI, se requirió imágenes satelitales Landsat 5 y 8 para el cálculo del índice de vegetación de diferencia normalizada. Se realizaron en gabinete, teniendo como material principal 12 imágenes satelitales.

### **2.5.3. Procedimiento para determinar la Variación de la Precipitación**

Se determinó la variación de la precipitación mediante el uso del sensor TRMM 3B43 para obtener datos estimados del año 2010 y la Estación Meteorológica Pachacoto para el año 2018, con la finalidad de establecer estacionalidades durante el año. Los valores de precipitación fueron estandarizados mediante el cálculo de la desviación estándar y el promedio anual de cada año.

### **2.5.4. Procedimiento para determinar la Presencia de Vegetación mediante el Índice de Vegetación de Diferencia Normalizada.**

La presencia de vegetación se determinó mediante imágenes satelitales Landsat 5 y 8 en ambas épocas (Húmeda y Seca), con el cálculo del Índice de Diferencia Normalizada, procesados en un software, para ello fue necesario la obtención de 12 imágenes satelitales entre el año 2010 y 2018. Para el cálculo del Índice de Vegetación de Diferencia Normalizada, es necesario conocer la fórmula:

$$NDVI = \frac{NIR - Rojo}{NIR + Rojo} \dots\dots\dots (1)$$

Para imágenes Landsat 8:

NIR: Es la reflectancia infrarroja (Banda 5)

Rojo: Es la banda 4

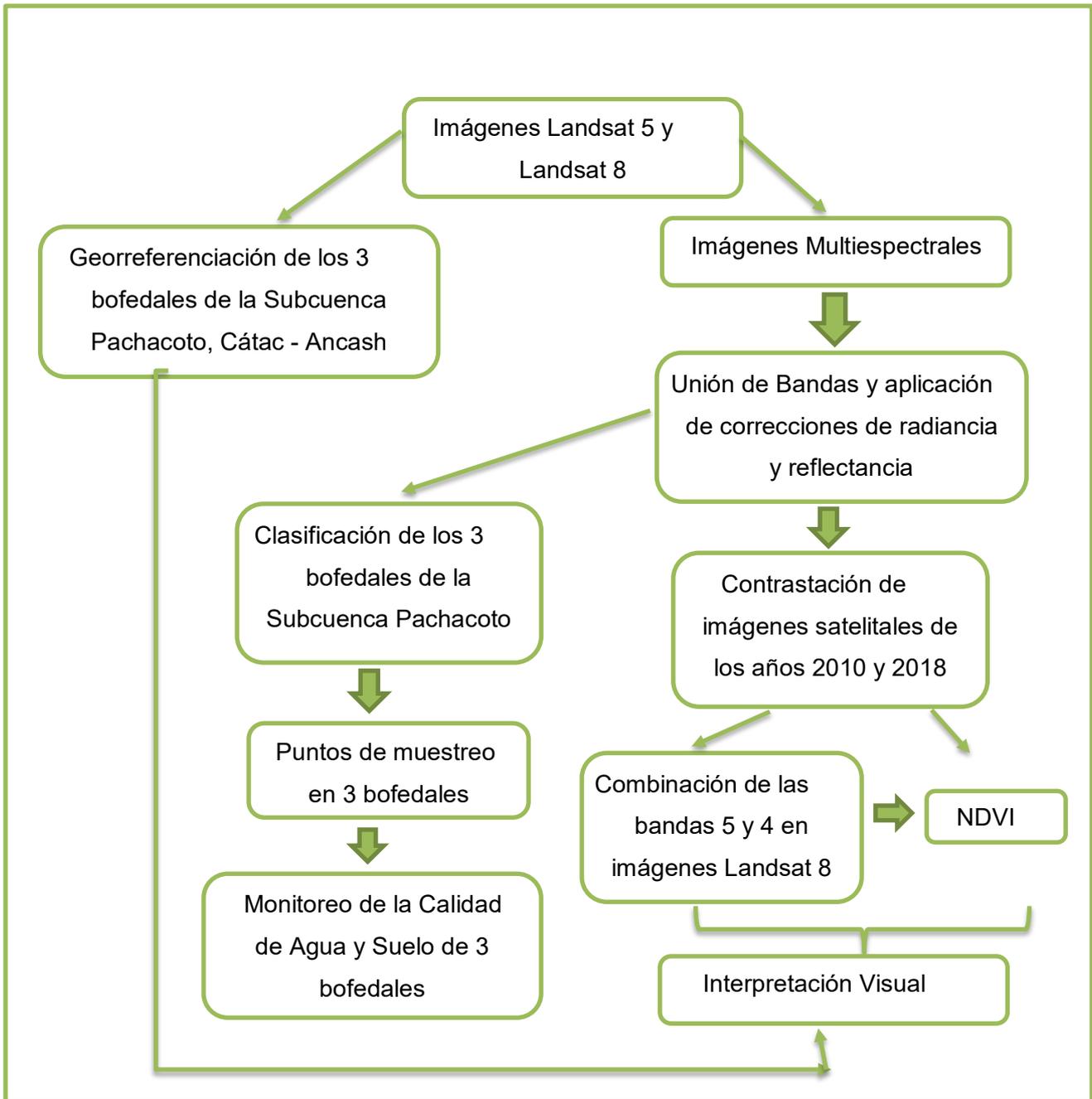
$$\text{NDVI} = \frac{\text{NIR}-\text{Rojo}}{\text{NIR}+\text{Rojo}} \dots\dots\dots (2)$$

Para imágenes Landsat 5:

NIR: Es la reflectancia infrarroja (Banda 4)

Rojo: Es la banda 3

## Descripción del Procedimiento



**Fuente:** Elaboración Propia, 2018

**Figura N° 1** - Esquema del proceso de Desarrollo de la Investigación

### **2.5.5. Procedimiento para el Registro de Especies de Flora en el Área de Estudio**

El registro de especies de flora se realizó mediante una ficha para identificar y cuantificar las especies encontradas en un radio de 3 metros por cada punto de muestreo. Se observó las condiciones de la vegetación en los bofedales en ambas épocas entre ellas el crecimiento y desarrollo de especies de flora.

### **2.5.6. Metodología para realizar el Muestreo de Agua**

El muestreo de Agua se realizó en época seca y húmeda, se consideró parámetros que se miden en campo (pH, oxígeno disuelto, temperatura, conductividad eléctrica y sólidos totales disueltos), los cuales se realizaron en campo el día 24 de Agosto y 09 de Noviembre del año 2018.

El tipo de muestra fue puntual, consistió en la toma de una porción de agua en un determinado punto in situ, en un periodo corto, que representaron las condiciones y características de la composición original del cuerpo de agua, en el lugar, tiempo y estado en el instante de la recolección de muestras.

De acuerdo al “Protocolo Nacional para el Monitoreo de la Calidad de los Recursos Hídricos” (2015), para la medición de parámetros en campo se recolectó la muestra de puntos determinados en la entrada y salida de cada bofedal, realizando las mediciones de parámetros in situ de manera directa en el recurso. En primer lugar se midió el oxígeno disuelto, pH, temperatura, conductividad eléctrica y sólidos totales disueltos mediante el multiparámetro HANNA Modelo HI 9829.

Finalmente se midió la turbidez mediante el turbidímetro HANNA Modelo HI 98703.

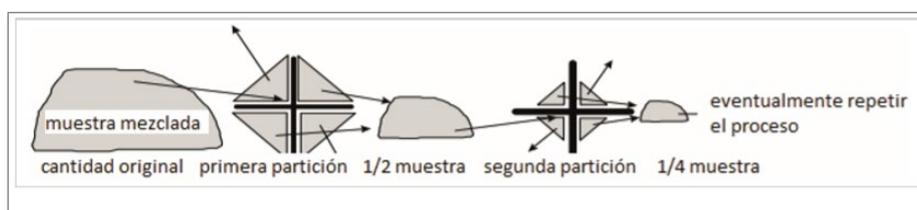
Por otra parte para la toma de muestra de la Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO) se recolectó las muestras in situ, que fueron analizadas en el laboratorio SGS – Lima y el Laboratorio de Calidad Ambiental de la Universidad Nacional Santiago Antúnez de Mayolo (UNASAM) – Huaraz, Áncash.

### 2.5.7. Metodología para realizar el Muestreo de Suelo

Para el muestreo de Suelo en ambas épocas (seca y húmeda), se realizó de acuerdo a la Guía de Muestreo de Suelos, establecido por el Ministerio del Ambiente.

El muestreo consistió en tomar muestras superficiales (aproximadamente de 1 metro de profundidad), es poca la cantidad de suelo que se puede obtener mediante esta técnica, de acuerdo a la imagen N° 01.

Se realizó la recolección de las muestras de suelo en cada punto de muestreo, en cada punto medio de los tres bofedales, los datos obtenidos se registraron en la Ficha de muestreo de Suelo. Ver Anexo (Instrumento 3)



**Fuente:** Guía de Muestreo de Suelos – Ministerio del Ambiente

**Figura N° 2** - Muestreo Simple en Suelos

## **2.6. Aspectos Éticos**

Se considera la Resolución Ministerial en la cual se aprueban los “Lineamientos para la Designación de Sitios Ramsar (o Humedales de Importancia Internacional) en el Perú” mediante Resolución Ministerial N°248 – 2015 – MINAM.

La investigación está destinada a contribuir a las investigaciones en Ecosistemas de Montaña, por lo cual la información proporcionada es veraz.

## **III. RESULTADOS**

Se consideraron 3 bofedales dentro de la Subcuenca Pachacoto – Cátac, se realizó el muestreo en la entrada y salida del bofedal. Asimismo se realizó el muestreo de suelo y registro de especies de flora en cada bofedal.

### **3.1. Registro de Datos de Precipitación mediante el sensor TRMM 3B43 en la Subcuenca Pachacoto – Cátac - Áncash.**

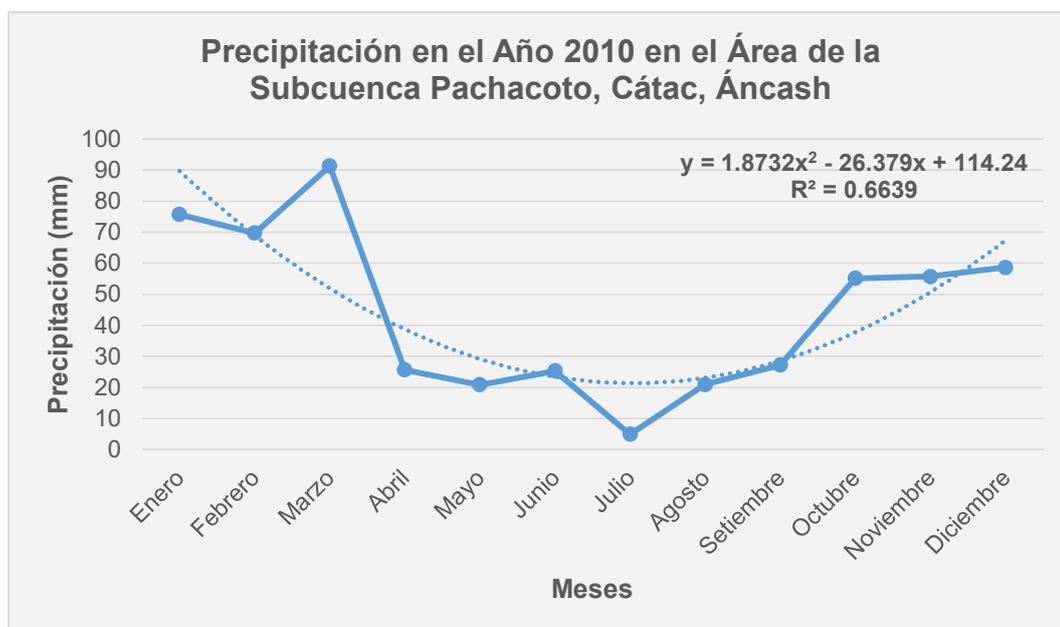
El cuadro N° 4 se observa los datos de precipitación mensual para el año 2010, apreciándose que los mayores aportes se registran durante el periodo comprendido entre Enero y Marzo en el Año 2010, los valores estandarizados negativos se deben a periodos secos.

**Cuadro N° 4 - Nivel de Precipitación Estandarizada en el Año 2010**

Meses	Precipitación	Estandarización de la Precipitación
Enero	75.6781464	1.17
Febrero	69.6987	0.95
Marzo	91.2936554	1.75
Abril	25.6769695	-0.69
Mayo	20.8761311	-0.87
Junio	25.3257599	-0.70
Julio	4.87880468	-1.47
Agosto	20.9406185	-0.87
Setiembre	27.1501865	-0.64
Octubre	55.1051788	0.40
Noviembre	55.693615	0.43
Diciembre	58.6306	0.54

**Fuente:** Elaboración Propia, Datos obtenidos del TRMM 3B43 – GIOVANNI NASA, 2018

En el siguiente gráfico se muestran la tendencia de la precipitación en el año 2010.



**Fuente:** TRMM 3B43 / Pagina Web: GIOVANNI – NASA, 2018

**Gráfico N° 1 - Tendencia de la Precipitación en la zona de la Subcuenca Pachacoto en el Año 2010**

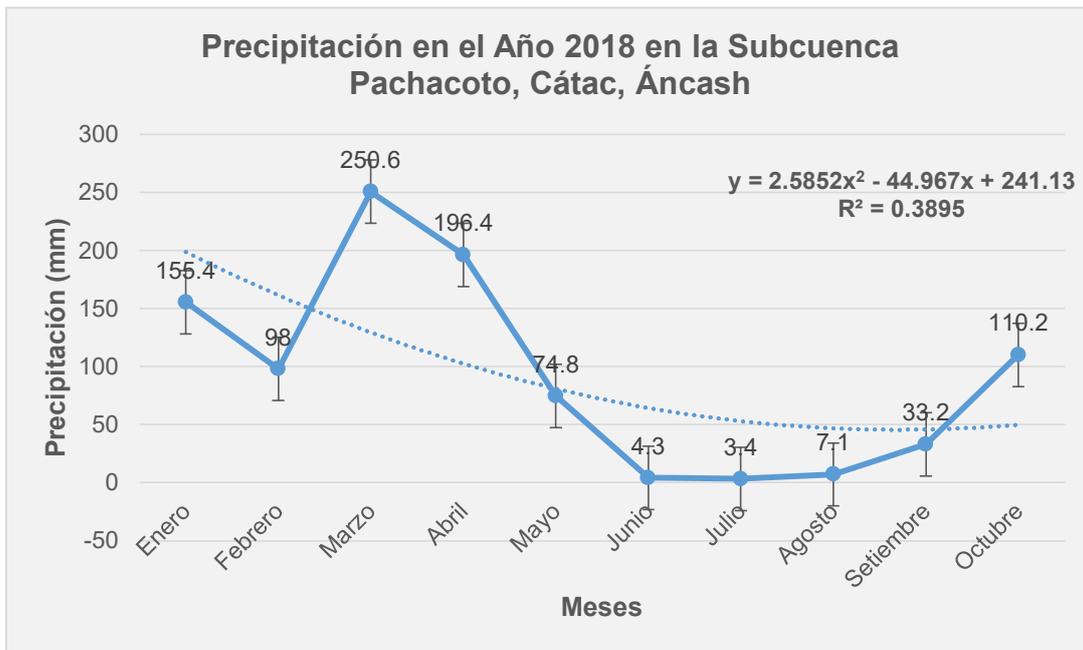
De acuerdo al grafico N°1 el cual muestra la tendencia de la precipitación en el año 2010, en los meses de Enero a Marzo la precipitación alcanza mayores niveles así como los meses de Setiembre a Diciembre que tiende a incrementar la precipitación, por otra parte los meses de Junio a Agosto se visualiza el nivel de precipitación es mínima, en comparación a los meses iniciales del año.

**Cuadro N° 5 - Nivel de Precipitación Estandarizada en el Año 2018**

Meses	Precipitación (mm)	Estandarización de la Precipitación
<b>Enero</b>	155.4	0.72
<b>Febrero</b>	98	0.05
<b>Marzo</b>	250.6	1.82
<b>Abril</b>	196.4	1.20
<b>Mayo</b>	74.8	-0.21
<b>Junio</b>	4.3	-1.03
<b>Julio</b>	3.4	-1.04
<b>Agosto</b>	7.1	-1.00
<b>Setiembre</b>	33.2	-0.70
<b>Octubre</b>	110.2	0.20

**Fuente:** Elaboración Propia – Datos obtenidos de la Estación Meteorológica Pachacoto, 2018

El gráfico N°2 muestra la tendencia de la precipitación en el año 2018.



**Fuente:** Elaboración Propia – Datos obtenidos de la Estación Meteorológica Pachacoto – SENAMHI, 2018

**Gráfico N° 2 - Tendencia de la Precipitación en la zona de la Subcuenca Pachacoto en el Año 2018**

De acuerdo al gráfico N°2 muestra la tendencia de la precipitación en el año 2018, el cual muestra que los meses de Enero y Marzo la precipitación alcanza mayores niveles expresados en milímetros (mm), así como los meses de Junio a Agosto son bajos los niveles de precipitación, puesto que esos meses son considerados época de estiaje.

### **3.2. Procesamiento de Imágenes Satelitales de los años 2010 y 2018 para la obtención del Índice de Vegetación de Diferencia Normalizada.**

Mediante el software ENVI se procesaron imágenes satelitales de acuerdo a los meses en los que se observan mayor y menor nivel de precipitación en los años 2010 y 2018.

En los cuales muestran valores de acuerdo al procesamiento, y al estado de vigorosidad de la vegetación en dichos años.

Para ello se utilizaron imágenes satelitales Landsat 5 y 8, del año 2010 y 2018 respectivamente.

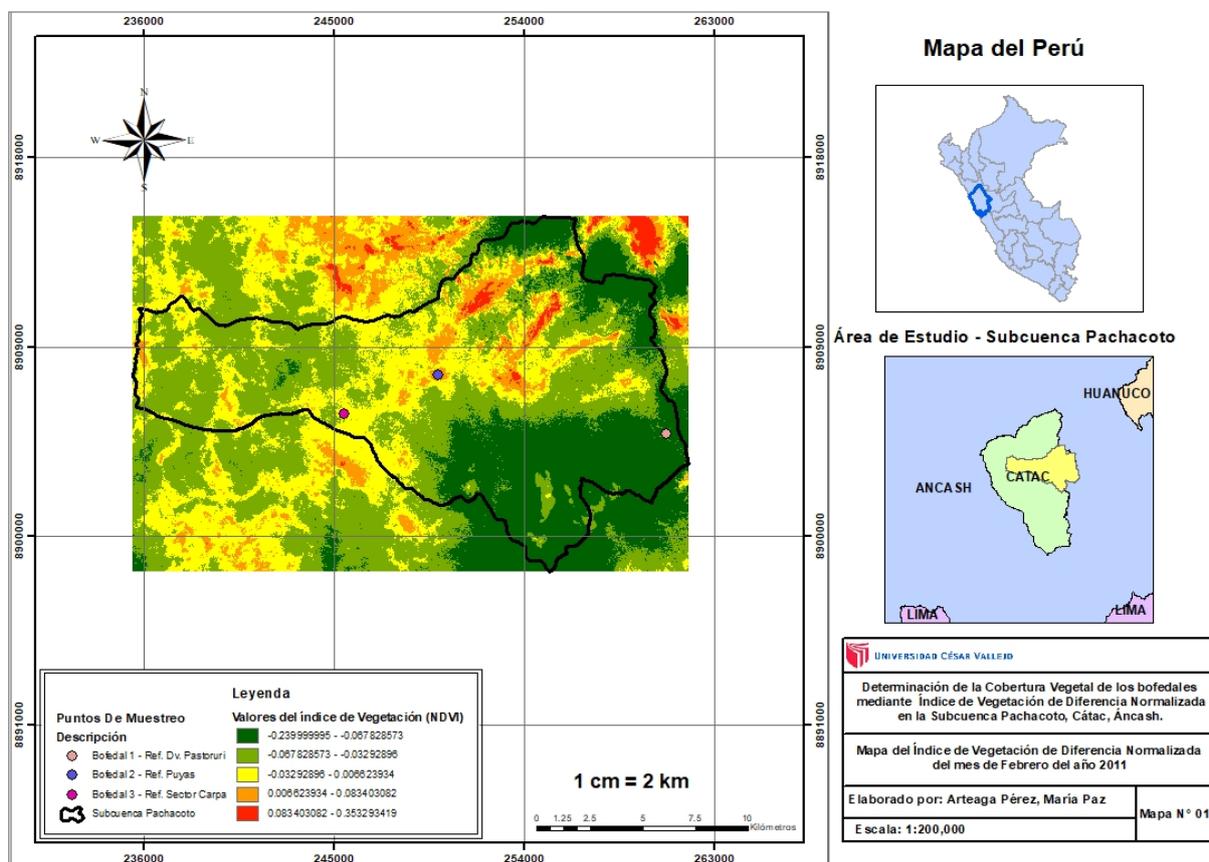
**Cuadro N° 6 - Lista de las Escenas utilizadas de las Imágenes Satelitales**

Sensor	Escenas	Fecha (DD/MM/AA)
Landsat 5	"LT50080672010054CUB00"	2010/02/23
	"LT50080672010118CUB00"	2010/04/28
	"LT50080672010134CUB00"	2010/05/14
	"LT50080672010166CUB00"	2010/06/15
	"LT50080672010230CUB00"	2010/08/18
	"LT50080672010294CUB00"	2010/10/21
	"LT50080672010342CUB00"	2010/12/08
Landsat 8	"LC80080672018028LGN00"	2018/01/28
	"LC80080672018060LGN00"	2018/03/01
	"LC80080672018204LGN00"	2018/07/23
	"LC80080672018236LGN00"	2018/08/24
	"LC80080672018268LGN00"	2018/09/25

**Fuente:** Elaboración Propia, 2018

Para el año 2010, se consideraron los meses de acuerdo al nivel de precipitación, estableciendo así una Época Seca y Húmeda.

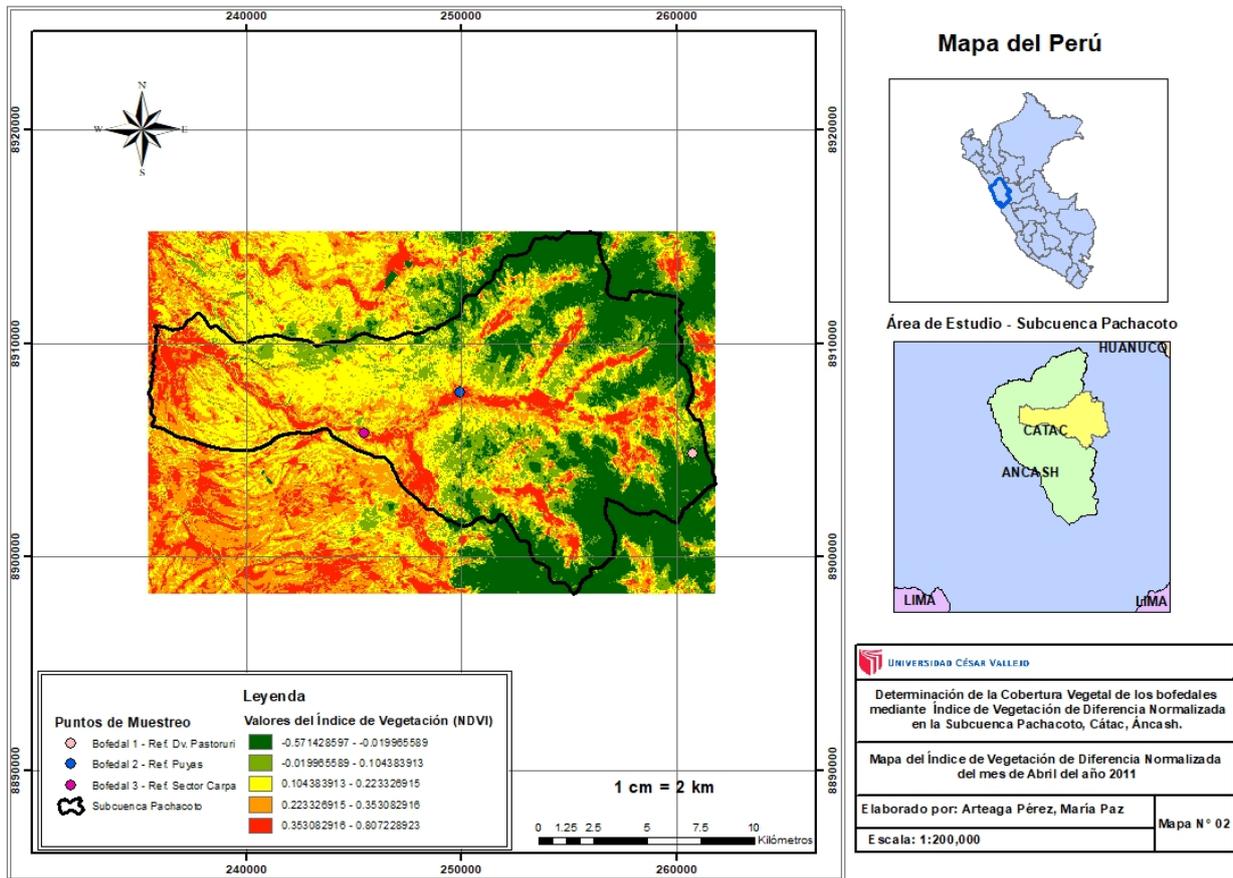
A continuación se muestra los mapas obtenidos en Época Húmeda para el año 2010.



Fuente: Elaboración Propia, 2018

Figura N° 3 - Mapa de NDVI del Mes de Febrero del Año 2010

En el mes de Febrero del año 2010, el Índice de Vegetación para cada punto de 3 bofedales, en el bofedal PM<sub>1</sub> – Ref. Dv. Pastoruri, el índice fluctua entre -0.06 y -0.03, en los bofedales PM<sub>2</sub> – Ref. Puyas y el bofedal PM<sub>3</sub> – Ref. Sector Carpa los valores están entre -0.032 y 0.006, cabe recalcar que los valores negativos se debe a la presencia de nubosidad en los meses de mayor nivel de precipitación.

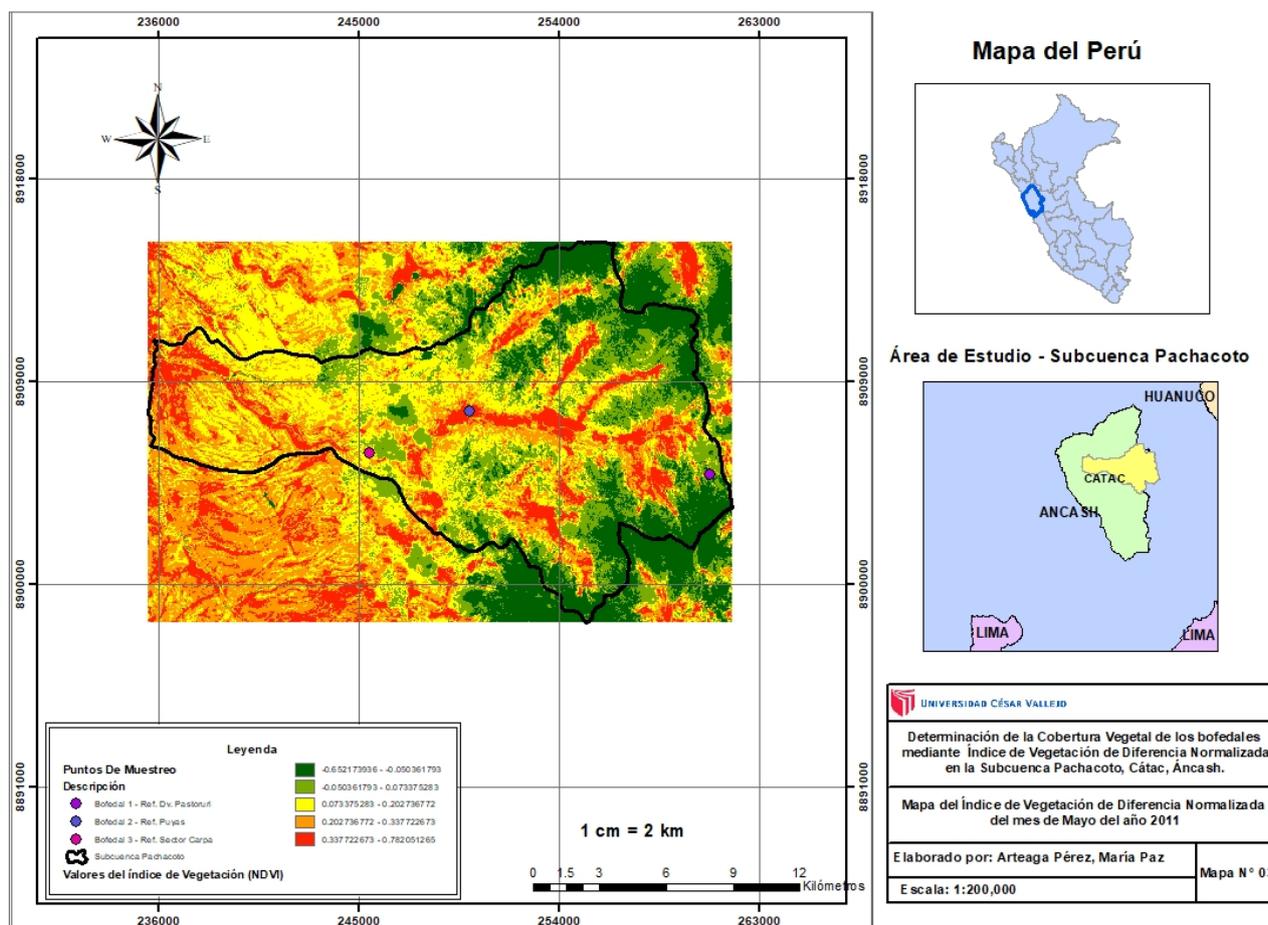


Fuente: Elaboración Propia, 2018

Figura N° 4 - Mapa de NDVI del Mes de Abril del Año 2010

En el mes de Abril del año 2010, para el bofedal PM<sub>1</sub> – Ref. Dv. Pastoruri el valor del Índice de Vegetación fluctua entre -0.019 y 0.104, en el bofedal PM<sub>2</sub> – Ref. Puyas y el bofedal PM<sub>3</sub> – Ref. Sector Carpa el índice de Vegetación fluctua entre 0.353 y 0.807.

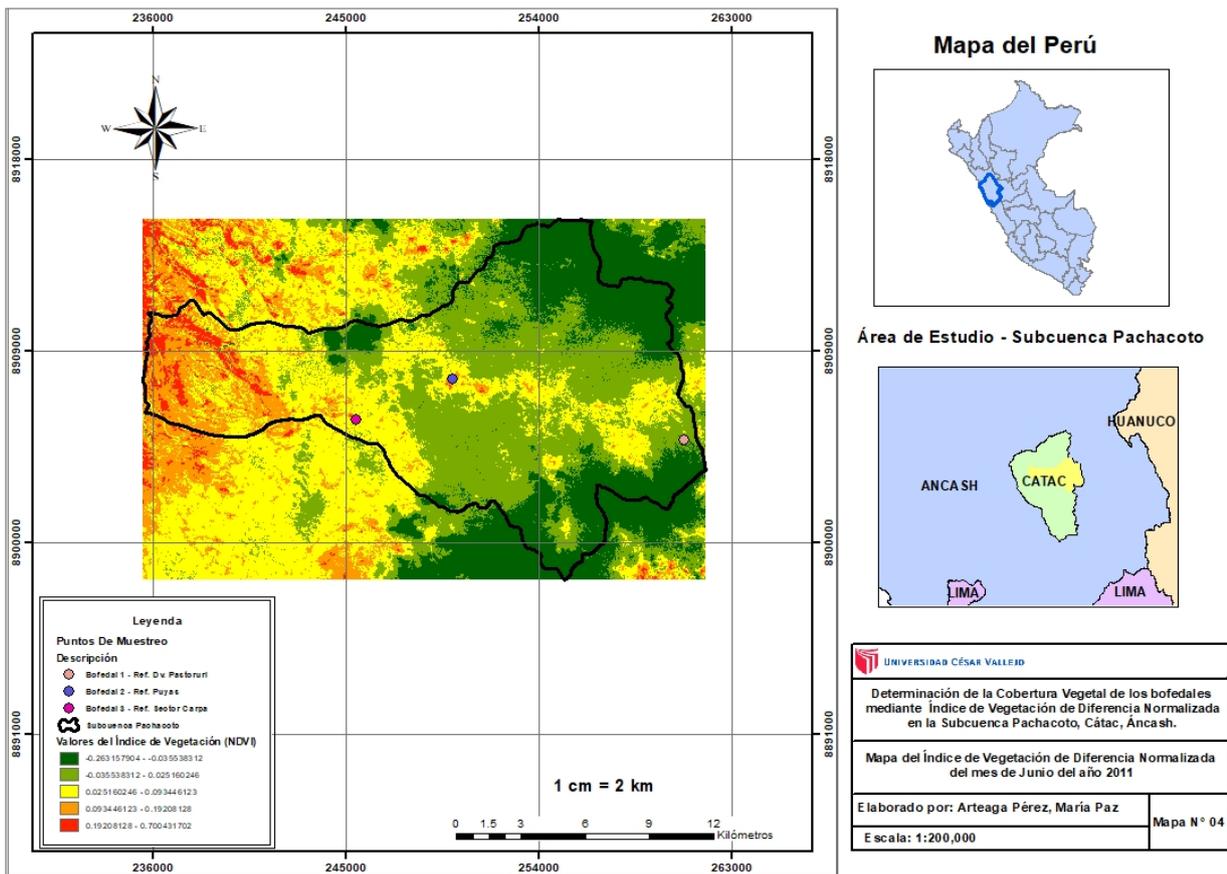
A continuación se muestra los mapas obtenidos en Época Seca para el año 2010.



Fuente: Elaboración Propia, 2018

Figura N° 5 - Mapa de NDVI del Mes de Mayo del Año 2010

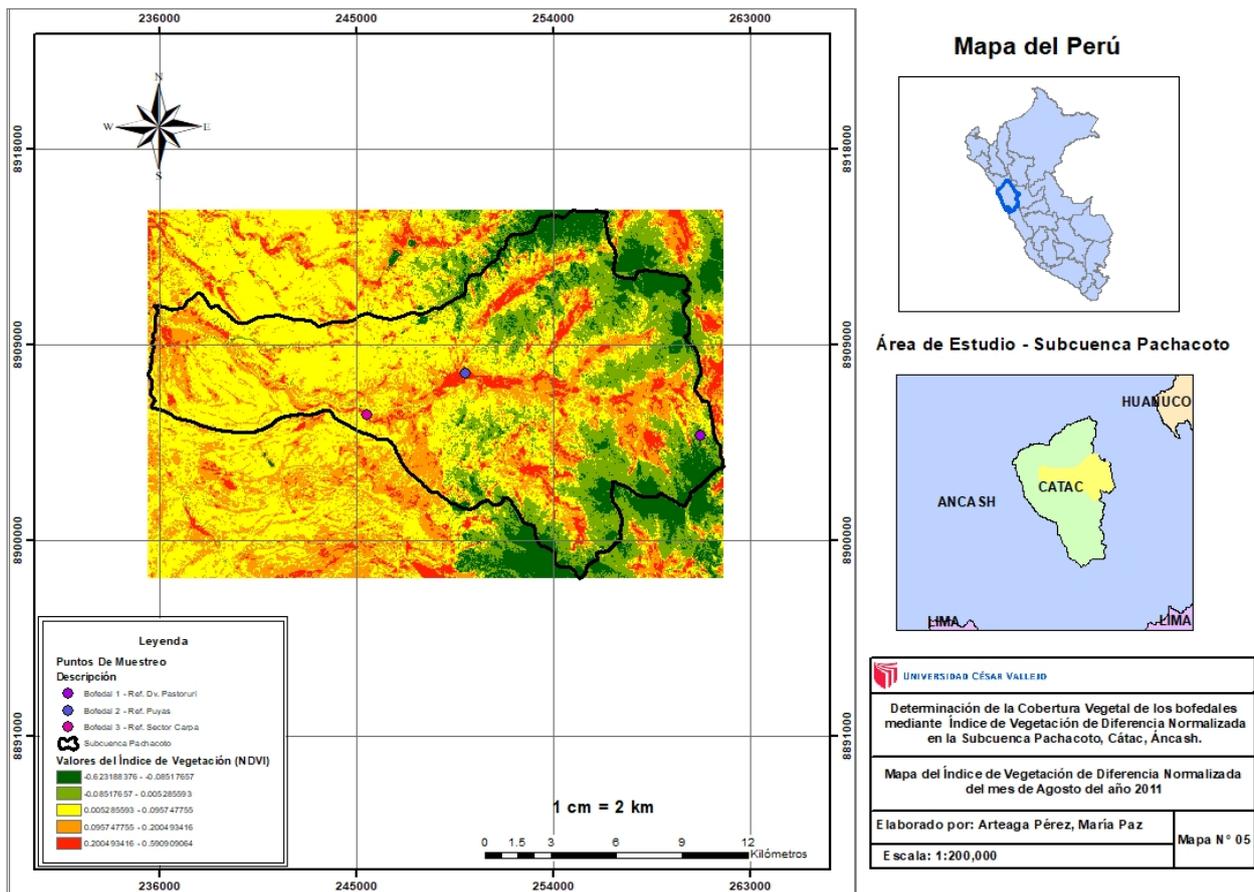
En el mes de Mayo del año 2010, para el bofedal PM<sub>1</sub> – Ref. Dv. Pastoruri y el bofedal PM<sub>2</sub> – Ref. Puyas el índice de Vegetación fluctua entre 0.337 y 0.782 en cuanto al bofedal PM<sub>3</sub> – Ref. Sector Carpa los valores estan entre 0.202 y 0.337 , los que muestran mayor vigorosidad.



Fuente: Elaboración Propia, 2018

Figura N° 6 - Mapa de NDVI del Mes de Junio del Año 2010

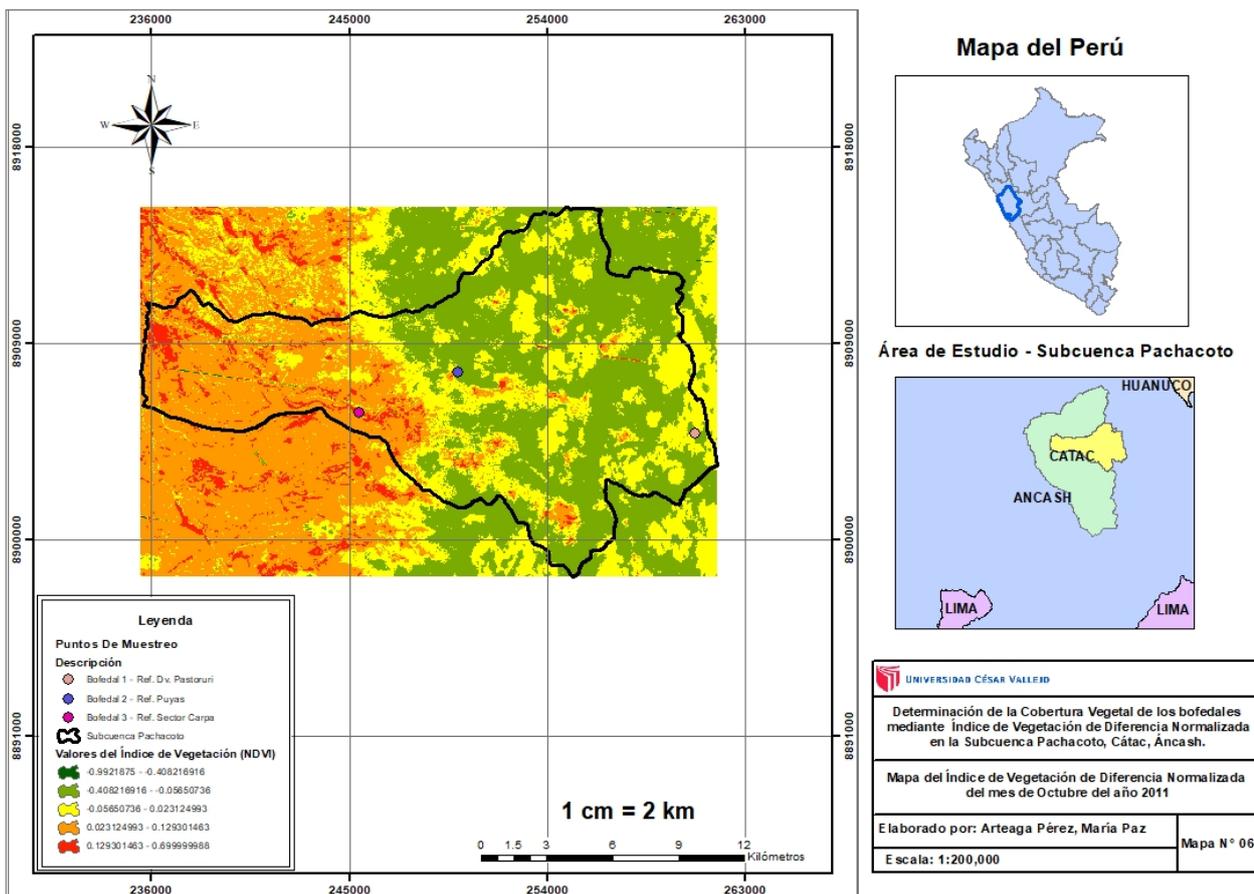
En el mes de Junio del año 2010, para el bofedal  $PM_1$  – Dv. Pastoruri y el bofedal  $PM_2$  – Ref. Puyas el índice de Vegetación se encuentra entre 0.025 y 0.093, en cuanto al bofedal y el bofedal  $PM_3$  – Ref. Sector Carpa los valores se encuentran entre 0.093 y 0.192.



Fuente: Elaboración Propia, 2018

Figura N° 7 - Mapa de NDVI del Mes de Agosto del Año 2010

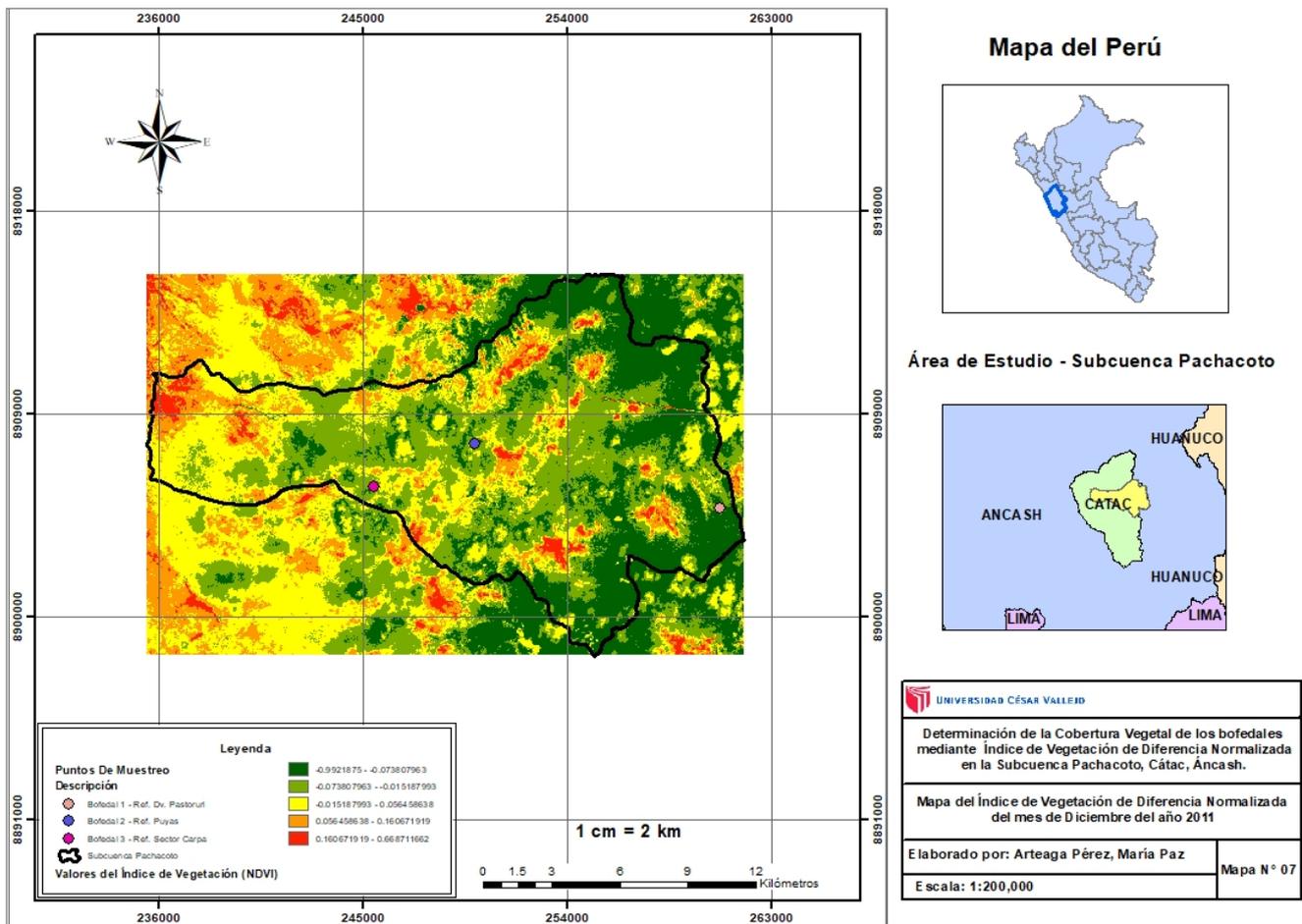
En el mes de Agosto del año 2010, para los 3 bofedales PM<sub>1</sub> – Ref. Dv. Pastoruri, PM<sub>2</sub> – Ref. Puyas, y el bofedal PM<sub>3</sub> – Ref. Sector Carpa los valores se encuentran entre 0.200 y 0.590.



**Fuente:** Elaboración Propia, 2018

**Figura N° 8** - Mapa de NDVI del Mes de Octubre del Año 2010

En el mes de Octubre del año 2010, para el bofedal PM<sub>1</sub> – Ref. Dv. Pastoruri los valores del índice de vegetación fluctúan entre -0.05 y 0.023, el bofedal PM<sub>2</sub> – Ref. Puyas el valor fluctúa entre -0.40 y -0.05, en cuanto al bofedal PM<sub>3</sub> – Ref. Sector Carpa los valores se encuentran entre 0.129 y 0.699, los valores negativos es debido a la presencia de nubosidad en este mes, ya que registra un mayor nivel de precipitación.



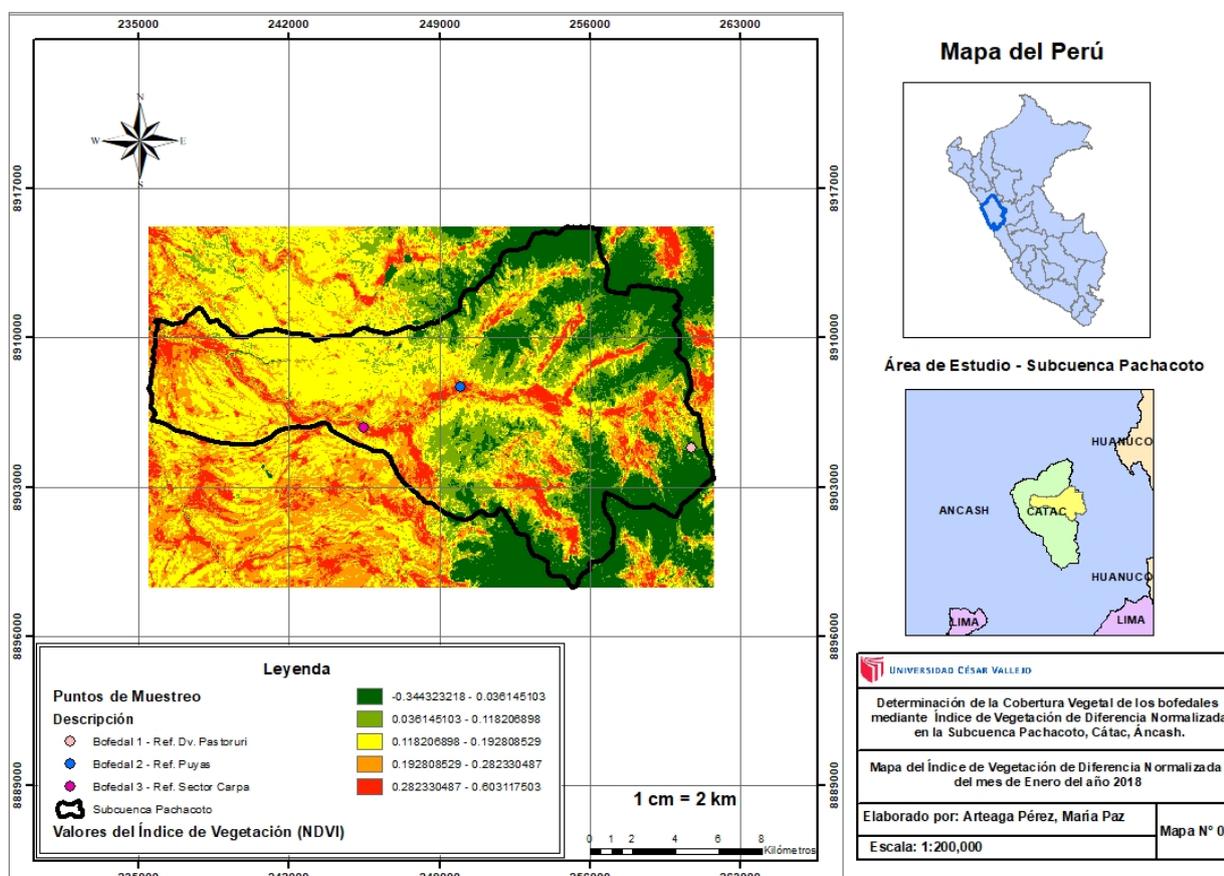
Fuente: Elaboración Propia, 2018

**Figura N° 9** - Mapa de NDVI del Mes de Diciembre del Año 2010

En el mes de Diciembre del año 2010, para los 3 bofedales  $PM_1$  – Ref. Dv. Pastoruri en el bofedal  $PM_2$  – Ref. Puyas y el bofedal  $PM_3$  – Ref. Sector Carpa los valores del Índice de vegetación están entre -0.073 y -0.015, los valores negativos es debido a la presencia de nubosidad en este mes, ya que registra un nivel de precipitación de 58.63mm.

Para el año 2018, se consideraron los meses de acuerdo al nivel de precipitación en las que se estableció una época seca y húmeda.

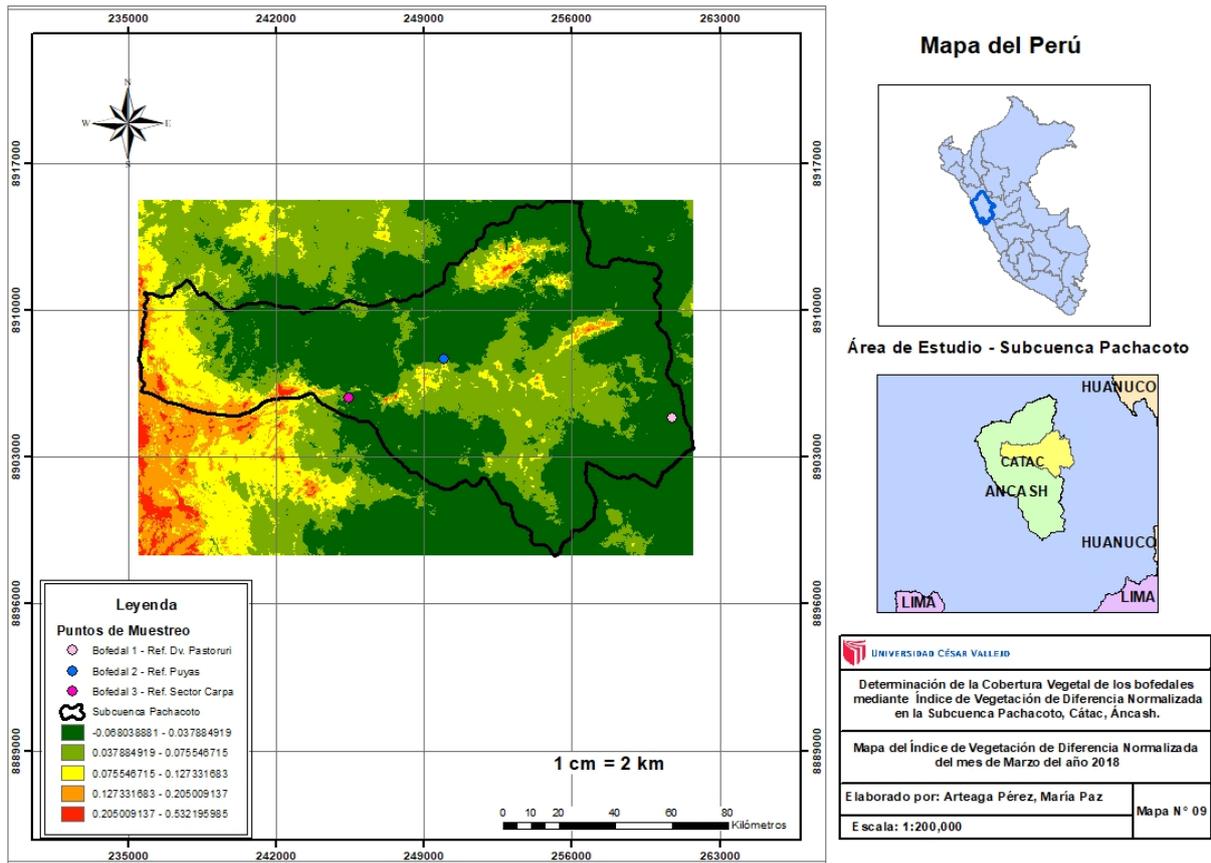
A continuación se presentan los mapas obtenidos en época húmeda en el año 2018.



**Fuente:** Elaboración Propia, 2018

**Figura N° 10** - Mapa de NDVI del Mes de Enero del Año 2018

En el mes de Enero del año 2018, los valores del Índice de vegetación para el bofedal PM<sub>1</sub> – Ref. Dv. Pastoruri y el bofedal PM<sub>2</sub> – Ref. Puyas los valores fluctúan entre 0.19 y 0.28 , y el bofedal y PM<sub>3</sub> – Ref. Sector Carpa, tiene un valor de índice entre 0.28 y 0.60.

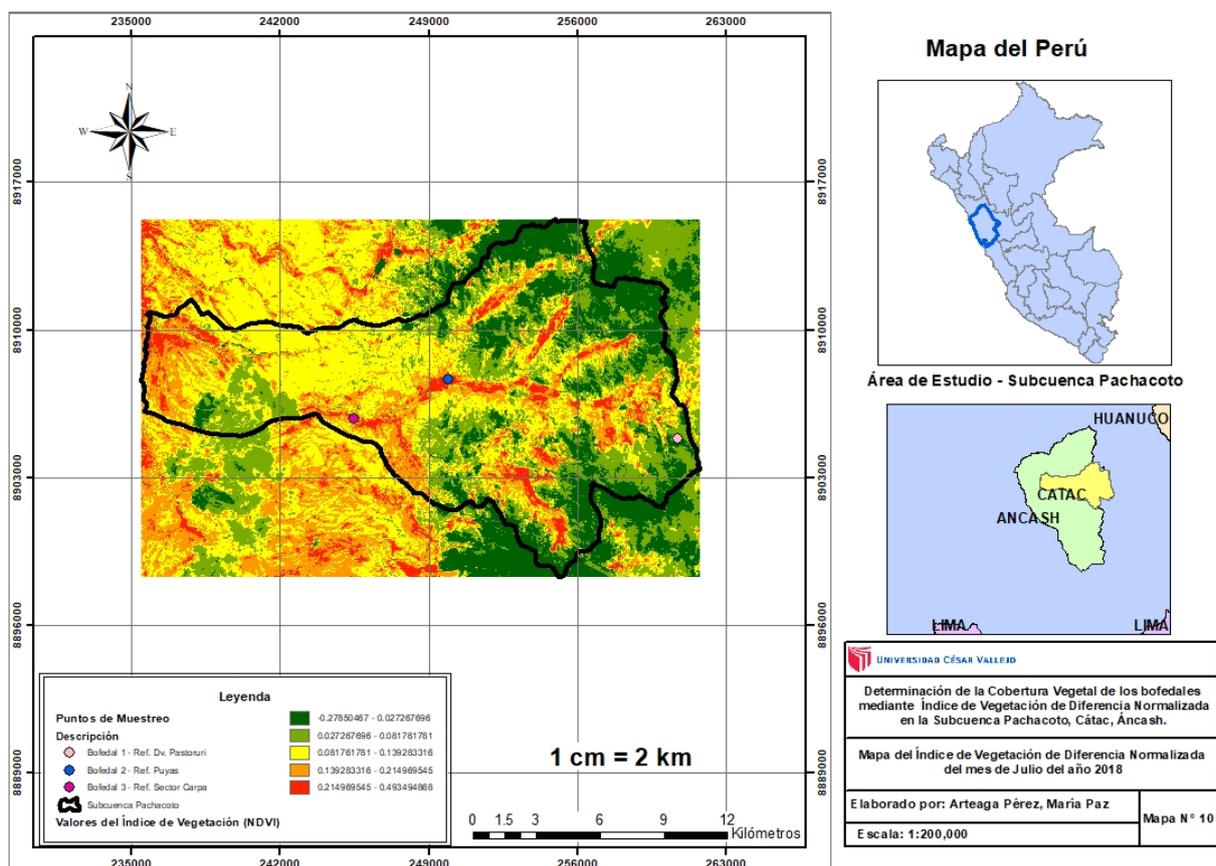


Fuente: Elaboración Propia, 2018

Figura N° 11 - Mapa de NDVI del Mes de Marzo del Año 2018

En el mes de Marzo del año 2018, los valores del Índice de Vegetación en el bofedal PM<sub>1</sub> - Ref. Dv. Pastoruri fluctúan entre -0.06 y 0.037, el bofedal PM<sub>2</sub> - Ref. Puyas el valor está entre 0.037 y 0.075 y el bofedal PM<sub>3</sub> - Ref. Sector Carpa, los valores del índice fluctúan entre -0.06 y 0.037, puesto que en este mes hay mayor nivel de precipitación y la nubosidad es casi de un 70% de acuerdo a la información contenida en el metadato de la imagen satelital Landsat 8, interfiriendo en el cálculo del Índice por tal razón los valores para los tres puntos son relativamente bajos.

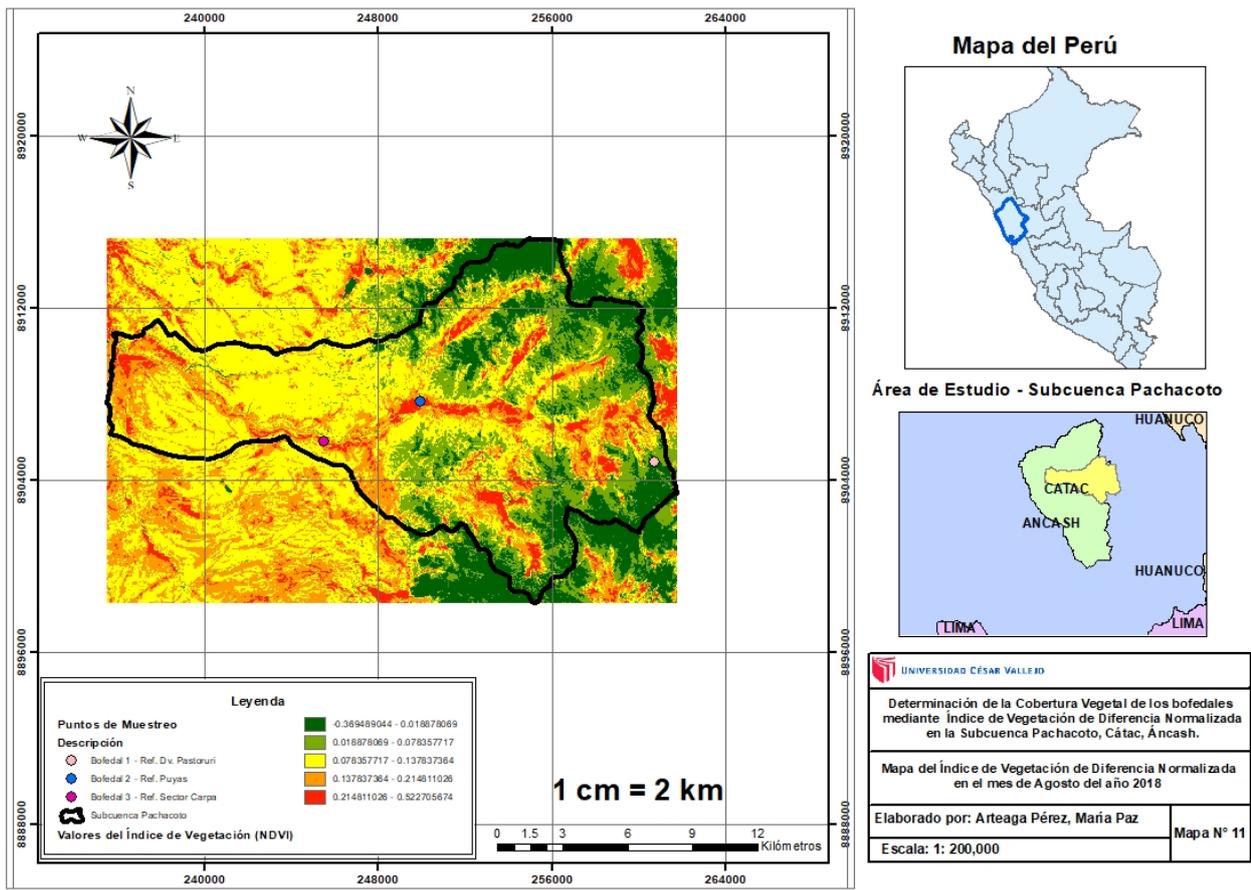
A continuación se muestra los mapas obtenidos en Época Seca para el año 2018.



**Fuente:** Elaboración Propia, 2018

**Figura N° 12 - Mapa de NDVI del Mes de Junio del Año 2018**

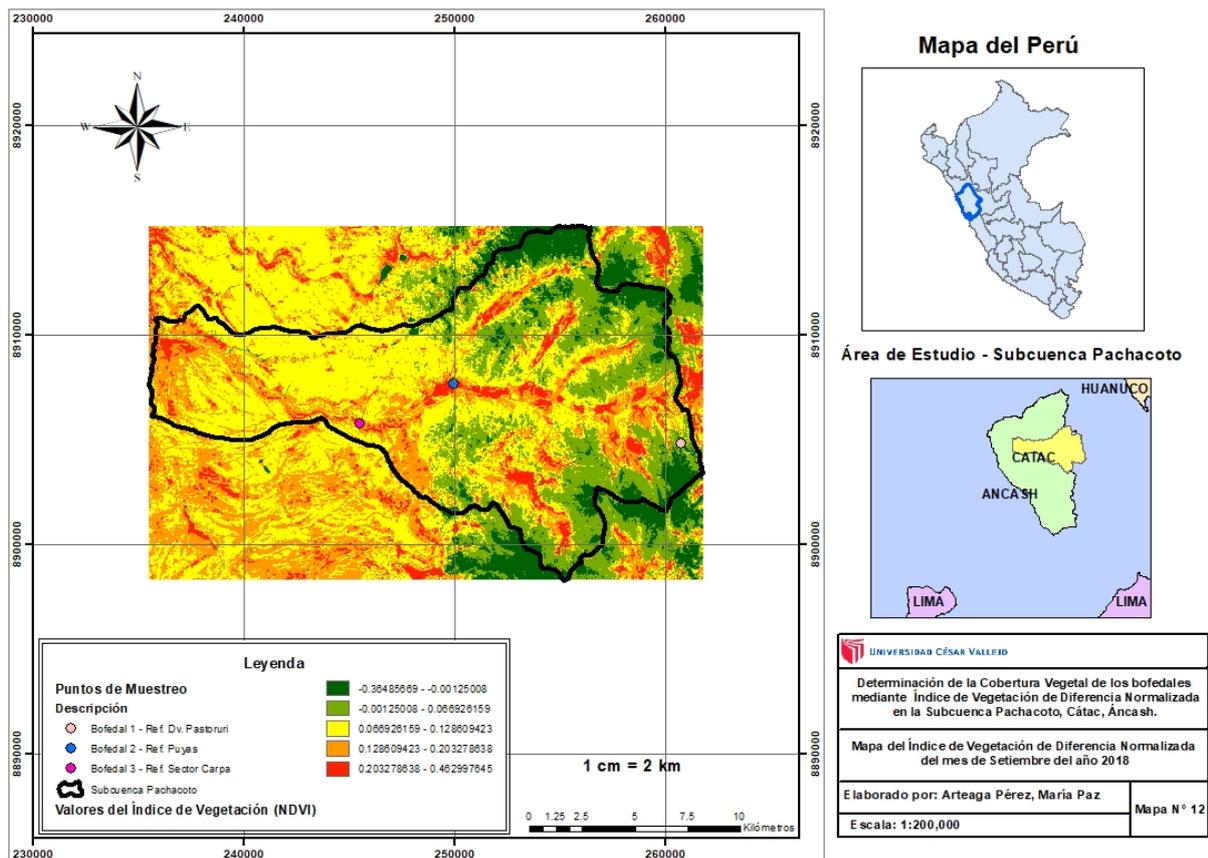
En el mes de Julio del año 2018, los valores del Índice de Vegetación del bofedal PM<sub>1</sub> – Ref. Dv. Pastoruri, bofedal PM<sub>2</sub> – Ref. Puyas y el bofedal PM<sub>3</sub> – Ref. Sector Carpa, los valores del índice fluctúan entre 0.214 y 0.493.



Fuente: Elaboración Propia, 2018

Figura N° 13 - Mapa de NDVI del Mes de Agosto del Año 2018

En el mes de Agosto del 2018, los valores del Índice de vegetación del bofedal PM<sub>1</sub> - Ref. Dv. Pastoruri fluctúan entre 0.078 y 0.137, en el bofedal PM<sub>2</sub> - Ref. Puyas están entre 0.137 y 0.2148 y el bofedal PM<sub>3</sub> - Ref. Sector Carpa, los valores del índice fluctúan entre 0.214 y 0.522.



**Fuente:** Elaboración Propia, 2018

**Figura N° 14** - Mapa de NDVI del Mes de Setiembre del Año 2018

En el mes de Setiembre del 2018, los valores del Índice de vegetación del bofedal PM<sub>1</sub> – Ref. Dv. Pastoruri fluctúan entre 0.2032 y 0.462, en el bofedal PM<sub>2</sub> – Ref. Puyas están entre 0.1286 y 0.2032 y el bofedal PM<sub>3</sub> – Ref. Sector Carpa, los valores del índice fluctúan entre 0.2032 y 0.4629.

### 3.3. Relación entre el Índice de Vegetación de Diferencia Normalizada y la precipitación en los Años 2010 y 2018

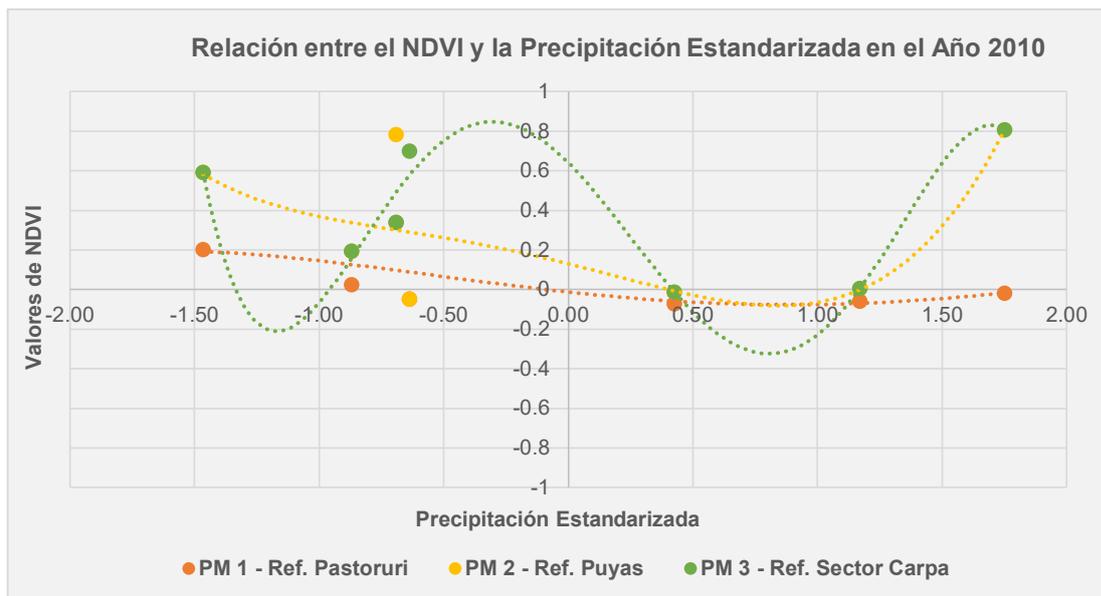
Para establecer una relación entre los niveles de precipitación anuales en los años 2010 y 2018, mediante los datos obtenidos de precipitación proporcionados por el satélite TRMM 3B43 y la Estación Meteorológica Pachacoto, conjuntamente con los resultados del cálculo del índice de vegetación de diferencia normalizada, se muestran los siguientes cuadros y gráficos.

**Cuadro N° 7 - Índice de vegetación de diferencia normalizada para el año 2010**

Meses del Año 2010	Precipitación Estandarizada	Índice de vegetación de diferencia normalizada para el año 2010					
		PM <sub>1</sub> - Ref. Dv. Pastoruri		PM <sub>2</sub> - Ref. Puyas		PM <sub>3</sub> - Ref. Sector Carpa	
Enero	1.17						
Febrero	0.95	-0.06	-0.03	-0.032	0.006	-0.032	0.006
Marzo	1.75						
Abril	-0.69	-0.019	0.104	0.353	0.807	0.353	0.807
Mayo	-0.87	0.337	0.782	0.337	0.782	0.202	0.337
Junio	-0.70	0.025	0.093	0.093	0.192	0.093	0.192
Julio	-1.47						
Agosto	-0.87	0.2	0.59	0.2	0.59	0.2	0.59
Setiembre	-0.64						
Octubre	0.40	-0.05	0.023	-0.4	-0.05	0.129	0.699
Noviembre	0.43						
Diciembre	0.54	-0.073	-0.015	-0.073	-0.015	-0.073	-0.015

**Fuente:** Elaboración Propia, 2018

El cuadro N° 07 muestra la precipitación estandarizada por cada mes y los valores del índice de vegetación de diferencia normalizada por cada punto en los 3 bofedales.



**Fuente:** Elaboración Propia, 2018

**Gráfico N° 3 - Relación entre el NDVI y la Precipitación Estandarizada en el Año 2010**

El gráfico N°03, muestra los valores de la precipitación estandarizada, que indica que los periodos secos corresponden a los meses Mayo, Junio y Agosto, los cuales se presentan como valores negativos, sin embargo en relación al índice de vegetación de diferencia normalizada (NDVI) tiende a tener valores positivos entre 0.025 a 0.59 para los 3 puntos de los bofedales PM<sub>1</sub> – Ref. Dv. Pastoruri, PM<sub>2</sub> – Ref. Puyas y PM<sub>3</sub> – Ref. Sector Carpa en dichos meses.

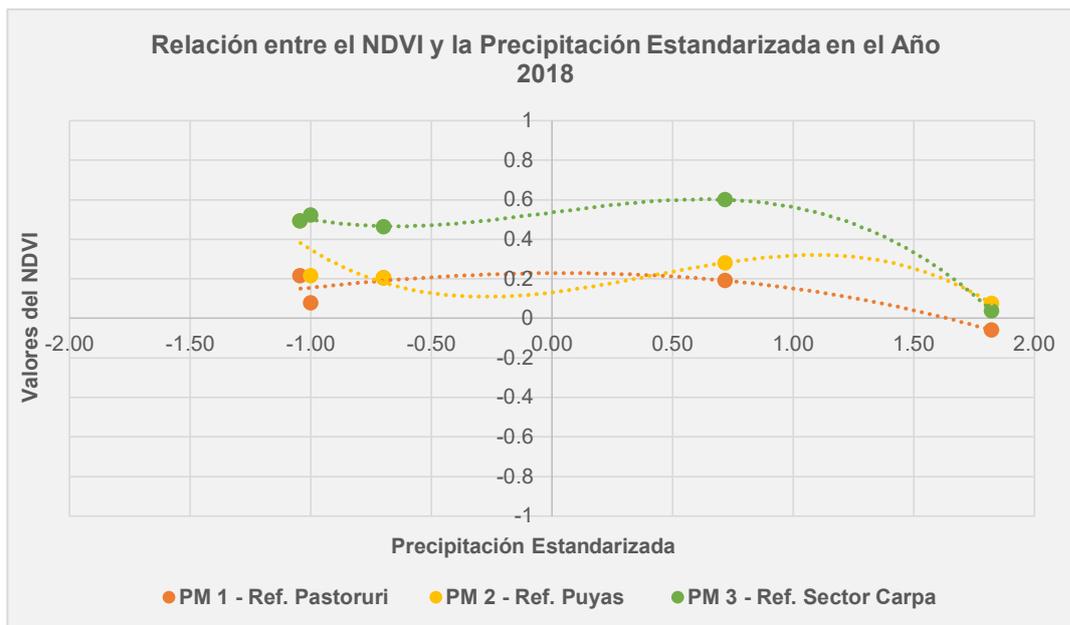
Los valores negativos del índice de vegetación de diferencia normalizada (NDVI), se muestran en los meses de Febrero, Abril, Octubre y Diciembre debido a que se registra mayores niveles de precipitación, puesto que la nubosidad presente en cada imagen satelital procesada interfiere en el cálculo del índice de vegetación.

**Cuadro N° 8 - Índice de vegetación de diferencia normalizada para el año 2018**

Meses del Año 2018	Precipitación Estandarizada	Índice de vegetación de diferencia normalizada para el año 2018					
		PM <sub>1</sub> - Ref. Dv. Pastoruri		PM <sub>2</sub> - Ref. Puyas		PM <sub>3</sub> - Ref. Sector Carpa	
Enero	0.72	0.19	0.28	0.19	0.28	0.28	0.6
Febrero	0.05						
Marzo	1.82	-0.06	0.037	0.037	0.075	-0.06	0.037
Abril	1.20						
Mayo	-0.21						
Junio	-1.03						
Julio	-1.04	0.214	0.493	0.214	0.493	0.214	0.493
Agosto	-1.00	0.078	0.137	0.137	0.2148	0.214	0.522
Setiembre	-0.70	0.2032	0.462	0.1286	0.2032	0.2032	0.4629
Octubre	0.20						

**Fuente:** Elaboración Propia, 2018

El cuadro N° 08 muestra la precipitación estandarizada por cada mes y los valores del índice de vegetación de diferencia normalizada por cada punto en los 3 bofedales.



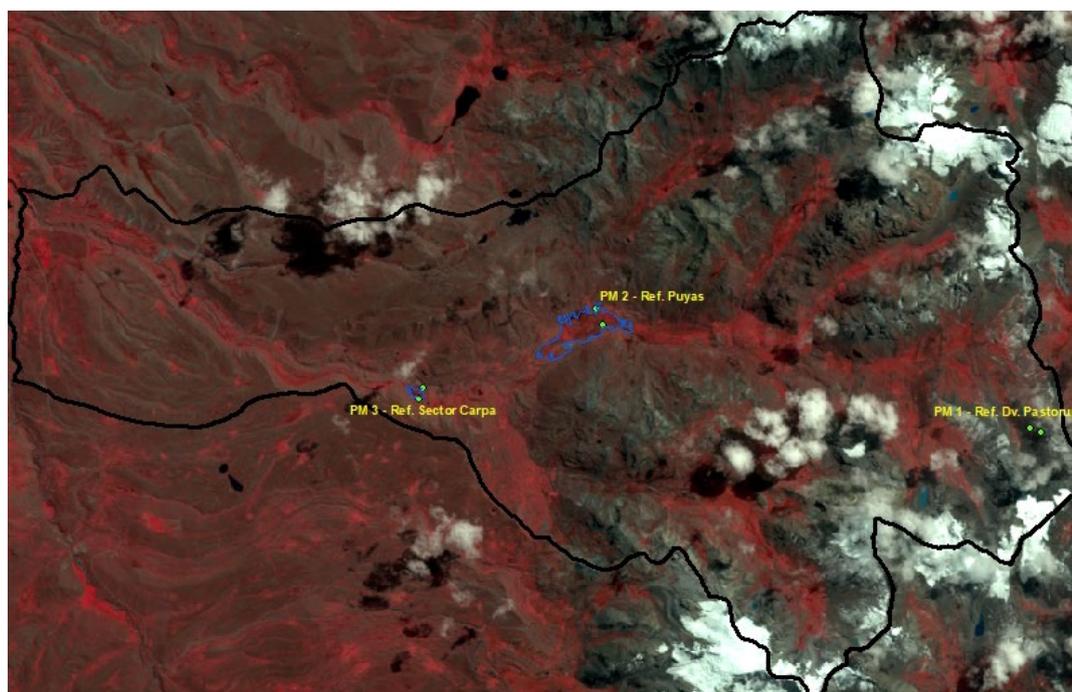
**Fuente:** Elaboración Propia, 2018

**Gráfico N° 4 - Relación entre el NDVI y la Precipitación Estandarizada en el Año 2018**

El gráfico N° 4, muestra los valores de la precipitación estandarizada, que indica que los periodos secos corresponden a los meses Junio a Agosto, los cuales son valores negativos, sin embargo en relación al índice de vegetación de diferencia normalizada (NDVI) tiende a tener valores positivos a partir de 0.1286 a 0.46 y en época húmeda los valores de NDVI, son mayores en comparación a los valores de NDVI en época seca que están entre 0.19 y 0.60, no obstante en el mes Marzo principalmente en el bofedal PM<sub>1</sub> – Ref. Dv. Pastoruri y PM<sub>3</sub> – Ref. Sector Carpa, registran valores negativos y mínimos entre -0.06 y 0.037.

### 3.3.1. Comparación de imágenes satelitales de los años 2010 y 2018 en color infrarrojo.

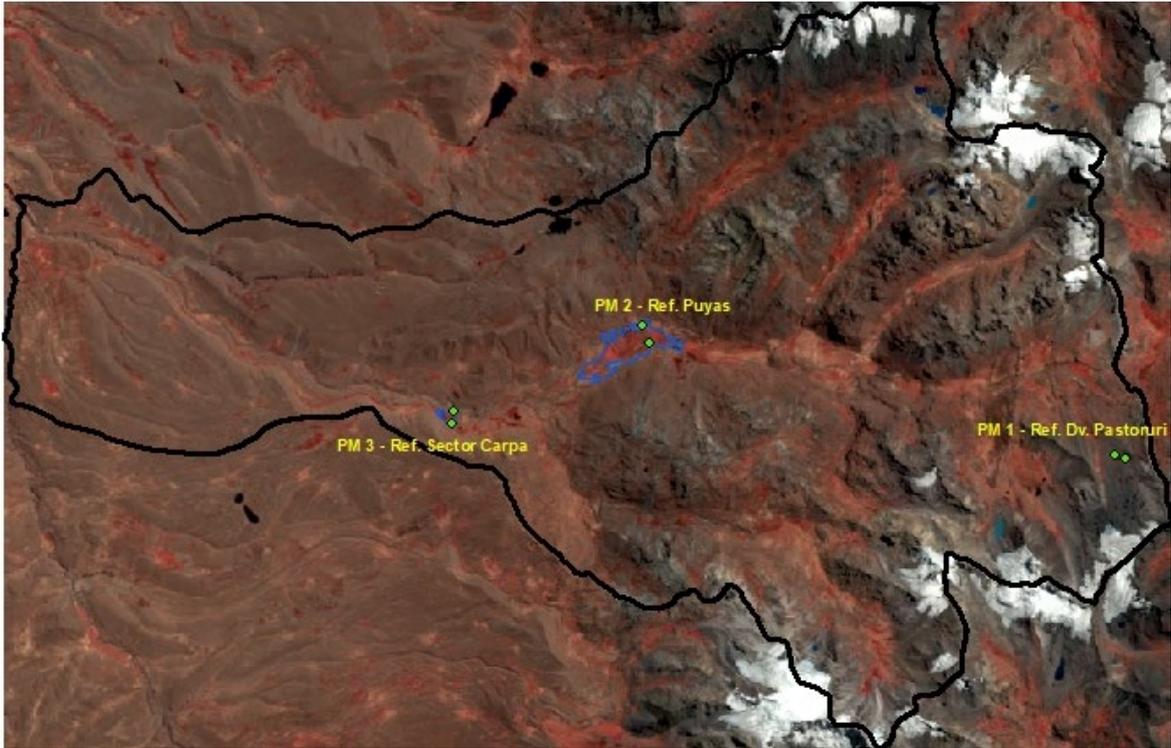
Se muestran dos imágenes por cada año 2010 y 2018, con la finalidad de visualizar la presencia de vegetación denotada por un color rojo, así como los puntos de muestreo en cada entrada y salida de los 3 bofedales PM<sub>1</sub> – Ref. Dv. Pastoruri, el bofedal PM<sub>2</sub> – Ref. Puyas tiene un área de 110.340 ha y el bofedal PM<sub>3</sub> – Ref. Sector Carpa tiene un área de 7.163 ha.



**Fuente:** Elaboración Propia, 2018

**Figura N° 15** - Imagen Landsat 5 del 28 de Abril del 2010 en combinación de bandas 4, 3, 2 de la Subcuenca Pachacoto

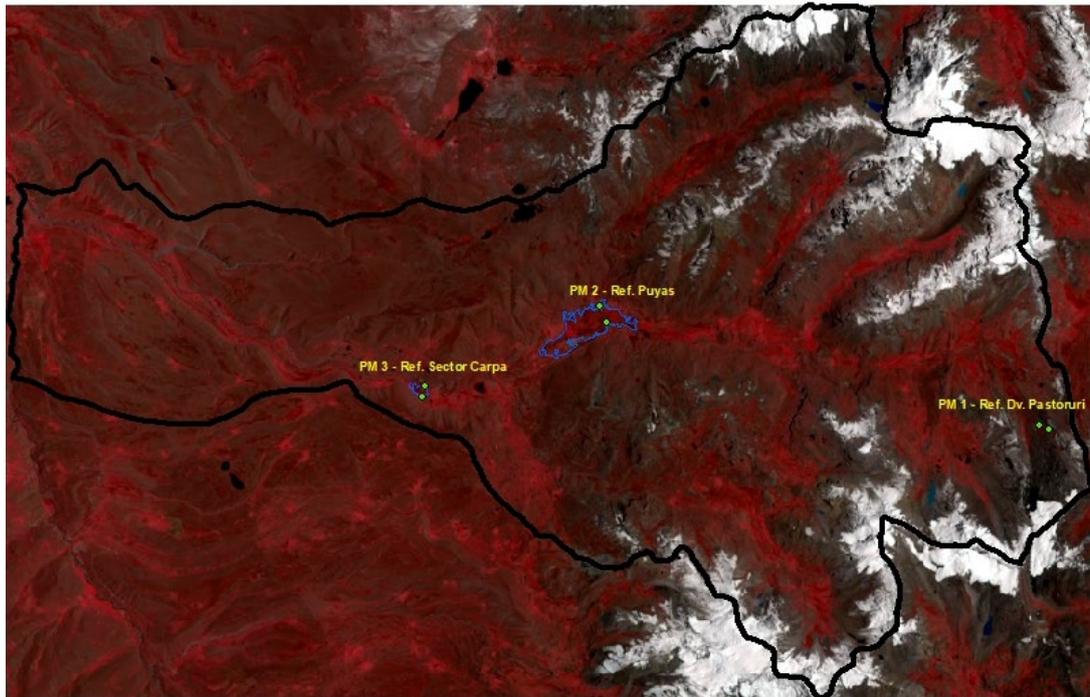
La figura N° 15 muestra los puntos de muestreo en cada bofedal PM<sub>1</sub> – Ref. Dv. Pastoruri, PM<sub>2</sub> – Ref. Puyas y PM<sub>3</sub> – Ref. Sector Carpa, la cual denota mayor presencia de vegetación ya que en los meses de Enero a Abril hay mayor nivel de precipitación.



**Fuente:** Elaboración Propia, 2018

**Figura N° 16** - Imagen Landsat 5 del 18 de Agosto del 2010 en combinación de bandas 4, 3, 2 de la Subcuenca Pachacoto

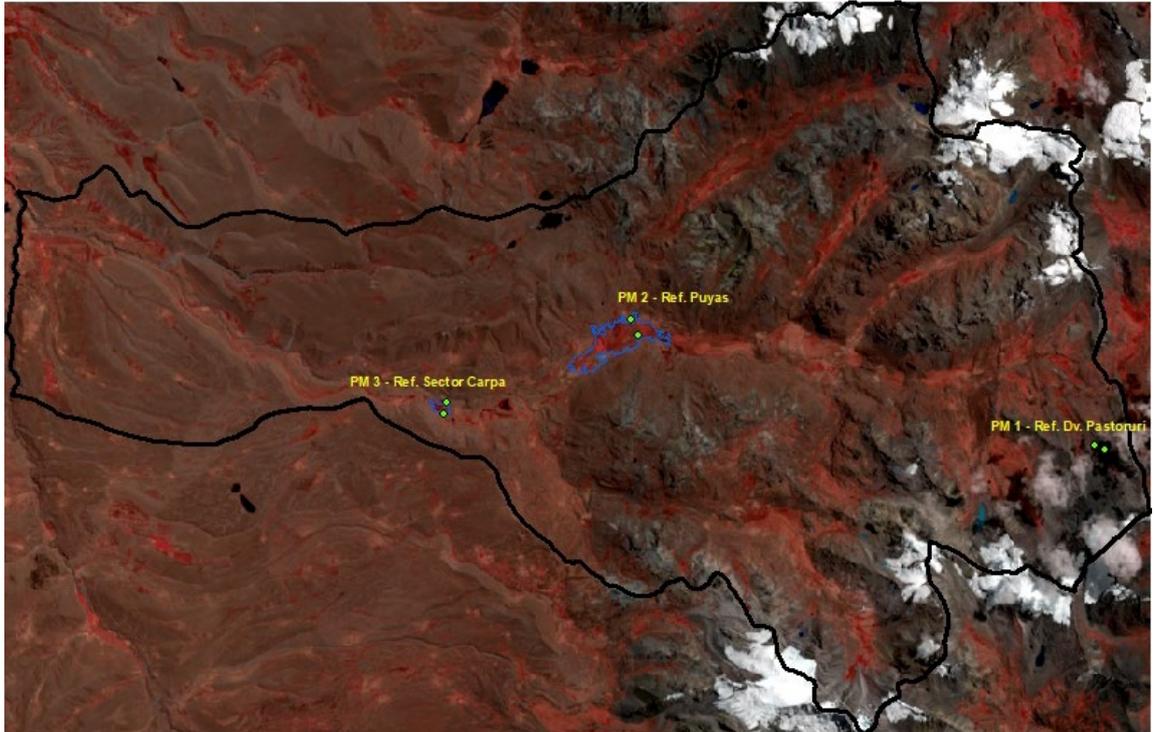
La figura N° 16 muestra los puntos de muestreo en cada bofedal PM<sub>1</sub> – Ref. Dv. Pastoruri, PM<sub>2</sub> – Ref. Puyas y PM<sub>3</sub> – Ref. Sector Carpa, hay menor coloración roja, la cual denota que la presencia de vegetación es menor en comparación al mes de Enero del año 2010, ya que en los meses de Junio a Agosto es época seca.



**Fuente:** Elaboración Propia, 2018

**Figura N° 17** - Imagen Landsat 8 del 28 de Enero del 2018 en combinación de bandas 5, 4, 3 de la Subcuenca Pachacoto

La figura N° 17 muestra los puntos de muestreo en cada bofedal PM<sub>1</sub> – Ref. Dv. Pastoruri, PM<sub>2</sub> – Ref. Puyas y PM<sub>3</sub> – Ref. Sector Carpa, el color rojo la cual denota mayor presencia de vegetación ya que en los meses de Enero a Abril es época húmeda.



**Fuente:** Elaboración Propia, 2018

**Figura N° 18** - Imagen Landsat 8 del 24 de Agosto del 2018 en combinación de bandas 5, 4, 3 de la Subcuenca Pachacoto

La figura N° 18 muestra los puntos de muestreo en cada bofedal PM<sub>1</sub> – Ref. Dv. Pastoruri, PM<sub>2</sub> – Ref. Puyas y PM<sub>3</sub> – Ref. Sector Carpa, el color rojo denota menor presencia de vegetación ya que en los meses de Junio a Agosto es época seca.

En los 3 bofedales correspondientes al bofedal PM<sub>1</sub> – Ref. Dv. Pastoruri, PM<sub>2</sub> – Ref. Puyas y PM<sub>3</sub> – Ref. Sector Carpa, se identificó el área correspondiente a dos bofedales.

**Cuadro N° 9** - Área identificada por cada bofedal

N°	Puntos de los bofedales	Área (ha)
1	PM <sub>1</sub> – Ref. Dv. Pastoruri	Bofedal de área no identificada
2	PM <sub>2</sub> – Ref. Puyas	110.340
3	PM <sub>3</sub> – Ref. Sector Carpa	7.613

**Fuente:** Elaboración Propia, 2018

### 3.4. Resultados del Muestreo de Agua en Época Seca

El muestreo de Calidad de Agua se realizó el día 24 de Agosto del presente año, se inició a las 09:18 am, en el primer bofedal teniendo como referencia el Desvío a Pastoruri.

**Cuadro N° 10 - Muestreo de Agua en la Entrada del Bofedal PM<sub>1</sub> – Ref. Dv. Pastoruri**

Recolección de Datos en Campo (Muestreo de Agua en la Entrada del Bofedal)													
Responsable:		Arteaga Pérez María Paz						Hora:	09: 18				
Lugar de Recolección:		Subcuenca Pachacoto – Áncash											
Punto / Referencia:		PM <sub>1</sub> - Ref. Desvío a Pastoruri											
Coordenadas UTM:		X:	0260725			Fecha:	24/08/2018						
		Y:	8904852										
Altitud:		4867 m.s.n.m											
Parámetros	Unidades	Repetición 1			Valor Promedio	Repetición 2			Valor Promedio	Repetición 3			Valor Promedio
		v1	v2	v3		v1	v2	v3		v1	v2	v3	
pH	Ácido - Básico	6.12	6.08	6.05	<b>6.08</b>	5.9	5.88	5.84	<b>5.87</b>	5.8	5.76	5.72	<b>5.76</b>
Oxígeno Disuelto	ppm	2	1.99	1.97	<b>1.99</b>	1.97	1.98	1.98	<b>1.98</b>	1.95	1.94	1.91	<b>1.93</b>
Conductividad Eléctrica	µS/cm	21	20	20	<b>20.33</b>	20	20	20	<b>20.00</b>	18	18	18	<b>18.00</b>
Temperatura	°C	5.9	5.93	6.19	<b>6.01</b>	6.59	6.6	6.59	<b>6.59</b>	7.23	7.14	7.13	<b>7.17</b>
Turbidez	NTU	1.66	1.63	1.59	<b>1.63</b>	2.12	2.1	2.07	<b>2.10</b>	2.07	2.1	2	<b>2.06</b>
Sólidos Totales Disueltos	ppm	10	10	10	<b>10</b>	10	10	10	<b>10</b>	9	9	9	<b>9</b>

**Fuente:** Elaboración Propia, 2018

El cuadro N°10 muestra los resultados de los parámetros medidos en campo, en cuanto al pH promedio es 5.9, según la escala del pH es ligeramente ácido, la concentración del oxígeno disuelto promedio es 1.97 ppm, que de acuerdo al Estándar de Calidad Ambiental para Agua (Categoría 4 – E1) el OD, debe ser  $\geq$  a 5 ppm, la temperatura del agua promedio es 6.59°C, la turbiedad del agua es baja, la concentración de los sólidos totales disueltos y la conductividad eléctrica, tienen concentraciones relativamente altas en comparación a los demás parámetros, la concentración de sólidos totales disueltos se debe a que el agua posee mayor contenido de sales y minerales, por ende el agua tiende a conducir mayor electricidad.

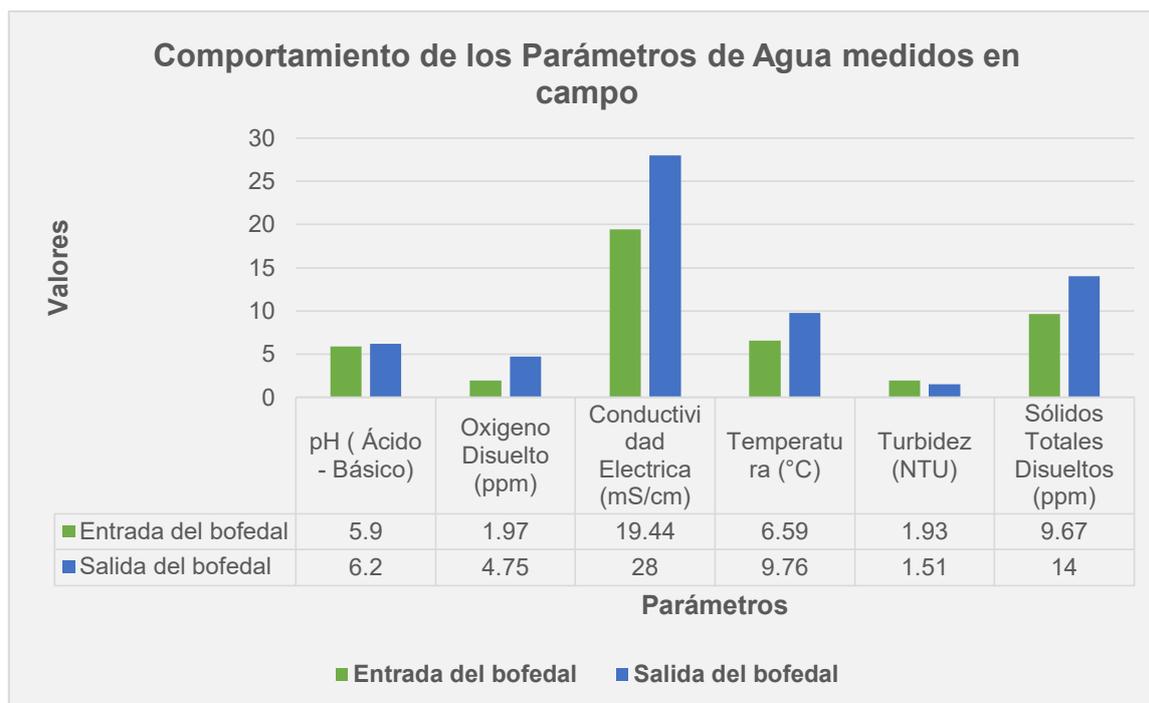
**Cuadro N° 11 - Muestreo de Agua en la Salida del Bofedal PM<sub>2</sub> – Ref. Dv. Pastoruri**

Recolección de Datos en Campo (Muestreo de Agua en la Salida del Bofedal)														
Responsable:		Arteaga Pérez María Paz							Hora:	10:23				
Lugar de Recolección:		Subcuenca Pachacoto – Áncash												
Punto / Referencia:		PM <sub>2</sub> - Ref. Desvío a Pastoruri												
Coordenadas UTM:		X:	0260479					Fecha:	24/08/2018					
		Y:	8904955											
Altitud:		4847 m.s.n.m												
Parámetros	Unidades	Repetición 1			Valor Promedio	Repetición 2			Valor Promedio	Repetición 3			Valor Promedio	
		v1	v2	v3		v1	v2	v3		v1	v2	v3		
pH	Ácido - Básico	6.07	6.1	6.13	<b>6.10</b>	6.21	6.22	6.23	<b>6.22</b>	6.27	6.28	6.29	<b>6.28</b>	
Oxígeno Disuelto	ppm	4.68	4.65	4.73	<b>4.69</b>	4.78	4.77	4.8	<b>4.78</b>	4.8	4.79	4.78	<b>4.79</b>	
Conductividad Eléctrica	μS/cm	28	28	28	<b>28.00</b>	28	28	28	<b>28.00</b>	28	28	28	<b>28.00</b>	
Temperatura	°C	9.71	9.79	9.82	<b>9.77</b>	9.74	9.71	9.7	<b>9.72</b>	9.8	9.79	9.82	<b>9.80</b>	
Turbidez	NTU	1.52	1.48	1.63	<b>1.54</b>	1.6	1.59	1.44	<b>1.54</b>	1.43	1.44	1.45	<b>1.44</b>	
Sólidos Totales Disueltos	ppm	14	14	14	<b>14</b>	14	14	14	<b>14</b>	14	14	14	<b>14</b>	

**Fuente:** Elaboración Propia, 2018

El cuadro N° 11, muestra los resultados de los parámetros medidos en campo, en cuanto al pH promedio es 6.2, considerado ligeramente ácido, la relación directamente proporcional que existe entre la conductividad eléctrica y los sólidos totales disueltos es 28 μS/cm y 14 ppm respectivamente son valores mayores a los obtenidos en la entrada del bofedal PM<sub>1</sub> – Dv. Pastoruri. Se considera un incremento de temperatura tomado en el primer punto de muestreo.

En ambos cuadros se muestran resultados de los parámetros medidos en campo, en cuanto al pH los valores están entre 6.28 y 5.76 el valor más alto corresponde a la salida del bofedal, los valores de Oxígeno Disuelto, Conductividad Eléctrica y los sólidos totales disueltos son mayores en la salida del bofedal.



Fuente: Elaboración Propia, 2018

**Gráfico N° 5 - Comportamiento de los Parámetros de Agua del Bofedal PM<sub>1</sub> y PM<sub>2</sub> – Ref. Dv. Pastoruri en Campo**

**Cuadro N° 12 - Muestreo de Agua en la Entrada del Bofedal PM<sub>1</sub> – Ref. Puyas**

Recolección de Datos en Campo (Muestreo de Agua en la Entrada del Bofedal)													
Responsable:		Arteaga Pérez María Paz						Hora:	12:05:45				
Lugar de Recolección:		Subcuenca Pachacoto - Áncash											
Punto / Referencia:		PM <sub>1</sub> - Ref. Puyas											
Coordenadas UTM:		X:	0249845				Fecha:	24/08/2018					
		Y:	8907875										
Altitud:		4237 m.s.n.m											
Parámetros	Unidades	Repetición 1			Valor Promedio	Repetición 2			Valor Promedio	Repetición 3			Valor Promedio
		v1	v2	v3		v1	v2	v3		v1	v2	v3	
pH	Ácido - Básico	3.72	3.71	3.7	<b>3.71</b>	3.7	3.69	3.68	<b>3.69</b>	3.65	3.64	3.64	<b>3.64</b>
Oxígeno Disuelto	ppm	5.97	5.92	5.89	<b>5.93</b>	5.84	5.85	5.84	<b>5.84</b>	5.81	5.81	5.81	<b>5.81</b>
Conductividad Eléctrica	µS/cm	232	231	231	<b>231.33</b>	231	231	231	<b>231</b>	231	230	230	<b>230.33</b>
Temperatura	°C	8.86	8.89	8.9	<b>8.88</b>	8.89	8.89	8.89	<b>8.89</b>	8.92	8.93	8.94	<b>8.93</b>
Turbidez	NTU	15.4	15.2	15.3	<b>15.30</b>	14.7	14.6	14.5	<b>14.60</b>	14.6	14.5	14.5	<b>14.53</b>
Sólidos Totales Disueltos	ppm	116	116	116	<b>116</b>	115	115	115	<b>115</b>	115	115	115	<b>115</b>

Fuente: Elaboración Propia, 2018

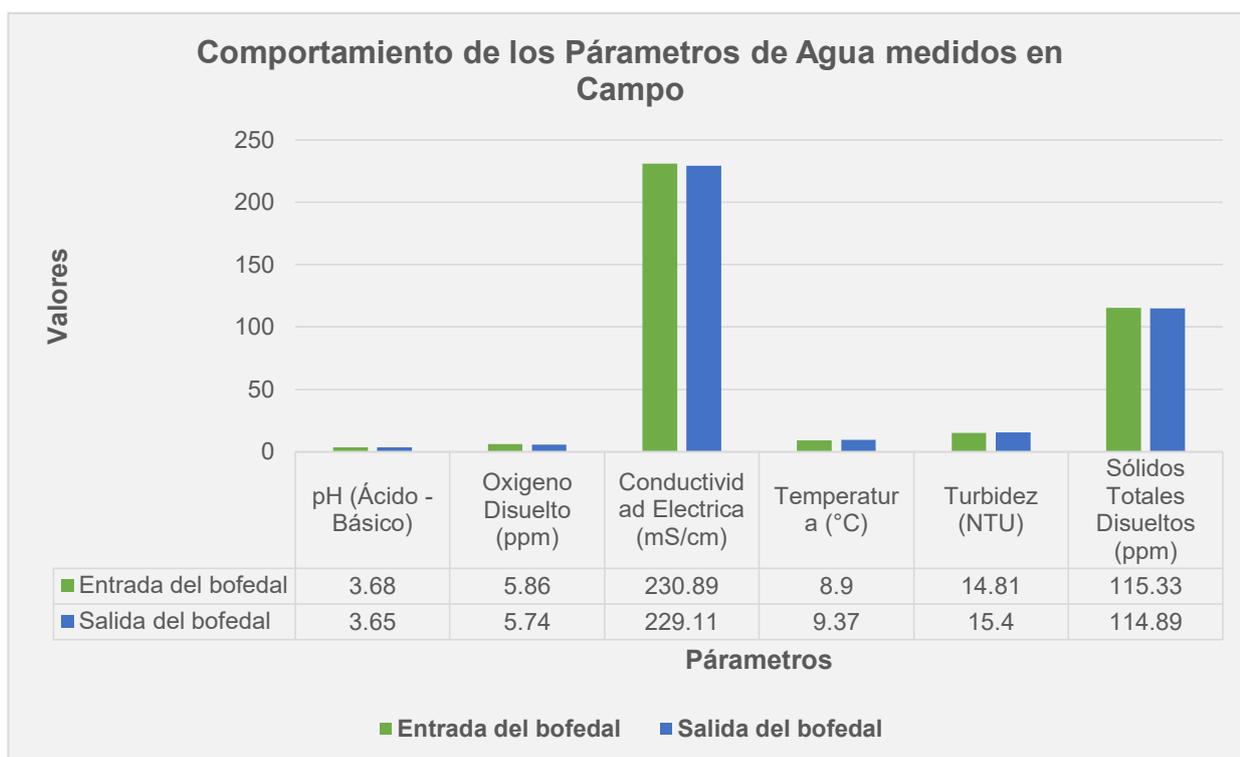
El cuadro N° 12 muestra los resultados de los parámetros medidos en campo, cuyo pH promedio es 3.68, según la escala de pH es considerado ácido, la concentración del oxígeno disuelto en promedio es 5.8 ppm, que de acuerdo al Estándar de Calidad Ambiental para Agua (Categoría 4 – E1) el OD, debe ser  $\geq$  a 5 ppm, el agua del bofedal registra dicho valor establecido, la temperatura del agua promedio es 8.9°C, la turbiedad del agua es alta, la concentración de los sólidos totales disueltos es 115.33 ppm y la conductividad eléctrica es 230.88  $\mu$ S/cm, registran concentraciones altas en comparación al PM<sub>1</sub> y PM<sub>2</sub>– Ref. Dv. Pastoruri.

**Cuadro N° 13 - Muestreo de Agua en la Salida del Bofedal PM<sub>2</sub> – Ref. Puyas**

Recolección de Datos en Campo (Muestreo de Agua en la Salida del Bofedal)													
Responsable:		Arteaga Pérez María Paz							Hora:	13:18:33			
Lugar de Recolección:		Subcuenca Pachacoto - Áncash											
Punto / Referencia:		PM <sub>2</sub> - Ref. Puyas											
Coordenadas UTM:		X:	0250010					Fecha:	24/08/2018				
		Y:	8907485										
Altitud:		4229 m.s.n.m											
Parámetros	Unidades	Repetición 1			Valor Promedio	Repetición 2			Valor Promedio	Repetición 3			Valor Promedio
		v1	v2	v3		v1	v2	v3		v1	v2	v3	
pH	Ácido - Básico	3.69	3.68	3.67	<b>3.68</b>	3.66	3.65	3.64	<b>3.65</b>	3.63	3.62	3.62	<b>3.62</b>
Oxígeno Disuelto	ppm	5.79	5.77	5.76	<b>5.77</b>	5.75	5.75	5.75	<b>5.75</b>	5.7	5.69	5.69	<b>5.69</b>
Conductividad Eléctrica	$\mu$ S/cm	230	229	229	<b>229.33</b>	229	229	229	<b>229.00</b>	229	229	229	<b>229.00</b>
Temperatura	°C	9.35	9.36	9.39	<b>9.37</b>	9.39	9.38	9.37	<b>9.38</b>	9.36	9.35	9.34	<b>9.35</b>
Turbidez	NTU	16.9	16.8	16.7	<b>16.80</b>	14.6	14.5	15	<b>14.70</b>	14.8	14.7	14.6	<b>14.70</b>
Sólidos Totales Disueltos	ppm	115	115	115	<b>115</b>	115	115	115	<b>115</b>	115	115	114	<b>114.67</b>

**Fuente:** Elaboración Propia, 2018

El cuadro N° 13 muestra los resultados de los parámetros medidos en campo, cuyo pH promedio es 3.65, según la escala del pH considerado ácido, la concentración del oxígeno disuelto promedio es 5.74 ppm, que de acuerdo al Estándar de Calidad Ambiental para Agua (Categoría 4 – E1) el OD debe ser  $\geq$  a 5 ppm, el agua del bofedal registra dicho valor establecido, la temperatura del agua promedio es 9.37°C, la turbiedad del agua es alta, la concentración de los sólidos totales disueltos es 114.89 ppm y la conductividad eléctrica es 229.11  $\mu$ S/cm.



**Fuente:** Elaboración Propia, 2018

**Gráfico N° 6 - Comportamiento de los Parámetros de Agua del Bofedal PM<sub>1</sub> y PM<sub>2</sub> – Ref. Puyas en Campo**

**Cuadro N° 14 - Muestreo de Agua en la Entrada del Bofedal PM<sub>1</sub> – Ref. Sector Carpa**

Recolección de Datos en Campo (Muestreo de Agua en la Entrada del Bofedal)													
Responsable:		Arteaga Pérez María Paz						Hora:	13:53:04				
Lugar de Recolección:		Subcuenca Pachacoto - Áncash											
Punto / Referencia:		PM <sub>1</sub> - Ref. Sector Carpa											
Coordenadas UTM:		X:	0245541			Fecha:	24/08/2018						
		Y:	8905671										
Altitud:		4201 m.s.n.m											
Parámetros	Unidades	Repetición 1			Valor Promedio	Repetición 2			Valor Promedio	Repetición 3			Valor Promedio
		v1	v2	v3		v1	v2	v3		v1	v2	v3	
pH	Ácido - Básico	6.7	6.7	6.72	<b>6.71</b>	6.74	6.76	6.77	<b>6.76</b>	6.77	6.78	6.79	<b>6.78</b>
Oxígeno Disuelto	ppm	3.15	3.16	3.11	<b>3.14</b>	3.19	3.21	3.24	<b>3.21</b>	3.25	3.25	3.26	<b>3.25</b>
Conductividad Eléctrica	μS/cm	84	84	84	<b>84.00</b>	84	84	84	<b>84.00</b>	84	84	84	<b>84.00</b>
Temperatura	°C	22.36	22.31	22.26	<b>22.31</b>	22.11	22.05	22	<b>22.05</b>	21.98	21	21.83	<b>21.60</b>
Turbidez	NTU	1.6	1.61	1.63	<b>1.61</b>	1.45	1.51	1.58	<b>1.51</b>	1.57	1.65	1.74	<b>1.65</b>
Sólidos Totales Disueltos	ppm	42	42	42	<b>42</b>	42	42	42	<b>42</b>	42	42	42	<b>42</b>

**Fuente:** Elaboración Propia, 2018

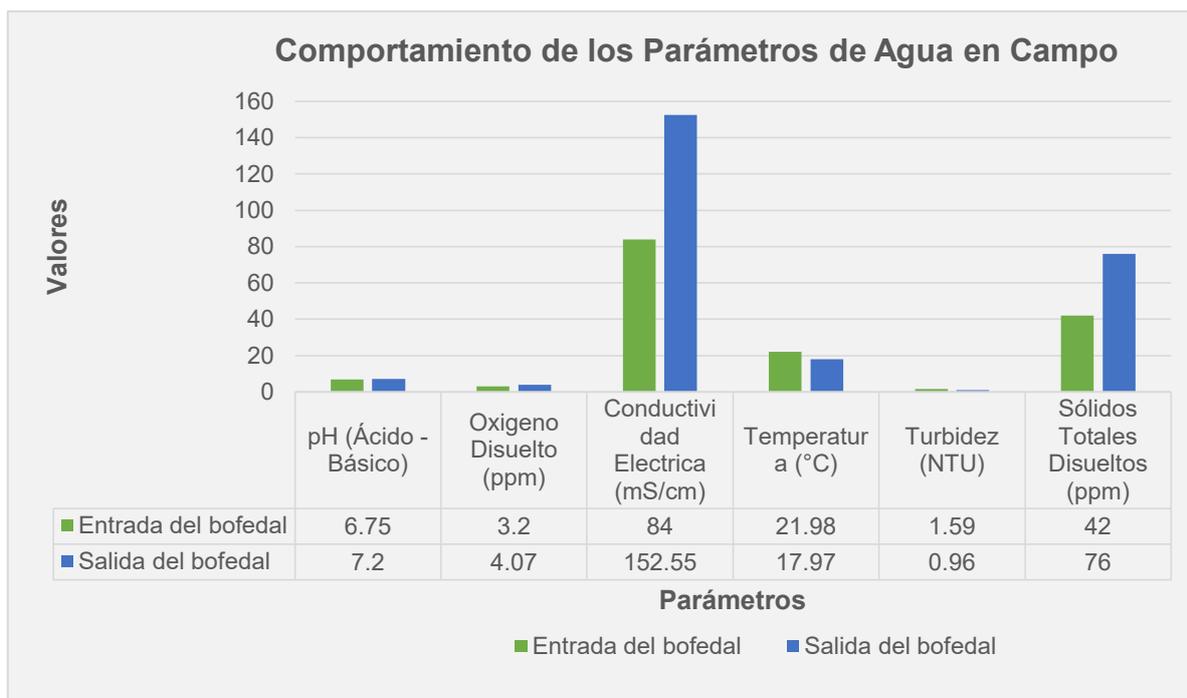
El cuadro N° 14 muestra los resultados de los parámetros medidos en campo, cuyo pH promedio es de 6.75, según la escala de pH es considerado ligeramente ácido, la concentración del oxígeno disuelto promedio es 3.2 ppm, que de acuerdo al Estándar de Calidad Ambiental para Agua (Categoría 4 – E1) el OD debe ser  $\geq$  a 5 ppm, el agua del bofedal para dicho parámetro registra un valor menor a 5 ppm, la temperatura del agua promedio es 21.99°C, la turbiedad del agua es baja, la concentración de los sólidos totales disueltos es 42 ppm y la conductividad eléctrica es 84 μS/cm.

**Cuadro N° 15 - Muestreo de Agua en la Salida del Bofedal PM<sub>2</sub> – Ref. Sector Carpa**

Recolección de Datos en Campo (Muestreo de Agua en la Salida del Bofedal)														
Responsable:		Arteaga Pérez María Paz							Hora:	14:21:31				
Lugar de Recolección:		Subcuenca Pachacoto - Ancash												
Punto / Referencia:		PM <sub>2</sub> - Ref. Sector Carpa							Fecha:	24/08/2018				
Coordenadas UTM:		X:	0245611											
		Y:	8905934											
Altitud:		4162 m.s.n.m												
Parámetros	Unidades	Repetición 1			Valor Promedio	Repetición 2			Valor Promedio	Repetición 3			Valor Promedio	
		v1	v2	v3		v1	v2	v3		v1	v2	v3		
pH	Ácido - Básico	7.1	7.13	7.16	<b>7.13</b>	7.19	7.2	7.22	<b>7.20</b>	7.25	7.28	7.29	<b>7.27</b>	
Oxígeno Disuelto	ppm	3.96	4.04	4.13	<b>4.04</b>	4.13	4.14	4.07	<b>4.11</b>	4.02	4.14	4.09	<b>4.08</b>	
Conductividad Eléctrica	μS/cm	153	152	153	<b>152.67</b>	152	153	152	<b>152.33</b>	153	152	153	<b>152.67</b>	
Temperatura	°C	17.03	17.97	17.99	<b>17.66</b>	18	18.02	18.03	<b>18.02</b>	18.04	18.05	18.06	<b>18.05</b>	
Turbidez	NTU	1.37	1.2	1.12	<b>1.23</b>	0.86	0.85	0.84	<b>0.85</b>	0.78	0.77	0.82	<b>0.79</b>	
Sólidos Totales Disueltos	ppm	76	76	76	<b>76</b>	76	76	76	<b>76</b>	76	76	76	<b>76</b>	

**Fuente:** Elaboración Propia, 2018

El cuadro N° 15 muestra los resultados de los parámetros medidos en campo, cuyo pH promedio es 7.2, según la escala del pH es considerado neutro, la concentración del oxígeno disuelto promedio es 4.07 ppm, que de acuerdo al Estándar de Calidad Ambiental para Agua (Categoría 4 – E1) el OD debe ser  $\geq$  a 5 ppm, el agua del bofedal para dicho parámetro registra un valor menor a 5 ppm, la temperatura del agua promedio es 17.91°C, la turbiedad del agua es 0.96 NTU siendo baja, la concentración de los sólidos totales disueltos es 76 ppm y la conductividad eléctrica promedio es 152.56 μS/cm.



**Fuente:** Elaboración Propia, 2018

**Gráfico N° 7 - Comportamiento de los Parámetros de Agua del Bofedal PM<sub>1</sub> y PM<sub>2</sub> – Ref. Sector Carpa en Campo**

**Cuadro N° 16 - Análisis de Demanda Bioquímica de Oxígeno**

<b>Análisis de Demanda Bioquímica de Oxígeno</b>					
<b>Código</b>	<b>Fecha</b>	<b>Hora</b>	<b>Unidad</b>	<b>Límite de Cuantificación</b>	<b>Resultado</b>
PM <sub>1</sub> - Dv. Pastoruri	01/09/18	08:55	mg/L	2.6	< 2.6
PM <sub>2</sub> - Dv. Pastoruri	01/09/18	09:20	mg/L	2.6	< 2.6
PM <sub>1</sub> - Ref. Puyas	01/09/18	10:44	mg/L	2.6	< 2.6
PM <sub>2</sub> - Ref. Puyas	01/09/18	11:03	mg/L	2.6	< 2.6
PM <sub>1</sub> - Bofedal 3 Ref. Sector Carpa	01/09/18	12:15	mg/L	2.6	< 2.6
PM <sub>2</sub> - Bofedal 3 Ref. Sector Carpa	01/09/18	11:56	mg/L	2.6	< 2.6

**Fuente:** Elaboración Propia – Resultados obtenidos del ensayo, 2018

Los resultados se muestran por debajo del límite de cuantificación.

### 3.5. Resultados del Muestreo de Suelo en Época Seca

La recolección de la muestra de suelo fue realizada en los 3 bofedales, y las muestras se analizaron en el Laboratorio de Análisis de Suelos, Plantas, Aguas y Fertilizantes de la Universidad Nacional Agraria La Molina.

**Cuadro N° 17 - Resultados de Clase Textural del Suelo de Bofedales**

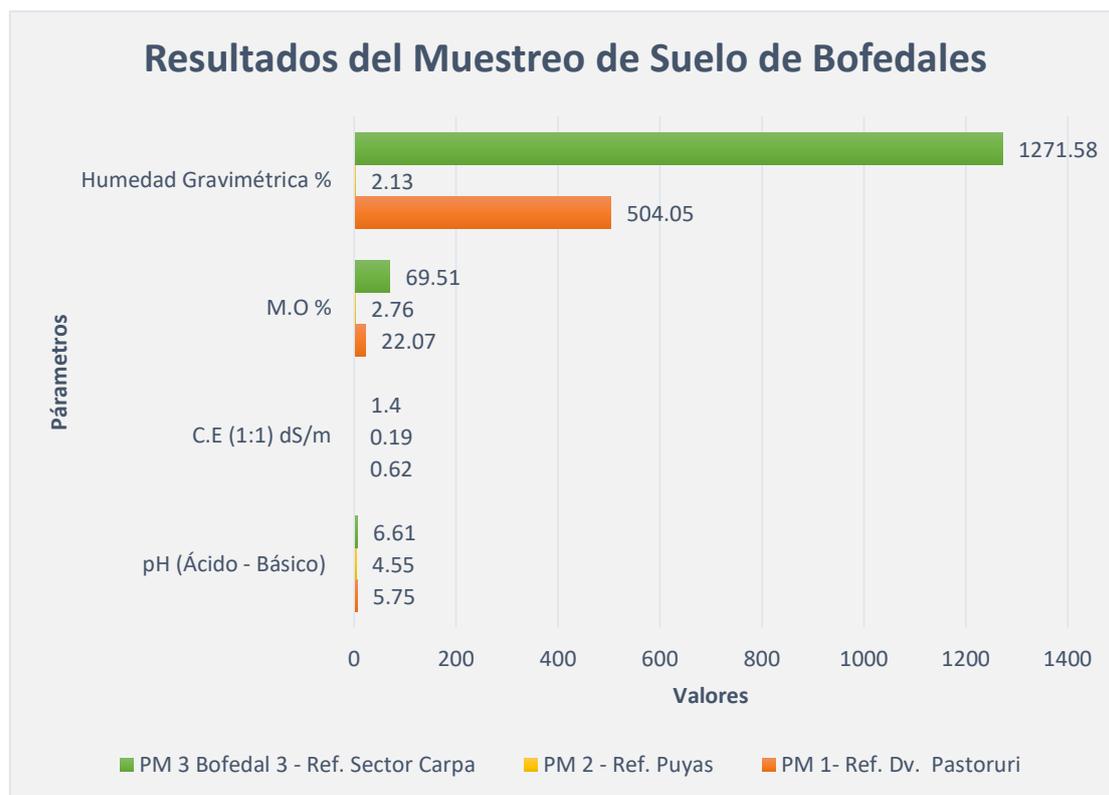
Código	Arena (%)	Limo (%)	Arcilla (%)	Clase Textural	
PM <sub>1</sub> – Ref. Dv. Pastoruri	57	22	21	Fr.Ar.A	Franco Arcillo Arenoso
PM <sub>2</sub> – Ref. Puyas	81	8	11	Fr.A	Franco Arenoso
PM <sub>3</sub> - Bofedal 3 Ref. Sector Carpa	Material Orgánico				

**Fuente:** Elaboración Propia – Resultados obtenidos del Análisis, 2018

**Cuadro N° 18 - Resultados de los Parámetros Analizados de Suelo de Bofedales**

Código	pH	C.E (1:1) dS/m	M.O %	Humedad Gravimétrica %
PM <sub>1</sub> – Ref. Dv. Pastoruri	5.75	0.62	22.07	504.05
PM <sub>2</sub> – Ref. Puyas	4.55	0.19	2.76	2.13
PM <sub>3</sub> - Bofedal 3 Ref. Sector Carpa	6.61	1.40	69.51	1271.58

**Fuente:** Elaboración Propia – Resultados obtenidos del Análisis, 2018



**Fuente:** Elaboración Propia – Resultados obtenidos del Informe de Análisis en el Laboratorio de Suelos – UNALM, 2018

#### Gráfico N° 8 - Resultado del Muestreo de Suelo

El cuadro N° 17 y 18 muestran resultados de los parámetros determinados en el Laboratorio de Análisis de Suelos, en cuanto al bofedal PM<sub>1</sub> – Ref. Dv. Pastoruri tiene un pH de 5.75, % Materia Orgánica de 22.07, Humedad Gravimétrica (%) 504.05 y la Conductividad Eléctrica 0.62 dS/m, este suelo de bofedal está cubierto por la especie *Distichia muscoides* cuyas raíces aproximadamente llegan a los 20 cm de profundidad, el suelo se caracteriza por el color oscuro.

En el bofedal PM<sub>2</sub> – Ref. Puyas tiene un pH de 4.55, % Materia Orgánica de 2.76, Humedad Gravimétrica (%) 2.13 y la Conductividad Eléctrica 0.19 dS/m, este suelo de bofedal se caracteriza por su textura Franco Arenoso, en el punto donde se recolectó la muestra se observó un suelo seco con presencia de vegetación de *Werneria nubigena*.

En el bofedal PM<sub>3</sub> – Ref. Sector Carpa tiene un pH de 6.61, % Materia Orgánica de 69.51, Humedad Gravimétrica (%) 1271.58 y la Conductividad Eléctrica 1.4 dS/m, la textura fue determinada como material orgánico, se observó presencia de vegetación de *Oreobolus obtusangulus*.

### 3.6. Especies Registradas en Campo en Época Seca

El registro de especies se realizó en la parte media de cada bofedal, detalladas en los siguientes cuadros.

**Cuadro N° 19 - Registro de Especies de Flora en el Bofedal PM<sub>1</sub> – Pastoruri**

Registro de Especies en Campo					
Responsable:		Arteaga Pérez María Paz		Hora:	9:47:57
Lugar de Recolección:		Subcuenca Pachacoto – Áncash			
Punto / Referencia:		PM <sub>1</sub> – Ref. Dv. Pastoruri			
Coordenadas UTM:		X: 0260722		Fecha:	24/08/2018
		Y: 8904848			
Altitud:		4876 m.s.n.m			
Cantidad	Nombre Común	Nombre Científico	Familia	Observaciones	
5	Crespillo	<i>Calamagrostis vicunarum</i>	Poaceae	Una planta posee varios tallos	
		<i>Oxychloe andina</i>	Juncaceae	Se observa vegetación compacta	
-		<i>Distichia muscoides</i>	Juncaceae	No se contabilizan porque son cojines, predominan en el bofedal	
-		<i>Plantago rigida</i>	Plantaginaceae	Poseen hojas pequeñas	
-		<i>Huperzia crassa</i>	Lycopodiaceae	Se caracterizan por tener tallos duros	

**Fuente:** Elaboración Propia, 2018

**Cuadro N° 20 - Registro de Especies de Flora en el Bofedal PM<sub>2</sub> – Puyas**

Registro de Especies en Campo					
Responsable:		Arteaga Pérez María Paz		Hora:	12:41:52
Lugar de Recolección:		Subcuenca Pachacoto – Áncash			
Punto / Referencia:		PM <sub>2</sub> – Ref. Puyas		Fecha:	24/08/2018
Coordenadas UTM:		X: 0249941			
		Y: 8907676			
Altitud:		4241 m.s.n.m			
Cantidad	Nombre Común	Nombre Científico	Familia	Observaciones	
12	Cóndor Cebolla	<i>Werneria nubigena</i>	Asteraceae		
10	Ichu	<i>Stipa ichu</i>	Poaceae	Se observa que la especie es predominante en el bofedal	

Fuente: Elaboración Propia, 2018

**Cuadro N° 21 - Registro de Especies de Flora en el Bofedal PM<sub>3</sub> – Sector Carpa**

Registro de Especies en Campo					
Responsable:		Arteaga Pérez María Paz		Hora:	14:47:44
Lugar de Recolección:		Subcuenca Pachacoto - Áncash			
Punto / Referencia:		PM <sub>3</sub> – Ref. Sector Carpa		Fecha:	24/08/2018
Coordenadas UTM:		X: 0245469			
		Y: 8905800			
Altitud:		4173 m.s.n.m			
Cantidad	Nombre Común	Nombre Científico	Familia	Observaciones	
		<i>Calamagrostis rigescens</i>	Poaceae	Se encuentran junto a otra especie, se aprecia cantidad considerable en toda el área del bofedal	
		<i>Oreobolus obtusangulus</i>	Cyperaceae	Se observan varias hojas en un solo cojín de la especie, no se contabiliza ya que es predominante en el bofedal	

Fuente: Elaboración Propia, 2018

### 3.7. Resultados del Muestreo de Agua en Época Húmeda

El muestreo de Calidad de Agua se realizó el día 09 de Noviembre del 2018, se inició a las 10:45 am, en el primer bofedal teniendo como referencia el (Desvío a Pastoruri), el segundo bofedal tiene como referencia (Puyas) y el tercer bofedal (Sector Carpa).

**Cuadro N° 22 - Muestreo de Agua en la Entrada del Bofedal PM<sub>1</sub> – Ref. Dv. Pastoruri**

Recolección de Datos en Campo (Muestreo de Agua en la Entrada del Bofedal)													
Responsable:		Arteaga Pérez María Paz						Hora:	10:45				
Lugar de Recolección:		Subcuenca Pachacoto - Áncash											
Punto / Referencia:		PM <sub>1</sub> - Ref. Desvío a Pastoruri											
Coordenadas UTM:		X:	0260725			Fecha:	9/11/2018						
		Y:	8904852										
Altitud:		4867 m.s.n.m											
Parámetros	Unidades	Repetición 1			Valor Promedio	Repetición 2			Valor Promedio	Repetición 3			Valor Promedio
		v1	v2	v3		v1	v2	v3		v1	v2	v3	
pH	Ácido - Básico	5.43	5.45	5.46	5.45	5.49	5.49	5.49	5.49	5.5	5.5	5.51	5.50
Oxígeno Disuelto	ppm	1.82	1.82	1.81	1.82	2.02	1.86	1.82	1.90	2.1	1.91	1.82	1.94
Conductividad Eléctrica	μS/cm	131	130	129	130.00	83	83	80	82.00	78	78	78	78.00
Temperatura	°C	7.29	7.31	7.33	7.31	7.51	8.11	8.52	8.05	7.45	7.52	7.53	7.50
Turbidez	NTU	1.75	1.76	1.72	1.74	1.91	1.82	1.74	1.82	1.42	1.44	1.4	1.42
Sólidos Totales Disueltos	ppm	65	65	63	64	40	41	40	40	39	39	39	39

**Fuente:** Elaboración Propia, 2018

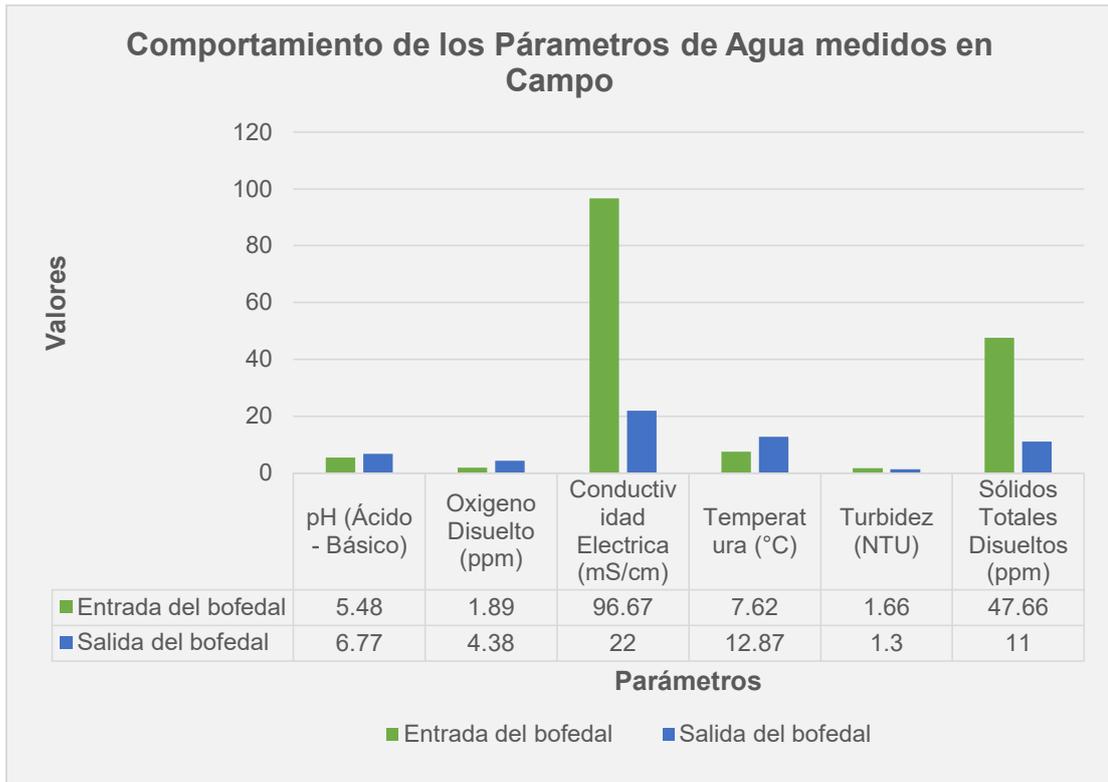
El cuadro N° 22 muestra los resultados de los parámetros medidos en campo, cuyo pH promedio es 5.48, según la escala del pH es considerado ligeramente ácido, la concentración del oxígeno disuelto promedio es de 1.87 ppm, que de acuerdo al Estándar de Calidad Ambiental para Agua (Categoría 4 – E1) el OD, debe ser  $\geq$  a 5 ppm, el valor de OD medido en campo registra menor concentración, la temperatura del agua promedio es 7.62°C, la turbiedad del agua es baja, la concentración de los sólidos totales disueltos y la conductividad eléctrica, tienen concentraciones altas de 47.66 ppm y 96.7 μS/cm.

**Cuadro N° 23 - Muestreo de Agua en la Salida del Bofedal PM<sub>2</sub> – Ref. Dv. Pastoruri**

Recolección de Datos en Campo (Muestreo de Agua en la Salida del Bofedal)														
Responsable:		Arteaga Pérez María Paz							Hora:	12:10				
Lugar de Recolección:		Subcuenca Pachacoto - Ancash								Fecha:	9/11/2018			
Punto / Referencia:		PM <sub>2</sub> - Ref. Desvío a Pastoruri												
Coordenadas UTM:		X:	0260479						Fecha:	9/11/2018				
		Y:	8904955											
Altitud:		4867 m.s.n.m												
Parámetros	Unidades	Repetición 1				Valor Promedio	Repetición 2			Valor Promedio	Repetición 3			Valor Promedio
		v1	v2	v3	v1		v2	v3	v1		v2	v3		
pH	Ácido - Básico	6.88	6.83	6.78	<b>6.83</b>	6.76	6.74	6.75	<b>6.75</b>	6.73	6.72	6.73	<b>6.73</b>	
Oxígeno Disuelto	ppm	4.41	4.41	4.41	<b>4.41</b>	4.36	4.36	4.36	<b>4.36</b>	4.37	4.37	4.37	<b>4.37</b>	
Conductividad Eléctrica	μS/cm	22	22	22	<b>22.00</b>	22	22	22	<b>22.00</b>	22	22	22	<b>22.00</b>	
Temperatura	°C	12.81	12.84	12.86	<b>12.84</b>	12.9	12.9	12.89	<b>12.90</b>	12.88	12.86	12.85	<b>12.86</b>	
Turbidez	NTU	1.25	1.36	1.2	<b>1.27</b>	1.25	1.25	1.3	<b>1.27</b>	1.36	1.4	1.3	<b>1.35</b>	
Sólidos Totales Disueltos	ppm	11	11	11	<b>11</b>	11	11	11	<b>11</b>	11	11	11	<b>11</b>	

**Fuente:** Elaboración Propia, 2018

El cuadro N° 23 muestra los resultados de los parámetros medidos en campo, cuyo pH promedio es 6.77, según la escala del pH se considera ligeramente ácido, la concentración del oxígeno disuelto promedio es de 4.38 ppm, el valor de OD medido en campo registra menor concentración, de acuerdo al Estándar de Calidad Ambiental para Agua (Categoría 4 – E1) el OD debe ser  $\geq$  a 5 ppm, la temperatura del agua promedio es 12.87°C, la turbiedad del agua es baja, la concentración de los sólidos totales disueltos y la conductividad eléctrica, tienen concentraciones de 11 ppm y 22 μS/cm.



**Fuente:** Elaboración Propia, 2018

**Gráfico N° 9 - Comportamiento de los Parámetros de Agua del Bofedal PM<sub>1</sub> y PM<sub>2</sub> – Ref. Dv. Pastoruri en Campo.**

**Cuadro N° 24 - Muestreo de Agua en la Entrada del Bofedal PM<sub>1</sub> – Ref. Puyas**

Recolección de Datos en Campo (Muestreo de Agua en la Entrada del Bofedal)													
Responsable:		Arteaga Pérez María Paz							Hora:	13:20			
Lugar de Recolección:		Subcuenca Pachacoto - Áncash											
Punto / Referencia:		PM <sub>1</sub> - Ref. Puyas											
Coordenadas UTM:		X:	0249845					Fecha:	9/11/2018				
		Y:	8907875										
Altitud:		4237 m.s.n.m											
Parámetros	Unidades	Repetición 1			Valor Promedio	Repetición 2			Valor Promedio	Repetición 3			Valor Promedio
		v1	v2	v3		v1	v2	v3		v1	v2	v3	
pH	Ácido - Básico	3.83	3.82	3.81	<b>3.82</b>	3.78	3.75	3.76	<b>3.76</b>	3.71	3.71	3.7	<b>3.71</b>
Oxígeno Disuelto	ppm	5.35	5.25	5.26	<b>5.29</b>	5.23	5.24	5.19	<b>5.22</b>	5.23	5.24	5.23	<b>5.23</b>
Conductividad Eléctrica	μS/cm	187	262	262	<b>237.00</b>	262	262	263	<b>262.33</b>	262	262	262	<b>262.00</b>
Temperatura	°C	10.02	10	10	<b>10.02</b>	10.01	10	10	<b>10.00</b>	10	10	10	<b>10.00</b>
Turbidez	NTU	16.1	16.2	16.2	<b>16.17</b>	16.5	16.4	16.1	<b>16.33</b>	16.6	16.7	16.4	<b>16.57</b>
Sólidos Totales Disueltos	ppm	131	131	131	<b>131</b>	131	131	131	<b>131</b>	131	131	131	<b>131</b>

**Fuente:** Elaboración Propia, 2018

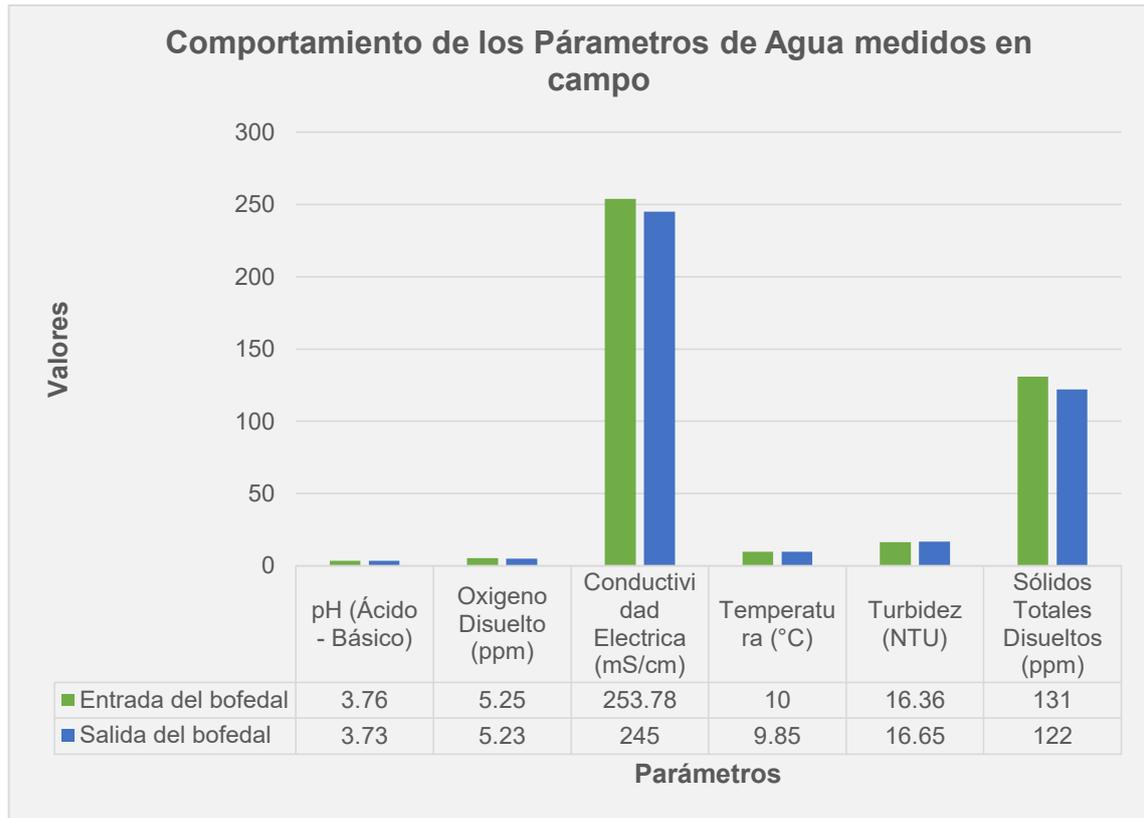
El cuadro N° 24 muestra los resultados de los parámetros medidos en campo, cuyo pH promedio es 3.76, según la escala del pH es considerado ácido, la concentración de oxígeno disuelto promedio es 5.25 ppm, de acuerdo al Estándar de Calidad Ambiental para Agua (Categoría 4 – E1) el OD debe ser  $\geq$  a 5 ppm, el agua del bofedal registra dicho valor establecido, la temperatura del agua es 10°C, la turbiedad del agua es alta, la concentración de sólidos totales disueltos de 131 ppm y por ende la conductividad eléctrica aumenta siendo 253.77 μS/cm.

**Cuadro N° 25 - Muestreo de Agua en la Salida del Bofedal PM<sub>2</sub> – Ref. Puyas**

Recolección de Datos en Campo (Muestreo de Agua en la Salida del Bofedal)														
Responsable:		Arteaga Pérez María Paz							Hora:	13:55				
Lugar de Recolección:		Subcuenca Pachacoto - Áncash												
Punto / Referencia:		PM <sub>2</sub> - Ref. Puyas							Fecha:	9/11/2018				
Coordenadas UTM:		X:	0250010											
		Y:	8907485											
Altitud:		4229 m.s.n.m												
Parámetros	Unidades	Repetición 1			Valor Promedio	Repetición 2			Valor Promedio	Repetición 3			Valor Promedio	
		v1	v2	v3		v1	v2	v3		v1	v2	v3		
pH	Ácido - Básico	3.57	3.57	3.56	<b>3.57</b>	3.92	3.94	3.78	<b>3.88</b>	3.66	3.85	3.71	<b>3.74</b>	
Oxígeno Disuelto	ppm	5.33	5.32	5.31	<b>5.32</b>	5.16	5.17	5.15	<b>5.16</b>	5.21	5.17	5.23	<b>5.20</b>	
Conductividad Eléctrica	µS/cm	260	260	261	<b>260.33</b>	225	231	233	<b>229.67</b>	252	237	246	<b>245.00</b>	
Temperatura	°C	9.81	9.81	9.81	<b>9.81</b>	9.92	9.87	9.91	<b>9.90</b>	9.84	9.85	9.84	<b>9.84</b>	
Turbidez	NTU	16.6	16.8	16.9	<b>16.77</b>	16.3	16.6	16.4	<b>16.43</b>	16.9	16.8	16.6	<b>16.77</b>	
Sólidos Totales Disueltos	ppm	130	130	130	<b>130.00</b>	113	118	115	<b>115.33</b>	121	122	119	<b>120.67</b>	

**Fuente:** Elaboración Propia, 2018

El cuadro N° 25 muestra los resultados de los parámetros medidos en campo, cuyo pH promedio es 3.73, según la escala del pH es considerado ácido, la concentración de oxígeno disuelto promedio es 5.23 ppm, de acuerdo al Estándar de Calidad Ambiental para Agua (Categoría 4 – E1) el OD debe ser  $\geq$  a 5 ppm, el agua del bofedal registra dicho valor establecido, la temperatura del agua promedio es 9.85 °C, la turbiedad del agua es alta, la concentración de sólidos totales disueltos de 122 ppm y por ende la conductividad eléctrica aumenta siendo 245 µS/cm.



**Fuente: Elaboración Propia, 2018**

**Gráfico N° 10 - Comportamiento de los Parámetros de Agua del bofedal PM<sub>1</sub> y PM<sub>2</sub> – Ref. Puyas en Campo**

**Cuadro N° 26 - Muestreo de Agua en la Entrada del Bofedal PM<sub>1</sub> – Ref.**

**Sector Carpa**

Recolección de Datos en Campo (Muestreo de Agua en la Entrada del Bofedal)													
Responsable:		Arteaga Pérez María Paz							Hora:	14:46			
Lugar de Recolección:		Subcuenca Pachacoto - Áncash											
Punto / Referencia:		PM <sub>1</sub> - Ref. Sector Carpa											
Coordenadas UTM:		X:	0245541					Fecha:	9/11/2018				
		Y:	8905671										
Altitud:		4201 m.s.n.m											
Parámetros	Unidades	Repetición 1			Valor Promedio	Repetición 2			Valor Promedio	Repetición 3			Valor Promedio
		v1	v2	v3		v1	v2	v3		v1	v2	v3	
pH	Ácido - Básico	5.47	5.8	5.89	<b>5.72</b>	6.04	6.1	6.15	<b>6.10</b>	6.19	6.23	6.27	<b>6.23</b>
Oxígeno Disuelto	ppm	5.03	5	4.99	<b>5.01</b>	4.98	4.98	4.97	<b>4.98</b>	4.97	4.96	4.96	<b>4.96</b>
Conductividad Eléctrica	μS/cm	70	73	75	<b>72.67</b>	75	77	79	<b>77.00</b>	78	78	77	<b>77.67</b>
Temperatura	°C	9.85	9.85	9.89	<b>9.86</b>	9.97	10	10.04	<b>10.00</b>	10.09	10.11	10.14	<b>10.11</b>
Turbidez	NTU	57.4	56.3	55.8	<b>56.50</b>	43.9	40.8	42.9	<b>42.53</b>	33.7	32.7	31.7	<b>32.70</b>
Sólidos Totales Disueltos	ppm	35	37	37	<b>36</b>	39	39	39	<b>39</b>	39	39	39	<b>39</b>

**Fuente:** Elaboración Propia, 2018

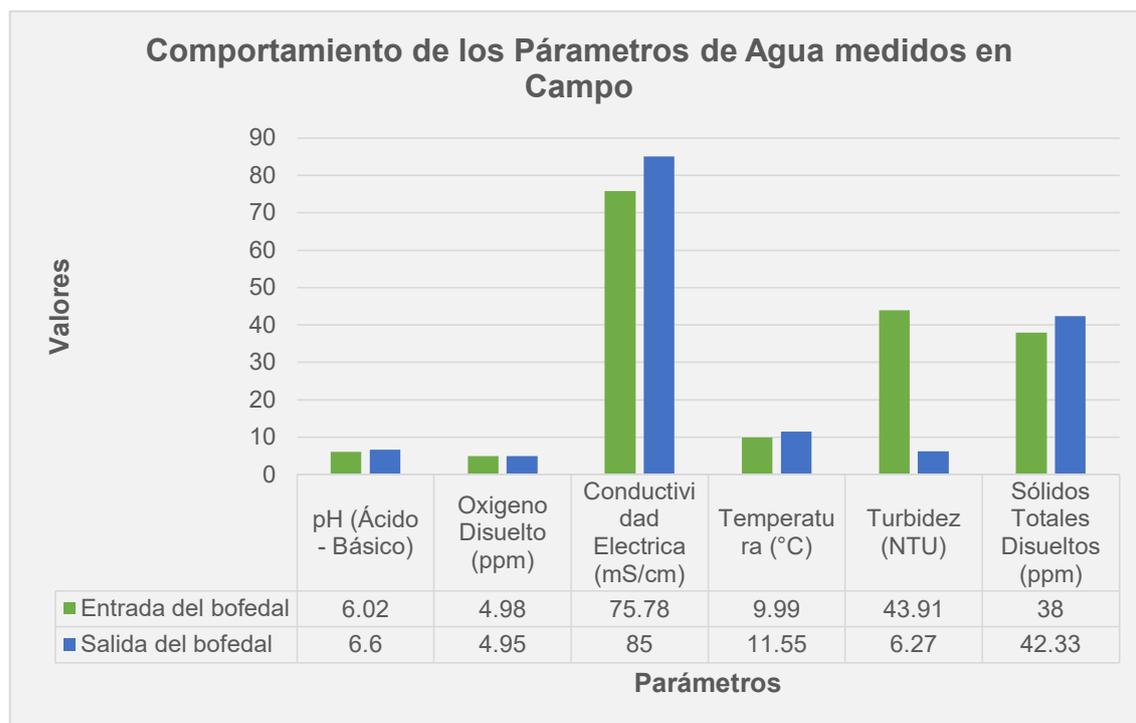
El cuadro N° 26 muestra los resultados de los parámetros medidos en campo, cuyo pH promedio es 6.02, según la escala del pH se considera neutro, la concentración del oxígeno disuelto promedio es de 4.98 ppm, el valor de OD medido en campo registra menor concentración, de acuerdo al Estándar de Calidad Ambiental para Agua (Categoría 4 – E1) el OD debe ser  $\geq$  a 5 ppm, la temperatura del agua promedio es 9.99°C, la turbiedad del agua es muy alta, cuyo valor es 43.91 NTU, debido a la presencia de partículas suspendidas, presencia de sedimentos por la erosión del suelo a consecuencia de la precipitación, es importante mencionar al registrar valores altos de turbiedad, la concentración de OD, tiende a disminuir debido a que las partículas impiden el ingreso de la luz solar, evitando la fotosíntesis de las plantas, la concentración de los sólidos totales disueltos y la conductividad eléctrica, tienen concentraciones de 38 ppm y 75.78 μS/cm.

**Cuadro N° 27 - Muestreo de Agua en la Salida del Bofedal PM<sub>2</sub>– Ref. Sector Carpa**

Recolección de Datos en Campo (Muestreo de Agua en la Salida del Bofedal)														
Responsable:		Arteaga Pérez María Paz							Hora:	15:00				
Lugar de Recolección:		Subcuenca Pachacoto - Ancash												
Punto / Referencia:		PM <sub>2</sub> - Ref. Sector Carpa							Fecha:	9/11/2018				
Coordenadas UTM:		X:	245611											
		Y:	8905934											
Altitud:		4162 m.s.n.m												
Parámetros	Unidades	Repetición 1			Valor Promedio	Repetición 2			Valor Promedio	Repetición 3			Valor Promedio	
		v1	v2	v3		v1	v2	v3		v1	v2	v3		
pH	Ácido - Básico	6.39	6.4	6.41	<b>6.40</b>	6.73	6.71	6.73	<b>6.72</b>	6.67	6.72	6.71	<b>6.70</b>	
Oxígeno Disuelto	ppm	4.99	4.98	4.99	<b>4.99</b>	4.91	4.91	4.9	<b>4.91</b>	4.94	4.94	4.94	<b>4.94</b>	
Conductividad Eléctrica	µS/cm	84	84	84	<b>84.00</b>	85	85	85	<b>85.00</b>	86	86	86	<b>86.00</b>	
Temperatura	°C	11.14	11.16	11.16	<b>11.15</b>	11.55	11.6	11.63	<b>11.59</b>	11.87	11.91	11.94	<b>11.91</b>	
Turbidez	NTU	6.55	6.02	6.19	<b>6.25</b>	6.3	6.1	6.84	<b>6.41</b>	6.48	5.73	6.24	<b>6.15</b>	
Sólidos Totales Disueltos	ppm	40	41	42	<b>41.00</b>	43	43	43	<b>43.00</b>	43	43	43	<b>43.00</b>	

**Fuente: Elaboración Propia, 2018**

El cuadro N° 27 muestra los resultados de los parámetros medidos en campo, cuyo pH promedio es 6.60, según la escala del pH es considerado ligeramente ácido, la concentración de oxígeno disuelto promedio es 4.94 ppm, el valor de OD medido en campo registra menor concentración, de acuerdo al Estándar de Calidad Ambiental para Agua (Categoría 4 – E1) el OD debe ser  $\geq$  a 5 ppm, la temperatura del agua promedio es 11.55 °C, la turbiedad del agua es 6.27 NTU, es baja en comparación con el valor de turbiedad medido en la entrada del bofedal, la concentración de sólidos totales disueltos de 42.33 ppm y por ende la conductividad eléctrica aumenta siendo 85 µS/cm.



**Fuente:** Elaboración Propia, 2018

**Gráfico N° 11 - Comportamiento de los Parámetros de Agua del bofedal PM<sub>1</sub> y PM<sub>2</sub>– Ref. Sector Carpa en Campo**

El muestreo de Demanda Bioquímica de Oxígeno se realizó en la entrada y salida de cada punto en los 3 bofedales, las muestras de agua fueron analizadas en el Laboratorio de Calidad Ambiental de la Universidad Nacional Santiago Antúnez de Mayolo.

**Cuadro N° 28 - Análisis de Demanda Bioquímica de Oxígeno**

Análisis de Demanda Bioquímica de Oxígeno					
Código	Fecha	Hora	Unidad	Límite de Detección	Resultado
PM <sub>1</sub> - Pastoruri	09/11/18	11:12	mg/L	1	3
PM <sub>2</sub> - Pastoruri	09/11/18	12:15	mg/L	1	3
PM <sub>1</sub> - Puyas	09/11/18	13:23	mg/L	1	<1
PM <sub>2</sub> - Puyas	09/11/18	14:03	mg/L	1	<1
PM <sub>1</sub> – Bofedal 3	09/11/18	14:48	mg/L	1	11
PM <sub>2</sub> – Bofedal 3	09/11/18	15:06	mg/L	1	15

**Fuente:** Elaboración Propia, 2018 – Resultados obtenidos del informe de Ensayo

El cuadro N° 28 muestra los resultados obtenidos en el PM<sub>1</sub> – Ref. Dv. Pastoruri, PM<sub>2</sub> – Ref. Dv. Pastoruri, tienen como valor 3 mg/L, en el segundo punto de muestreo de entrada y salida del bofedal PM<sub>1</sub> – Ref. Puyas, PM<sub>2</sub> – Ref. Puyas el valor es menor a 1, y en tercer punto del bofedal en el punto de entrada PM<sub>1</sub> – Ref. Sector Carpa es 11 mg/L y en el punto de salida PM<sub>2</sub> – Ref. Sector Carpa.

### 3.8. Resultado del Muestreo de Suelo en Época Húmeda

La recolección de muestras de suelo inició a las 11:40 am del día 09 de Noviembre del 2018.

**Cuadro N° 29 - Resultado de la Clase Textural de Suelo de Bofedales**

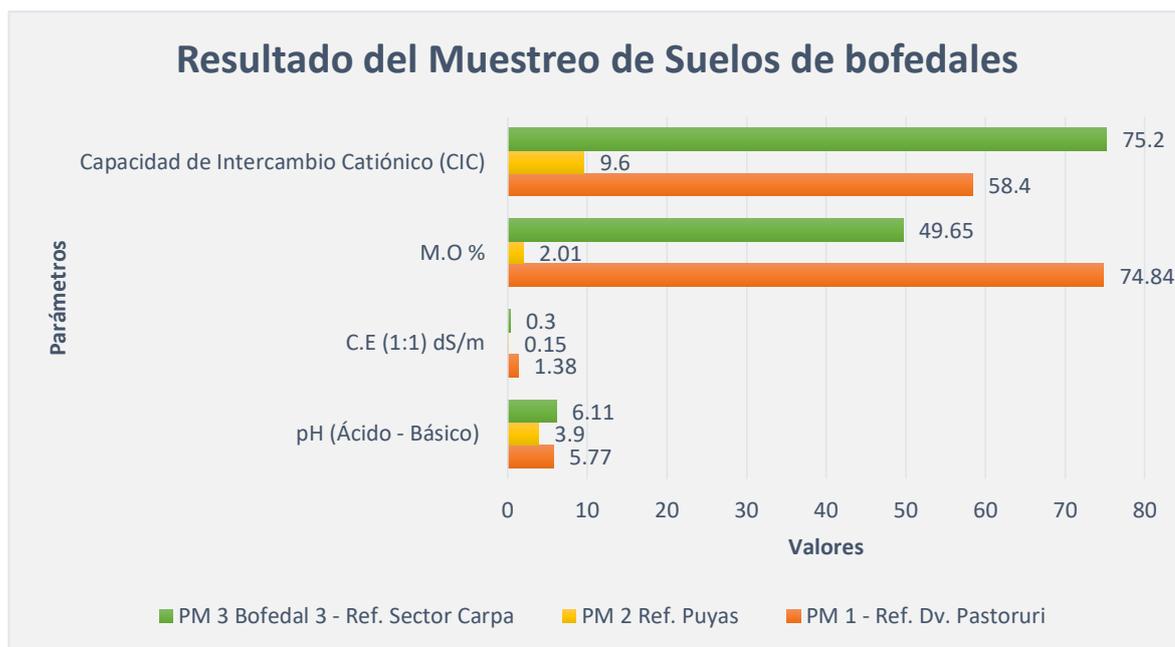
Código	Arena (%)	Limo (%)	Arcilla (%)	Clase Textural	
PM <sub>1</sub> – Ref. Dv. Pastoruri	Material Orgánico				
PM <sub>2</sub> – Ref. Puyas	84	9	7	A.Fr	Arena Franca
PM <sub>3</sub> - Bofedal 3 Ref. Sector Carpa	Material Orgánico				

**Fuente:** Elaboración Propia – Resultados obtenidos del Análisis, 2018

**Cuadro N° 30 - Resultados de los Parámetros Analizados de Suelo de Bofedales**

Código	pH (1:1) Ácido – Básico	C.E (1:1) dS/m	M.O %	Capacidad de Intercambio Catiónico (CIC)
PM <sub>1</sub> – Ref. Dv. Pastoruri	5.77	1.38	74.84	58.40
PM <sub>2</sub> – Ref. Puyas	3.90	0.15	2.01	9.60
PM <sub>3</sub> - Bofedal 3 Ref. Sector Carpa	6.11	0.30	49.65	75.20

**Fuente:** Elaboración Propia – Resultados obtenidos del Análisis, 2018



**Fuente:** Elaboración Propia – Resultados obtenidos del Análisis en el Laboratorio de Suelos – UNALM, 2018

#### Gráfico N° 12 - Resultado del Muestreo de Suelo

En el cuadro N° 29 y 30 muestran resultados de los parámetros determinados en el Laboratorio de Análisis de Suelos, en cuanto al bofedal PM1 – Ref. Dv. Pastoruri tiene un pH de 5.77, siendo un suelo moderadamente ácido, % Materia Orgánica de 74.84 es alto, la capacidad de intercambio catiónico CIC es 58.40 y la Conductividad Eléctrica 1.38 dS/m, es un suelo ligeramente salino, el suelo de bofedal es predominante la especie de flora *Distichia muscoides* cuyas raíces aproximadamente llegan a los 20 cm de profundidad, el suelo se caracteriza por el color oscuro.

En el bofedal PM2 – Ref. Puyas tiene un pH de 3.90, siendo un suelo fuertemente ácido, en el % Materia Orgánica es de 2.01 cuyo valor es medio de acuerdo a la clasificación de suelos, la capacidad de intercambio catiónico CIC es 9.60 y la Conductividad Eléctrica 0.15 dS/m, es un suelo muy ligeramente salino, el suelo del bofedal se caracteriza por ser de textura Arena Franca, en el punto donde se recolectó la muestra se observó un suelo poco húmedo con presencia de vegetación de *Werneria nubigena* y *Stipa ichu*.

En el bofedal PM<sub>3</sub> – Ref. Sector Carpa tiene un pH de 6.11, es un suelo ligeramente ácido, el % Materia Orgánica es de 49.65, muestra un alto contenido de m.o, la capacidad de intercambio catiónico CIC es 75.20, la Conductividad Eléctrica 0.30 dS/m, es un suelo muy ligeramente salino y la textura determinada fue como material orgánico, se observó mayor presencia de vegetación de *Oreobolus obtusangulus*.

### **3.9. Especies Registradas en Campo en Época Húmeda**

El registro de especies se realizó el día 24 de Agosto del 2018, se identificó las especies de flora así mismo se contabilizó algunas de acuerdo a la especie, en época seca.

En la segunda fecha de trabajo de campo realizado el día 09 de Noviembre del 2018, se observó mayor desarrollo de la cobertura vegetal (bofedales), lo cual significa que en la temporada de lluvias se incrementa la cobertura vegetal y en época seca las especies se mantienen.

### **3.10. Prueba de Hipótesis**

Mediante el software SPSS, se verifica si la precipitación tiene relación con el índice de diferencia normalizada (NDVI) en los 3 puntos de los bofedales de la Subcuenca Pachacoto, para ello se realizó la prueba de normalidad.

H<sub>0</sub>: Los datos procesados muestran una distribución normal

H<sub>1</sub>: Los datos procesados no muestran una distribución normal

**Cuadro N° 31 - Prueba de Normalidad**

Pruebas de normalidad							
	Año	Kolmogorov-Smirnov <sup>a</sup>			Shapiro-Wilk		
		Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
NDVI PM <sub>1</sub> - Ref. Dv.	2010	0,239	7	0,200*	0,829	7	0,078
Pastoruri	2018	0,311	5	0,129	0,824	5	0,126
NDVI PM <sub>2</sub> - Ref. Puyas	2010	0,257	7	0,178	0,822	7	0,067
	2018	0,231	5	0,200*	0,935	5	0,629
NDVI PM <sub>3</sub> - Ref. Sector Carpa	2010	0,155	7	0,200*	0,962	7	0,834
	2018	0,371	5	0,023	0,767	5	0,043

**Fuente:** Elaboración Propia – Datos obtenidos de SPSS Statistics, 2018

Si el nivel de significancia “Sig.” es < a 0.05  $\equiv$  5% los datos no son normales

Si el nivel de significancia “Sig.” es > a 0.05  $\equiv$  5% los datos son normales

El cuadro N° 31 muestra las pruebas de normalidad de Kolmogorov-Smirnov, cabe recalcar que este tipo de prueba se realiza para muestras mayores a 30; Shapiro-Wilk, es la prueba de normalidad más adecuada para muestras menores a 30.

De acuerdo a los resultados obtenidos en la prueba de normalidad de Shapiro-Wilk, la probabilidad estadística de acuerdo a un nivel de significancia es mayor a 0.05  $\equiv$  5%, por lo tanto es un estadístico paramétrico.

También se realizó la correlación de Pearson con la finalidad de medir el grado de relación que existe entre el índice de diferencia normalizada (NDVI) y la precipitación.

A continuación, se presenta los resultados obtenidos de acuerdo a la hipótesis planteada.

H<sub>0</sub>: Existe un grado de relación entre el índice de diferencia normalizada (NDVI) y la precipitación.

H<sub>1</sub>: No existe un grado de relación entre el índice de diferencia normalizada (NDVI) y la precipitación

**Cuadro N° 32 - Correlaciones entre el índice de vegetación de diferencia normalizada y la precipitación**

**Correlaciones**

		Año	Precipitación	NDVI PM <sub>1</sub> - Ref. Pastoruri	NDVI PM <sub>3</sub> - Ref. Sector Carpa	NDVI PM <sub>2</sub> - Ref. Puyas
Año	Correlación de Pearson	1	,241	,403	,738*	,141
	Sig. (bilateral)		,565	,322	,037	,740
	N	8	8	8	8	8
Precipitación	Correlación de Pearson	,241	1	-,429	-,056	,082
	Sig. (bilateral)	,565		,164	,863	,801
	N	8	12	12	12	12
NDVI PM <sub>1</sub> - Ref. Pastoruri	Correlación de Pearson	,403	-,429	1	,592*	,628*
	Sig. (bilateral)	,322	,164		,043	,029
	N	8	12	12	12	12
NDVI PM <sub>2</sub> - Ref. Sector Carpa	Correlación de Pearson	,738*	-,056	,592*	1	,396
	Sig. (bilateral)	,037	,863	,043		,203
	N	8	12	12	12	12
NDVI PM <sub>3</sub> - Ref. Puyas	Correlación de Pearson	,141	,082	,628*	,396	1
	Sig. (bilateral)	,740	,801	,029	,203	
	N	8	12	12	12	12

**Fuente:** Elaboración Propia, Datos obtenidos de SPSS Statistics, 2018

Si el nivel de significancia "Sig." es  $< a 0.05 \equiv 5\%$  se acepta la hipótesis nula  $H_0$ .  
 Si el nivel de significancia "Sig." es  $> a 0.05 \equiv 5\%$  se rechaza la hipótesis nula  $H_0$

El cuadro N° 32 muestra los resultados obtenidos en la correlación de Pearson y el nivel de significancia "Sig." es  $> a 0.05 \equiv 5\%$ , se rechaza la hipótesis nula  $H_0$ , a partir de los valores obtenidos en la correlación que son 0.169 y 0.863, se concluye de que no necesariamente existe un grado de relación entre el índice de diferencia normalizada (NDVI) y la precipitación para el NDVI de los bofedales PM<sub>1</sub> - Ref. Dv. Pastoruri y PM<sub>3</sub> - Ref. Sector Carpa.

Para establecer una relación entre el NDVI y la precipitación, la correlación de Pearson debe ser mayor a 0.05, se concluye que de acuerdo a los valores obtenidos solo el NDVI PM<sub>1</sub> – Ref. Puyas con un valor de correlación de 0.082 si tiene un grado de relación con la precipitación.

#### **IV. DISCUSIÓN DE RESULTADOS**

En la investigación realizada se establecieron dos años diferentes en la que de acuerdo a los niveles de precipitación mensual para cada año, se estableció épocas húmedas y secas, por consiguiente se realizó el cálculo del Índice de Vegetación de Diferencia Normalizada (NDVI), para el año 2010 en Época Húmeda considerado en el mes de Febrero el NDVI está entre los valores -0.06 – 0.03 para el bofedal PM<sub>1</sub> – Ref. Dv. Pastoruri, para el bofedal PM<sub>2</sub> – Ref. Puyas y PM<sub>3</sub> – Ref. Sector Carpa los valores son entre -0.032 – 0.006; y en el mes de Abril para el bofedal PM<sub>1</sub> – Ref. Dv. Pastoruri los valores de NDVI están entre -0.019 – 0.104, para el bofedal PM<sub>2</sub> – Ref. Puyas y PM<sub>3</sub> – Ref. Sector Carpa los valores son entre 0.353 – 0.807.

En la época seca del año 2010, en los meses de Mayo los valores de NDVI para el bofedal PM<sub>1</sub> – Ref. Dv. Pastoruri 0.337 – 0.782, para el bofedal PM<sub>2</sub> – Ref. Puyas y PM<sub>3</sub> – Ref. Sector Carpa los valores son entre 0.202 – 0.337; en el mes de Junio en el bofedal PM<sub>1</sub> – Ref. Dv. Pastoruri 0.025 – 0.093, para el bofedal PM<sub>2</sub> – Ref. Puyas y PM<sub>3</sub> – Ref. Sector Carpa los valores son entre 0.093 – 0.192 y en el mes de Agosto en los 3 puntos de los bofedales los valores de NDVI fluctúan entre 0.200 – 0.590.

En el año 2018, en época húmeda en el mes de Enero, el NDVI para el bofedal PM<sub>1</sub> – Ref. Dv. Pastoruri y el bofedal PM<sub>2</sub> – Ref. Puyas está entre los valores 0.19 – 0.28, en cuanto el bofedal PM<sub>3</sub> – Ref. Sector Carpa los valores son entre 0.28 – 0.60; y en el mes de Marzo el NDVI para el bofedal PM<sub>1</sub> – Ref. Dv. Pastoruri y el bofedal PM<sub>3</sub> – Ref. Sector Carpa está entre los valores -0.06 – 0.037, y para el bofedal PM<sub>2</sub> – Ref. Puyas los valores son entre 0.037 – 0.075.

En época seca los valores de NDVI en el mes de Julio para los 3 puntos de los bofedales es de 0.214 – 0.493, el mes de Agosto en el bofedal PM<sub>1</sub> – Ref. Dv. Pastoruri los valores fluctúan 0.078 – 0.137, el bofedal PM<sub>2</sub> – Ref. Puyas está entre los valores 0.137 – 0.2148, y para el bofedal PM<sub>3</sub> – Ref. Sector Carpa los valores son entre 0.214 – 0.522), finalmente en el mes de Setiembre los valores de NDVI para el bofedal PM<sub>1</sub> – Ref. Dv. Pastoruri y el bofedal PM<sub>3</sub> – Ref. Sector Carpa está entre los valores 0.2032 – 0.462, y para el bofedal PM<sub>2</sub> – Ref. Puyas los valores son entre 0.1286 – 0.2032.

Teniendo como valor mínimo -0.019 y un valor máximo de 0.6, para los dos años 2010 y 2018 respectivamente.

Conforme a lo mencionado por GARCÍA, Jorge *et al.* (2016), en la publicación de su artículo de revista, obtuvo resultados del Índice de Vegetación de Diferencia Normalizada (NDVI), que zonificaron a los bofedales que se encuentran dentro de la Cuenca del Río Chillón tuvo como valor mínimo fue 0.436, un valor máximo de 0.832 y un valor promedio de 0.602.

Los resultados obtenidos del Índice de Vegetación de Diferencia Normalizada NDVI por GARCÍA, Jorge *et al.* (2016), fue realizado en época seca en el mes Mayo del 2014, en los cuales el valor máximo y mínimo ambos son positivos, sin embargo cabe recalcar que en la investigación realizada también existen valores mínimos negativos, debido a que las imágenes que fueron procesadas durante los meses de Enero a Marzo y Octubre a Diciembre, son periodos húmedos, por ende la presencia de nubosidad es mayor a 70%, influyendo en el cálculo del NDVI para los años 2010 y 2018, establecidos en la investigación.

En la investigación realizada se puede considerar un bofedal a partir de un valor de NDVI de 0.2032, de acuerdo a los mapas realizados, cuyo valor es menor en comparación al valor de NDVI obtenido en los puntos de la Subcuenca Yanayacu.

El informe de elaboración del inventario de bofedales se desarrolló en la subcuenca Yanayacu y Vilcanota, que se encuentran en diferentes departamentos, en este caso se realiza una comparación entre la Subcuenca Yanayacu y Pachacoto ambas ubicadas en el Departamento de Áncash, los resultados obtenidos del cálculo del NDVI los valores se encuentran entre 0.5 y 0.7 (P<sub>1</sub>) y 0.4 y 0.7 para los puntos (P<sub>2</sub>, P<sub>3</sub> y P<sub>4</sub>), valores con los cuales logró clasificar a un bofedal.

En cuanto al monitoreo de la calidad de agua en puntos de entrada y salida para cada uno de los 3 bofedales, PM<sub>1</sub> – Ref. Dv. Pastoruri, PM<sub>2</sub> – Ref. Puyas y PM<sub>3</sub> – Ref. Sector Carpa, en época húmeda y seca del año 2018, conforme a los resultados obtenidos en el bofedal PM<sub>1</sub> – Ref. Dv. Pastoruri el pH es ligeramente ácido con un valor promedio de 6.08, en el bofedal PM<sub>2</sub> – Ref. Puyas el pH es moderadamente ácido con un valor promedio de 3.70 y el bofedal PM<sub>3</sub> – Ref. Sector Carpa el pH es ligeramente ácido con un valor de 6.64, en comparación de acuerdo al informe de monitoreo de la calidad de agua en la Subcuenca Pachacoto en los puntos cercanos a la investigación que son los códigos de puntos de monitoreo PACH-AG- 01 (Quebrada Yanapampa), PACH-AG-07 (Quebrada Padia) registran un pH es ácido, PACH-AG–09 (Aportante Quebrada Pumapampa) registra un pH normal, por lo que se concluye que hay diferencia entre las mediciones realizadas entre los dos años, ya que también no especifica cuáles son los valores equivalentes a un pH ácido o normal.

## V. CONCLUSIONES

1. El índice de vegetación de diferencia normalizada, permitió establecer y clasificar un bofedal, a partir de los valores de 0.2032 para toda el área de estudio, cuyo resultado es contrastado con el mapa de cobertura vegetal de la Subcuenca Pachacoto, Cátac, Áncash.
2. De acuerdo a los niveles de precipitación para los años 2010 y 2018, al establecer las épocas húmedas y secas para cada año y realizar el cálculo del índice de vegetación de diferencia normalizada, contrastado con la prueba estadística realizada que fue la correlación de Pearson, la que debe ser mayor al nivel de significancia de 0.05, se concluye que en relación al bofedal PM<sub>1</sub> – Ref. Dv. Pastoruri y en el bofedal PM<sub>3</sub> – Ref. Sector Carpa, no hay influencia significativa de la precipitación sobre la cobertura vegetal de los bofedales en ambos años, debido a la presencia de filtraciones de agua proveniente de los glaciares y riachuelos que alimentan a los bofedales durante el año, en cuanto al bofedal PM<sub>2</sub> – Ref. Puyas la precipitación tiene cierto grado de influencia sobre la cobertura vegetal debido a la característica del suelo es seca, por ende la precipitación influye en el crecimiento y aumento de la especie principalmente *Stipa ichu*, especie que predomina en el bofedal.
3. La presencia de especies de flora como *Distichia muscoides*, *Huperzia crassa*, *Werneria nubigena*, *Calamagrostis rigescens*, *Oreobolus obtusangulus*, *Calamagrostis vicunarum* y *Stipa ichu* en ambas épocas permanecen, lo que caracteriza a la época húmeda, son los meses en que se registran mayores niveles de precipitación, lo que contribuye al aumento de cobertura vegetal.

4. Así mismo se concluye que los muestreos de agua y suelo realizados en ambas épocas seca y húmeda correspondientes al mes de Agosto y Noviembre, permitieron conocer los parámetros fisicoquímicos del agua de un bofedal y la calidad de suelo que presentan los puntos establecidos en cada bofedal donde se realizó el muestreo.

## **VI. RECOMENDACIONES**

- 1.** Enfatizar estudios o investigaciones en bofedales, debido a la importancia que poseen como fuente reguladora del sistema hídrico, por la vegetación permanente que existe.
- 2.** Implementar un inventario de especies de flora en cada punto de monitoreo en un periodo húmedo y seco, para identificar con mayor precisión especies endémicas.
- 3.** Realizar monitoreos anuales en relación a la presencia de vegetación en los bofedales, con la finalidad de obtener registros que permitan establecer una base de datos para generar escenarios futuros de pérdida o aumento de vegetación en los bofedales, en las que se establezcan medidas o planes de conservación.
- 4.** Considerar para el trabajo en campo como el monitoreo de la calidad de agua, es necesario considerar mayor tiempo por ejemplo una semana de monitoreo diario por cada mes para comparar comportamientos en diferentes días.

## VII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Autoridad Nacional del Agua. Priorización de Cuencas para la Gestión de los Recursos Hídricos, 2016 [Fecha de consulta: 13 de Mayo del 2018].

Disponible en:

[http://www.ana.gob.pe/sites/default/files/publication/files/priorizacion\\_de\\_cuencas\\_para\\_la\\_gestion\\_de\\_los\\_recursos\\_hidricos\\_ana.pdf](http://www.ana.gob.pe/sites/default/files/publication/files/priorizacion_de_cuencas_para_la_gestion_de_los_recursos_hidricos_ana.pdf)

CALVO Gómez, Vivian. Marco Conceptual y Metodológico para estimar el estado de salud de bofedales de alta montaña. Tesis (Título Profesional en Ingeniería Zootecnia). Lima: Universidad Nacional Agraria La Molina – UNALM, Facultad de Zootecnia, 2016. 110 pp.

Disponible en:

<http://repositorio.lamolina.edu.pe/bitstream/handle/UNALM/2604/P01-C349-T.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

CASAS Apaza, Viviana. Efecto de la Variabilidad Climática como Indicador del Cambio Climático en el Sistema Productivo dependiente de los bofedales de altura. Tesis (Título de Ingeniero Agrónomo). La Paz, Bolivia: Universidad Mayor de San Andrés, Facultad de Agronomía, 2015. 102 pp.

Disponible en: <http://repositorio.umsa.bo/bitstream/handle/123456789/6875/T-2174.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

CARO, Claudia *et al.* Respuesta de los pastizales altoandinos a la perturbación generada por extracción mediante la actividad de “champeo” en los terrenos de la Comunidad Campesina de Villa de Junín, Perú. Revista Ecología Aplicada [en línea]. vol. 13, n°2 Julio – Diciembre 2014, [Fecha de consulta: 19 de Mayo del 2018].

Disponible en: <http://www.scielo.org.pe/pdf/ecol/v13n2/a03v13n2.pdf>

*Caudal Ecológico*. World Wild for Nature. [en línea]. México: WWF. [Fecha de consulta: 13 de Mayo del 2018].

Disponible en: [http://awsassets.panda.org/downloads/fs\\_caudal\\_ecologico.pdf](http://awsassets.panda.org/downloads/fs_caudal_ecologico.pdf)

DE CASTRO, Manuel *et al.* Cambio Climático: un reto social inminente [en línea]. 2005. [Fecha de consulta: 12 de Mayo del 2018].

Disponible en:

[https://www.fuhem.es/media/cdv/file/biblioteca/Dossier/DOSSIER\\_CAMBIO\\_CLIMATICO.pdf](https://www.fuhem.es/media/cdv/file/biblioteca/Dossier/DOSSIER_CAMBIO_CLIMATICO.pdf)

DÍAZ, Paulina. Caracterización Ecológica de bofedales, Habitat de Vicuñas aplicando metodologías de teledetección y SIG Estudio de Caso: Reserva de Producción y Fauna Chimborazo. European Scientific Journal [en línea]. Diciembre 2016, n° 35. [Fecha de consulta: 27 de Junio del 2018].

Disponible en: <http://eujournal.org/index.php/esj/article/view/8509/8178>

ISSN: 1857-7881

*Enfoque de Cuenca* [en línea]. Lima: Autoridad Nacional del Agua. [Fecha de consulta: 13 de Mayo del 2018].

Disponible en: <http://www.ana.gob.pe/portal/gestion-del-conocimiento-girh/enfoque-de-cuenca>

GARCÍA, E. y OTTO, M. (2015). Caracterización Ecohidrológica de Humedales Alto Andinos usando Imágenes de Satélite Multitemporales en el cabecera de cuenca del Río Santa, Ancash, Perú. Ecología Aplicada [en línea], n°2, 14. [Fecha de consulta: 30 de Abril del 2018].

Disponible en: [http://www.scielo.org.pe/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1726-22162015000200004](http://www.scielo.org.pe/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1726-22162015000200004)

ISSN: 1726- 2216

GARCÍA, Jorge *et al.* Mapeo de Bofedales en las Cabeceras de Cuenca mediante Imágenes de los Satélites Landsat. Revista de Glaciares y Ecosistemas de Montaña [en línea]. Huaraz – Áncash: INAIGEM, 2016 [fecha de consulta: 17 de Octubre del 2018].

Disponible en:

[https://issuu.com/inaigem/docs/revista\\_inaigem\\_final\\_y\\_car\\_t.1](https://issuu.com/inaigem/docs/revista_inaigem_final_y_car_t.1)

ISSN: 2519 – 7649

GIL, Juan, (s.f), BOFEDAL: Humedal Altoandino de Importancia para el Desarrollo de la Región Cusco. [Fecha de consulta: 12 de Mayo del 2018].

Disponible en: [http://cebem.org/cmsfiles/articulos/Humedales\\_conservacion.pdf](http://cebem.org/cmsfiles/articulos/Humedales_conservacion.pdf)

GÓMEZ, Marcelo. Metodología de la Investigación Científica [en línea]. 2ª edición. Buenos Aires, Argentina: Editorial Brujas, 2016 [fecha de consulta: 15 de Mayo del 2018].

Disponible en: <http://www.digitaliapublishing.com/visor/44342>

ISBN: 9789875911611

HERNÁNDEZ, Roberto. Metodología de la Investigación. 6ª. ed. Mc Graw Hill, 2014. 600 pp.

ISBN: 978-1-4562-2396-0

Instituto de Hidrología de España y Organización de las Naciones Unidas para la Educación, Ciencia y la Cultura (UNESCO). Métodos de cálculo del balance hídrico – Guía Internacional de investigación y métodos. 1981 [Fecha de consulta: 13 de Mayo del 2018]. Capítulo 2. Ecuación del Balance Hídrico.

Disponible en: <http://unesdoc.unesco.org/images/0013/001377/137771so.pdf>

ISBN: 92.3.301227.1

Instrumentos Básicos para la Fiscalización Ambiental [en línea]. Lima: Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental. [Fecha de consulta: 15 de Mayo del 2018].

Disponible en: [https://www.oefa.gob.pe/?wpfb\\_dl=13978](https://www.oefa.gob.pe/?wpfb_dl=13978)

LORINI, Horacio (2014). Los bofedales como aliados en la resiliencia y mitigación del cambio climático [en línea]. [Fecha de consulta: 23 de Abril de 2018].

Disponible en:

[https://www.weadapt.org/sites/weadapt.org/files/2017/november/estrategia\\_de\\_adaptacion\\_al\\_cambio\\_climatico\\_para\\_humedales\\_altoandinos.pdf](https://www.weadapt.org/sites/weadapt.org/files/2017/november/estrategia_de_adaptacion_al_cambio_climatico_para_humedales_altoandinos.pdf)

LOZANO-RIVAS, William Antonio. Construcción de estaciones meteorológicas [en línea]. Colombia: Universidad Piloto de Colombia, 2013 [Fecha de consulta: 13 de Mayo del 2018]. Capítulo 5: Precipitación o Lluvia de Altura.

Disponible en: <http://www.digitaliapublishing.com/visor/39194>

ISBN: 9789588537603

MALDONADO Fonken, Mónica. Comportamiento de la Vegetación de bofedales influenciados por Actividades Antrópicas. Tesis (Magister en Desarrollo Ambiental). Lima: Pontificia Universidad Católica del Perú. Escuela de Posgrado, 2010. 121 pp.

Disponible en: <http://tesis.pucp.edu.pe/repositorio/handle/123456789/7400>

Manual de la Convención de Ramsar, 4ª. Edición. [Fecha de consulta: 12 de Mayo del 2018].

Disponible en:

[https://www.ramsar.org/sites/default/files/documents/pdf/lib/lib\\_manual2006s.pdf](https://www.ramsar.org/sites/default/files/documents/pdf/lib/lib_manual2006s.pdf)

MAZZARINO, Meagan y FINN, John (2016). An NDVI analysis of vegetation trends in an andean watershed. *Wetlands Ecology and Management*, 24(6), 623-640.

Disponible en:

<https://search.proquest.com/central/docview/1838213487/AFA31B90624A4F23PQ/4?accountid=37408>

MENESES – TOVAR, Carmen. El índice normalizado diferencial de la vegetación como indicador de la degradación del bosque. *Revista Internacional sobre bosques y actividades e industrias forestales* [en línea]. 2011, vol. 62. [Fecha de consulta: 13 de Mayo del 2018].

Disponible en: <http://www.fao.org/docrep/015/i2560s/i2560s07.pdf>

Ministerio del Ambiente (s.f.). Glosario de Términos – Sitios Contaminados.

Disponible en: <http://www.minam.gob.pe/calidadambiental/wp-content/uploads/sites/22/2015/02/2016-05-30-Conceptos-propuesta-Glosario.pdf>

Ministerio del Ambiente (2014). Guía para el Muestreo de Suelos.

Disponible en: <http://www.minam.gob.pe/calidadambiental/wp-content/uploads/sites/22/2013/10/GUIA-PARA-EL-MUESTREO-DE-SUELOS-final.pdf>

Ministerio del Ambiente. Guía de Riesgos Ambientales, 2010 [fecha de consulta: 13 de Mayo del 2018].

Disponible en: <http://biam.minam.gob.pe/novedades/guiaera.pdf>

Ministerio del Ambiente (2012). Glosario de Términos para la Gestión Ambiental Peruana.

Disponible en: <http://www.usmp.edu.pe/recursoshumanos/pdf/Glosario-de-Terminos.pdf>

NAOKI, Kazuya *et al.* El uso del método de puntos de intercepción para cuantificar los tipos de vegetación y hábitats abióticos en los bofedales altoandinos. *Revista Ecología en Bolivia* [en línea]. Diciembre 2014, n°49 (3). [Fecha de consulta: 17 de Mayo del 2018].

Disponible en: [http://www.scielo.org.bo/pdf/reb/v49n3/v49n3\\_a08.pdf](http://www.scielo.org.bo/pdf/reb/v49n3/v49n3_a08.pdf)

ISSN: 1605-2528

OCAÑA Vidal, Julio. Análisis Situacional del bofedal de origen glaciar en la quebrada de Santa Cruz, una mirada desde el INAIGEM Huaraz 2016. Tesis (Magíster en Gestión Pública). Lima Perú: Universidad Privada César Vallejo, 2017. 163 pp.

Disponible en:

[http://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/UCV/6719/Ocaña\\_VJV.pdf?sequence=1&isAllowed=y](http://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/UCV/6719/Ocaña_VJV.pdf?sequence=1&isAllowed=y)

ORDOÑEZ Gálvez, Juan Julio. Balance Hídrico Superficial [en línea]. Lima: Sociedad Geográfica de Lima y Global Water Partnership, 2011 [Fecha de consulta: 13 de Mayo del 2018].

Disponible en: [https://www.gwp.org/globalassets/global/gwp-sam\\_files/publicaciones/varios/balance\\_hidrico.pdf](https://www.gwp.org/globalassets/global/gwp-sam_files/publicaciones/varios/balance_hidrico.pdf)

ISBN: 978-9972-602-75-7

ORTIZ Nuñez, Nurya. Diversidad y Biomasa de Flora Silvestre en el bofedal La Moya – Ayaviri. Tesis (Título Profesional de Licenciada en Biología). Puno – Perú: Universidad Nacional del Altiplano, Facultad de Ciencias Biológicas, 2016, 60 pp.

Disponible en:

[http://repositorio.unap.edu.pe/bitstream/handle/UNAP/3564/Ortiz\\_Nuñez\\_Nurya.pdf?sequence=1&isAllowed=y](http://repositorio.unap.edu.pe/bitstream/handle/UNAP/3564/Ortiz_Nuñez_Nurya.pdf?sequence=1&isAllowed=y)

Procesamiento Inteligente de Imágenes Satelitales, Métodos avanzados y acelerados de segmentación y fusión de información. [en línea]. Argentina: Universidad Nacional de la Plata (UNLP). [Fecha de consulta: 13 de Mayo del 2018].

Disponible en:

[http://sedici.unlp.edu.ar/bitstream/handle/10915/41255/Documento\\_completo.pdf?sequence=1](http://sedici.unlp.edu.ar/bitstream/handle/10915/41255/Documento_completo.pdf?sequence=1)

*Programa de Monitoreo de Calidad de Agua Superficial – Subcuenca Pachacoto* [en línea]. Huaraz: Dirección de Investigación en Ecosistemas de Montaña, 2016. [Fecha de consulta: 03 de Diciembre del 2018].

Disponible en:

[http://www.inaigem.gob.pe/download/ecosistemas/pachacoto/Programa\\_monitoreo\\_calidad\\_agua\\_pachacoto.pdf](http://www.inaigem.gob.pe/download/ecosistemas/pachacoto/Programa_monitoreo_calidad_agua_pachacoto.pdf)

RAMÍREZ Huaroto, Wilfredo. Flora Vasculare y Vegetación de los Humedales de Conococha, Ancash, Perú. Tesis (Título Profesional de Biólogo con mención en Botánica). Lima: Universidad Nacional Mayor de San Marcos, Facultad de Ciencias Biológicas, 2011. 110 pp.

Disponible en:

[http://aplicaciones.cientifica.edu.pe/repositorio/catalogo/\\_data/62.pdf](http://aplicaciones.cientifica.edu.pe/repositorio/catalogo/_data/62.pdf)

REBAUDO, Francois y DANGLES, Olivier. Un modelo socio-ecológico para establecer escenarios de dinámica de bofedales frente a los cambios globales [en línea]. Diciembre 2014. n°49 – 3. [Fecha de consulta: 23 de Abril de 2018].

Disponible en: [http://www.scielo.org.bo/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1605-25282014000300013](http://www.scielo.org.bo/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1605-25282014000300013)

ISSN: 2075- 5023

Resolución Jefatural N°251 – 2015 – Autoridad Nacional del Agua. Protocolo Nacional para el Monitoreo de la Calidad de los Recursos Hídricos. Lima, Perú, 02 de Octubre del 2015.

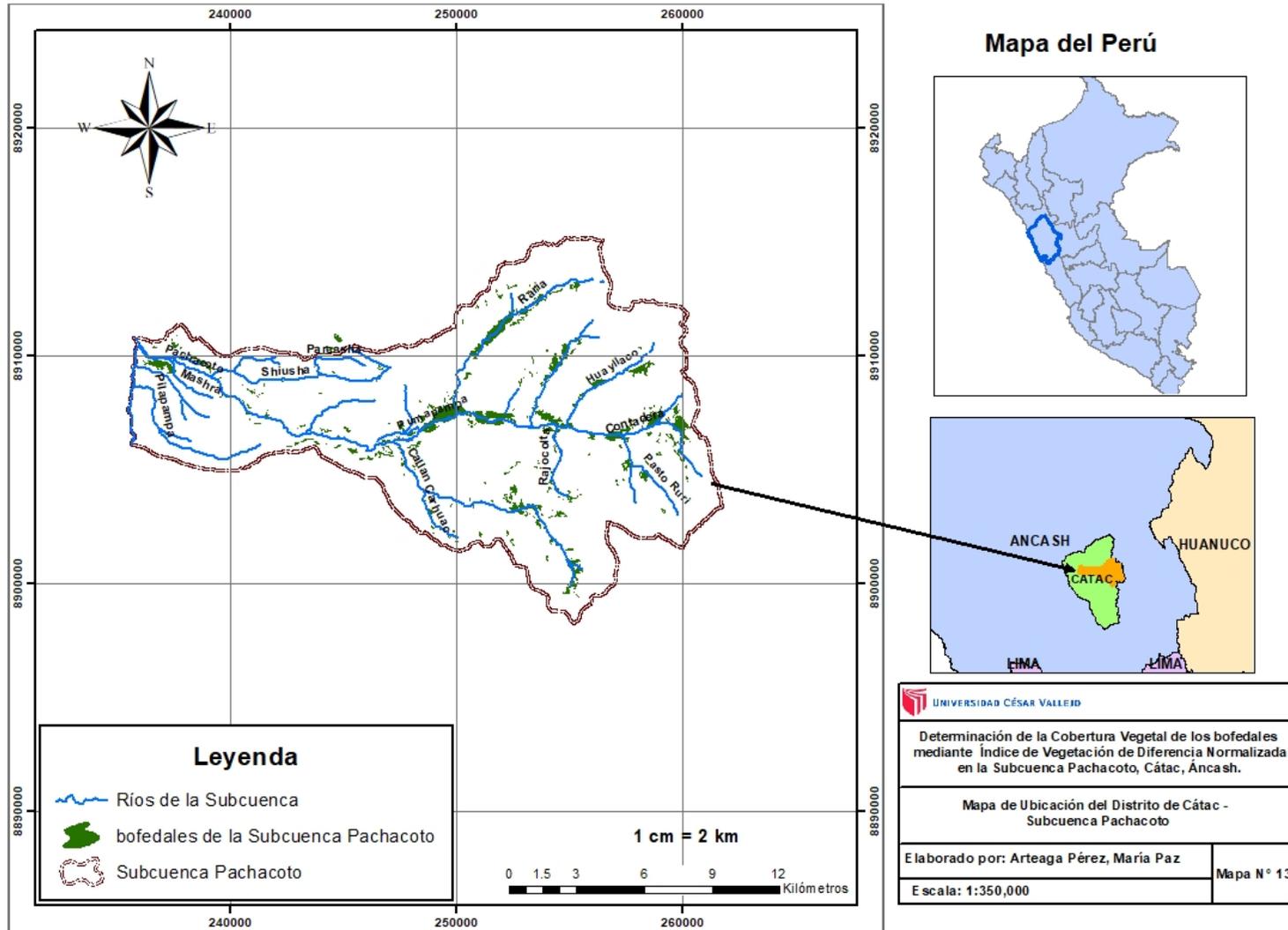
Disponible en:

[http://portal.ana.gob.pe/sites/default/files/normatividad/files/r.i.\\_ndeg\\_251-2015-ana\\_0\\_0.pdf](http://portal.ana.gob.pe/sites/default/files/normatividad/files/r.i._ndeg_251-2015-ana_0_0.pdf)

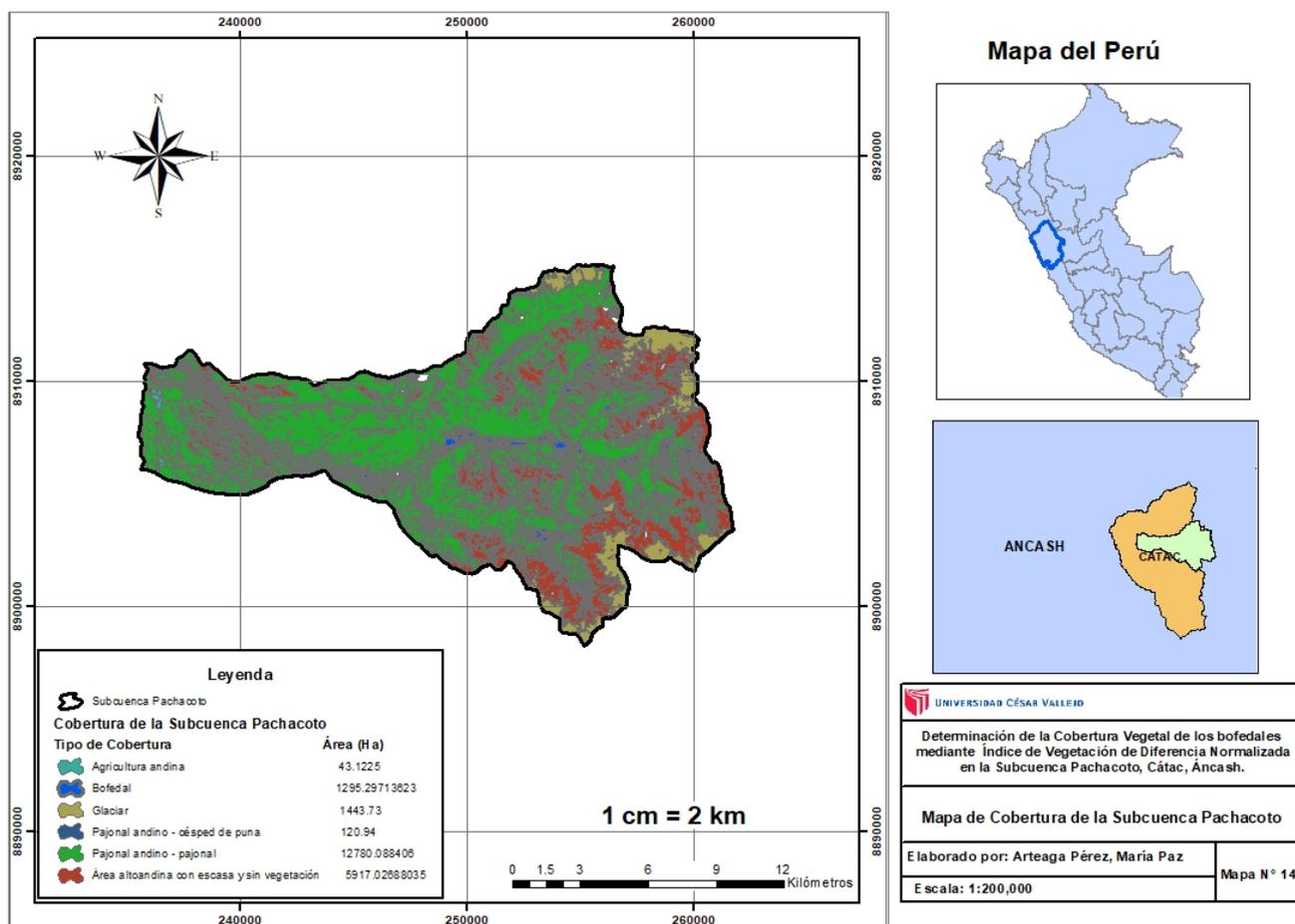
ROJAS Acuña, Joel (s.f). Servicio de Elaboración del inventario de bofedales de la Subcuenca Yanayacu (Áncash) y Vilcanota (Cusco).

## VIII. ANEXOS

### Anexo N° 1 - MAPA DE UBICACIÓN DE LA SUBCUENCA PACHACOTO



## Anexo N° 2 - MAPA DE COBERTURA DE LA SUBCUENCA PACHACOTO



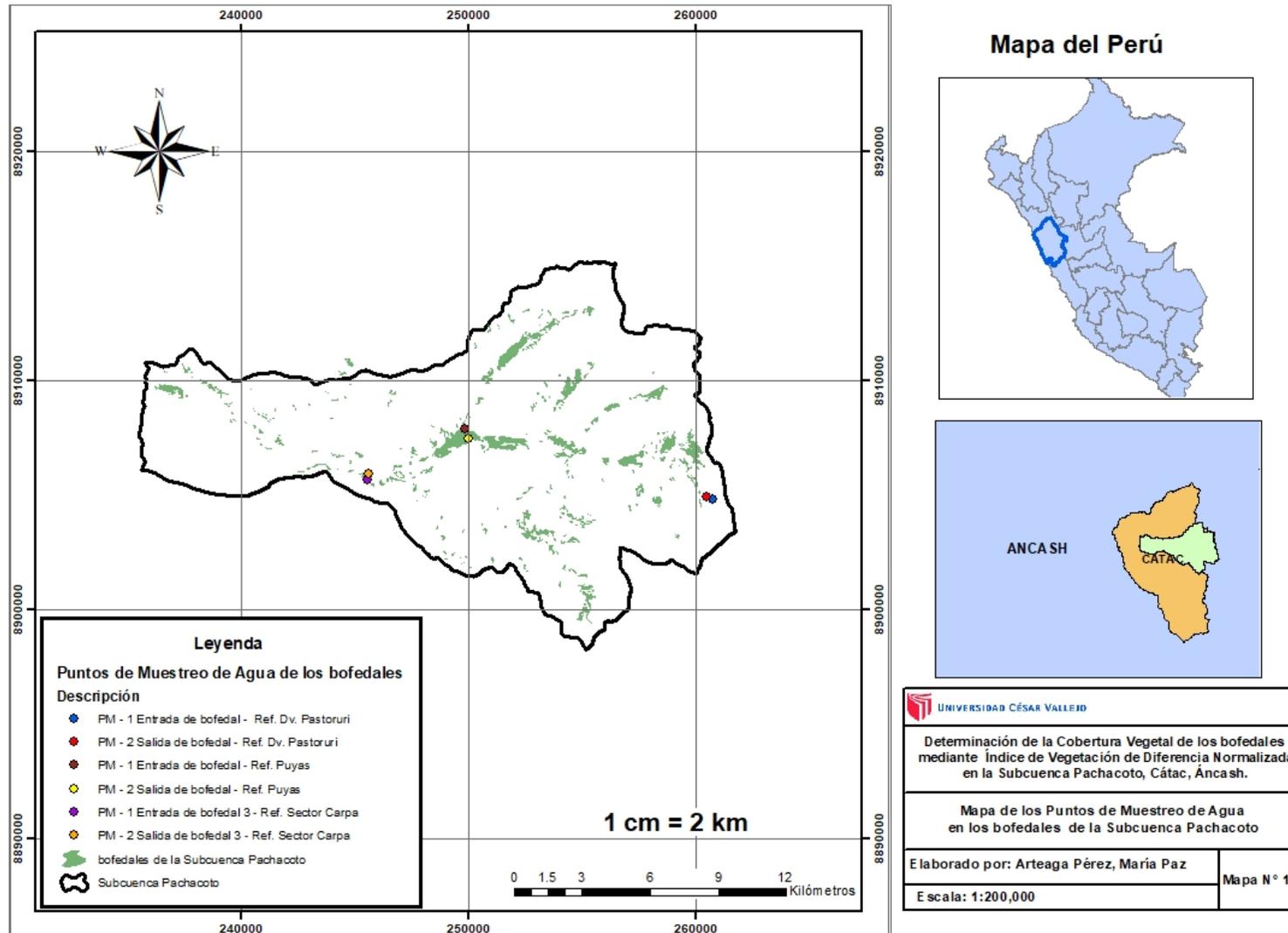
Fuente: Elaboración Propia, 2018

**Cuadro N° 33 - Tipo de Cobertura de la Subcuenca Pachacoto**

Tipo de Cobertura	Área (ha)	%
Agricultura Andina	43.1225	0.20%
Áreas altoandinas con escasa y sin vegetación	5917.02688	27.29%
Bofedal	1295.297136	5.97%
Glaciar	1443.73	6.7%
Lagunas, lagos y cochas	83.360077	0.38%
Pajonal andino - Césped de puna	120.94	0.56%
Pajonal andino – pajonal	12780.08841	58.9%
<b>Área Total</b>	<b>21683.565</b>	<b>100%</b>

Fuente: Elaboración Propia, 2018

### Anexo N° 3 - MAPA DE LOS PUNTOS DE MUESTREO DE AGUA EN LOS BOFEDALES DE LA SUBCUENCA PACHACOTO



## Instrumento N°1

DATOS DE VARIABILIDAD									
 <b>UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO</b>				Escuela Profesional de Ingeniería Ambiental					
Responsable:									
SENSOR TRMM 3B43 / ESTACIONES METEOROLÓGICAS	COORDENADAS UTM		AÑOS	Precipitación (mm/m <sup>2</sup> )		Temperatura (°C)		Temperatura (°C)	
	X	Y		Época Seca	Época Húmeda	Época Húmeda	Época Seca	Época Húmeda	Época Seca
				Jun - Jul - Ago	Ene - Feb - Mar	Máxima	Mínima	Máxima	Mínima
TRMM 3B43	236113.7	8909955.3	2011						
Pachacoto	236113.7	8909955.3	2018						

**Fuente:** Elaboración Propia, 2018

**PRESENCIA DE VEGETACIÓN EN LA ZONA DE ESTUDIO**



**UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO**

Escuela Profesional de Ingeniería Ambiental

Responsable:					
Fuente	Imágenes Satelitales	Años	Cantidad de Imágenes	Época Seca	Época Húmeda
Servicio Geológico de los Estados Unidos (USGS)	Landsat 8	2010	7	Jun – Jul - Ago	Ene – Feb - Mar - Abr
		2018	5		

**Fuente:** Elaboración Propia, 2018

## Instrumento N°2

REGISTRO DE ESPECIES ENCONTRADAS EN EL ÁREA DE ESTUDIO				
 <b>UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO</b>			Escuela Profesional de Ingeniería Ambiental	
Responsable:				Hora:
Lugar de recolección:				
Punto N°:				
Coordenadas UTM:		x:	Fecha: / /	
		y:		
Altitud:				
Cantidad	Nombre Común	Nombre Científico	Familia	Observaciones

**Fuente:** Elaboración Propia, 2018

### Instrumento N° 3

FICHA DE MUESTREO DE AGUA (Época Seca)						
 <b>UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO</b>			Escuela Profesional de Ingeniería Ambiental			
Responsable:					Hora:	
Lugar de recolección:						
Punto N°:						
Coordenadas UTM:		x:			Fecha: / /	
		y:				
Altitud:						
Material	Parámetros	Unidades	Valores			Observaciones
Agua	Demanda Bioquímica de Oxígeno	mg/O <sub>2</sub>				
	pH	Ácido - Básico				
	Oxígeno Disuelto	ppm				
	Conductividad Eléctrica	μS/cm				
	Temperatura	°C				
	Turbidez	NTU				
	Sólidos Totales Disueltos	ppm				

**Fuente:** Elaboración Propia, 2018

**FICHA DE MUESTREO DE SUELO (Época Seca)**



**UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO**

Escuela Profesional de Ingeniería Ambiental

Responsable:					Hora:	
Lugar de recolección:						
Punto N°:						
Coordenadas UTM:		x:			Fecha: / /	
		y:				
Altitud:						
Material	Parámetros	Unidades	Valores			Observaciones
Suelo	pH	Ácido - Básico				
	Contenido de Materia Orgánica	% m.o				
	Textura	Limo - Arcilla - Arena				
	Humedad	%				
	Conductividad Eléctrica	dS/ cm				

**Fuente:** Elaboración Propia, 2018

### Instrumento N° 4

FICHA DE MUESTREO DE AGUA (Época Húmeda)						
 <b>UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO</b>			Escuela Profesional de Ingeniería Ambiental			
Responsable:				Hora:		
Lugar de recolección:						
Punto N°:						
Coordenadas UTM:		x:		Fecha: / /		
		y:				
Altitud:						
Material	Parámetros	Unidades	Valores			Observaciones
Agua	Demanda Bioquímica de Oxígeno	mg/O <sub>2</sub>				
	pH	Ácido - Básico				
	Oxígeno Disuelto	ppm				
	Conductividad Eléctrica	μS/cm				
	Temperatura	°C				
	Turbidez	NTU				
	Sólidos Totales Disueltos	ppm				

**Fuente:** Elaboración Propia, 2018

**FICHA DE MUESTREO DE SUELO (Época Húmeda)**



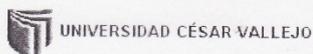
**UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO**

Escuela Profesional de Ingeniería Ambiental

Responsable:					Hora:	
Lugar de recolección:						
Punto N°:						
Coordenadas UTM:	x:				Fecha: / /	
	y:					
Altitud:						
Material	Parámetros	Unidades	Valores			Observaciones
Suelo	pH	Ácido - Básico				
	Contenido de Materia Orgánica	% m.o				
	Textura	Limo - Arcilla - Arena				
	Humedad	%				
	Conductividad Eléctrica	dS/ cm				

**Fuente:** Elaboración Propia, 2018

## SOLICITUDES Y FICHAS DE VALIDACIÓN



**SOLICITO:** Validación de instrumento para la recolección de información.

Sr. Mg. Dr.: *Wilber Quijano Pacheco*

Yo, Arteaga Pérez, María Paz, identificado con DNI N° 76456864 alumna de la EAP de Ingeniería Ambiental, me presento ante Ud. y manifiesto lo siguiente.

Que siendo requisito indispensable la recolección de datos necesarios para el proyecto de investigación: "Determinación de la Cobertura Vegetal de los bofedales mediante el índice de vegetación de diferencia normalizada en la Subcuenca Pachacoto, Cátac – Áncash 2018"; solicito a Ud.

Validar el instrumento que adjunto bajo los criterios académicos correspondientes.

- Instrumento
- Ficha de evaluación
- Matriz de operacionalización de variables

Por tanto:

Ruego a Ud. acceder mi petición.

Lima, 29 de Mayo del 2018.

*[Handwritten signature]*  
02/06/18  
CIP 90140

*[Handwritten signature]*  
.....  
Arteaga Pérez, María Paz.

**VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO**

**I. DATOS GENERALES**

- 1.1. Apellidos y Nombres: QUILIANO PAZTECO, WILSON SAMUEL  
 1.2. Cargo e institución donde labora: DOCENTE  
 1.3. Nombre del instrumento motivo de evaluación: FICHA DE MUESTREO  
 1.4. Autor(A) de Instrumento: Maria Paz Artega Pérez

**II. ASPECTOS DE VALIDACIÓN**

CRITERIOS	INDICADORES	INACEPTABLE					MINIMAMENTE ACEPTABLE			ACEPTABLE				
		40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95	100
1. CLARIDAD	Esta formulado con lenguaje comprensible.											X		
2. OBJETIVIDAD	Esta adecuado a las leyes y principios científicos.											X		
3. ACTUALIDAD	Está adecuado a los objetivos y las necesidades reales de la investigación.											X		
4. ORGANIZACIÓN	Existe una organización lógica.											X		
5. SUFICIENCIA	Toma en cuenta los aspectos metodológicos esenciales											X		
6. INTENCIONALIDAD	Esta adecuado para valorar las variables de la Hipótesis.											X		
7. CONSISTENCIA	Se respalda en fundamentos técnicos y/o científicos.											X		
8. COHERENCIA	Existe coherencia entre los problemas objetivos, hipótesis, variables e indicadores.											X		
9. METODOLOGÍA	La estrategia responde una metodología y diseño aplicados para lograr probar las hipótesis.											X		
10. PERTINENCIA	El instrumento muestra la relación entre los componentes de la investigación y su adecuación al Método Científico.											X		

**III. OPINIÓN DE APLICABILIDAD**

- El Instrumento cumple con los Requisitos para su aplicación
- El Instrumento no cumple con Los requisitos para su aplicación

✓

**IV. PROMEDIO DE VALORACIÓN :**

90 %

Lima, 02 de Julio del 2018

[Firma]  
FIRMA DEL EXPERTO INFORMANTE

CIP 90140

DNI No. 06082600 Telf.: 966648428



**INFORME DE OPINION DE EXPERTOS DE INSTRUMENTO DE INVESTIGACIÓN**

**I. DATOS GENERALES**

- 1.1. Apellidos y Nombres del validador Dr. / Mg. QUITANO Pacheco, WILBER SAMUEL  
 1.2. Cargo e institución donde labora: DOCENTE  
 1.3. Especialidad del validador: RECURSOS NATURALES  
 1.4. Nombre del instrumento: DATOS Y REGISTROS  
 1.5. Título de la Investigación: Determinación de la Cobertura Vegetal mediante NDVI en las bordes de  
 1.6. Autor del instrumento: María Paz Arteaga Pérez Subcuenca Pach

**II. ASPECTOS DE VALIDACIÓN**

CRITERIOS	INDICADORES	INACEPTABLE					MINIMAMENTE ACEPTABLE			ACEPTABLE				
		40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95	100
1. CLARIDAD	Esta formulado con lenguaje comprensible.													X
2. OBJETIVIDAD	Esta adecuado a las leyes y principios científicos.													0
3. ACTUALIDAD	Esta adecuado a los objetivos y las necesidades reales de la investigación.													0
4. ORGANIZACIÓN	Existe una organización lógica.													X
5. SUFICIENCIA	Toma en cuenta los aspectos metodológicos esenciales													X
6. INTENCIONALIDAD	Esta adecuado para valorar las variables de la Hipótesis.													X
7. CONSISTENCIA	Se respalda en fundamentos técnicos y/o científicos.													X
8. COHERENCIA	Existe coherencia entre los problemas objetivos, hipótesis, variables e indicadores.													X
9. METODOLOGÍA	La estrategia responde una metodología y diseño aplicados para lograr probar las hipótesis.													X
10. PERTINENCIA	El instrumento muestra la relación entre los componentes de la investigación y su adecuación al Método Científico.													X
PROMEDIO DE VALIDACIÓN														90

**PERTINENCIA DE LOS ITEMS O RECATIVOS DEL INSTRUMENTO**

Primera Variable

INSTRUMENTO	SUFICIENTE	MEDIANAMENTE SUFICIENTE	INSUFICIENTE
Landsat 8 TM (Imágenes Satelitales)	/		
Estación Meteorológica	/		
Ficha de recolección de datos de campo	/		

**III. PROMEDIO DE VALORACIÓN... 90.. IV. OPINION DE APLICABILIDAD**

- (→) El instrumento puede ser aplicada tal como está elaborado  
 ( ) El instrumento debe ser mejorado antes de ser aplicado

Lugar y Fecha: 02 de junio 2018

Firma del experto informante

DNI. N° 06082600

CIP 90140  
 Teléfono 966648428

**SOLICITO:** Validación de instrumento  
para la recolección de información.

Sr. Mg. Dr.: Elmer Benites Alfaro

Yo, Arteaga Pérez, María Paz, identificado con DNI N° 76456864 alumna de la EAP de Ingeniería Ambiental, me presento ante Ud. y manifiesto lo siguiente.

Que siendo requisito indispensable la recolección de datos necesarios para el proyecto de investigación: "Determinación de la Cobertura Vegetal de los bofedales mediante el índice de vegetación de diferencia normalizada en la Subcuenca Pachacoto, Cátac – Áncash 2018"; solicito a Ud.

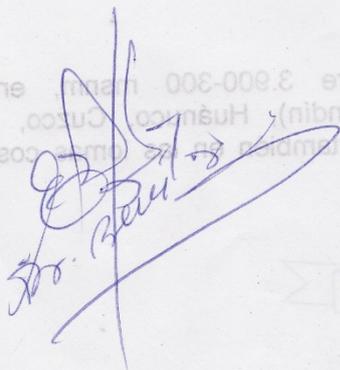
Validar el instrumento que adjunto bajo los criterios académicos correspondientes.

- Instrumento
- Ficha de evaluación
- Matriz de operacionalización de variables

Por tanto:

Ruego a Ud. acceder mi petición.

Lima, 29 de Mayo del 2018.



  
Arteaga Pérez, María Paz.



**VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO**

**I. DATOS GENERALES**

- 1.1. Apellidos y Nombres: BEVITES ALFARO, FELMER  
 1.2. Cargo e institución donde labora: DTC COORD. INVESTIGACION / UCV - ESP. METODOLÓGICO  
 1.3. Nombre del instrumento motivo de evaluación: Fichas de recolección de datos en campo  
 1.4. Autor(A) de Instrumento: María Paz Arteaga Pérez

**II. ASPECTOS DE VALIDACIÓN**

CRITERIOS	INDICADORES	INACEPTABLE					MINIMAMENTE ACEPTABLE			ACEPTABLE				
		40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95	100
1. CLARIDAD	Esta formulado con lenguaje comprensible.													X
2. OBJETIVIDAD	Esta adecuado a las leyes y principios científicos.													X
3. ACTUALIDAD	Está adecuado a los objetivos y las necesidades reales de la investigación.													X
4. ORGANIZACIÓN	Existe una organización lógica.											X		
5. SUFICIENCIA	Toma en cuenta los aspectos metodológicos esenciales												X	
6. INTENCIONALIDAD	Esta adecuado para valorar las variables de la Hipótesis.												X	
7. CONSISTENCIA	Se respalda en fundamentos técnicos y/o científicos.											X		
8. COHERENCIA	Existe coherencia entre los problemas objetivos, hipótesis, variables e indicadores.												X	
9. METODOLOGÍA	La estrategia responde una metodología y diseño aplicados para lograr probar las hipótesis.												X	
10. PERTINENCIA	El instrumento muestra la relación entre los componentes de la investigación y su adecuación al Método Científico.													X

**III. OPINIÓN DE APLICABILIDAD**

- El Instrumento cumple con los Requisitos para su aplicación
- El Instrumento no cumple con Los requisitos para su aplicación

X

**IV. PROMEDIO DE VALORACIÓN :**

94 %

Lima, 30 Mayo del 2018

[Firma]  
FIRMA DEL EXPERTO INFORMANTE

DNI No. 0780259 Telf.: 982212209



**SOLICITO:** Validación de instrumento  
para la recolección de información.

Sr. Mg. Dr.: *Juan Julio Ordoñez Galvez*

Yo, Arteaga Pérez, María Paz, identificado con DNI N° 76456864 alumna de la EAP de Ingeniería Ambiental, me presento ante Ud. y manifiesto lo siguiente.

Que siendo requisito indispensable la recolección de datos necesarios para el proyecto de investigación: "Determinación de la Cobertura Vegetal de los bofedales mediante el índice de vegetación de diferencia normalizada en la Subcuenca Pachacoto, Cátac – Áncash 2018"; solicito a Ud.

Validar el instrumento que adjunto bajo los criterios académicos correspondientes.

- Instrumento
- Ficha de evaluación
- Matriz de operacionalización de variables

Por tanto:

Ruego a Ud. acceder mi petición.

Lima, 29 de Mayo del 2018.



Arteaga Pérez, María Paz.

**INFORME DE OPINION DE EXPERTOS DE INSTRUMENTO DE INVESTIGACIÓN**

**I. DATOS GENERALES**

- 1.1. Apellidos y Nombres del validador Dr. / Mg. Ordoñez Galvez, Juan José
- 1.2. Cargo e institución donde labora: Docente / Universidad César Vallejo - Lima Norte
- 1.3. Especialidad del validador: Especialista en Recursos Hídricos
- 1.4. Nombre del instrumento: Registro de especies de flora en campo y muestreo de suelo y agua
- 1.5. Título de la Investigación: Determinación de la cobertura vegetal mediante NDVI de los bofedales
- 1.6. Autor del instrumento: María Paz Artega Pérez

**II. ASPECTOS DE VALIDACIÓN**

CRITERIOS	INDICADORES	INACEPTABLE					MINIMAMENTE ACEPTABLE			ACEPTABLE				
		40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95	100
1. CLARIDAD	Esta formulado con lenguaje comprensible.											✓		
2. OBJETIVIDAD	Esta adecuado a las leyes y principios científicos.											✓		
3. ACTUALIDAD	Esta adecuado a los objetivos y las necesidades reales de la investigación.											✓		
4. ORGANIZACIÓN	Existe una organización lógica.											✓		
5. SUFICIENCIA	Toma en cuenta los aspectos metodológicos esenciales											✓		
6. INTENCIONALIDAD	Esta adecuado para valorar las variables de la Hipótesis.											✓		
7. CONSISTENCIA	Se respalda en fundamentos técnicos y/o científicos.											✓		
8. COHERENCIA	Existe coherencia entre los problemas objetivos, hipótesis, variables e indicadores.											✓		
9. METODOLOGÍA	La estrategia responde una metodología y diseño aplicados para lograr probar las hipótesis.											✓		
10. PERTINENCIA	El instrumento muestra la relación entre los componentes de la investigación y su adecuación al Método Científico.											✓		
PROMEDIO DE VALIDACIÓN												✓		

**PERTINENCIA DE LOS ITEMS O RECATIVOS DEL INSTRUMENTO**

Primera Variable

INSTRUMENTO	SUFICIENTE	MEDIANAMENTE SUFICIENTE	INSUFICIENTE
Landsat 5 TM (Imágenes Satelitales)	✓		
Estación Meteorológica	✓		
Ficha de recolección de datos de campo	✓		

**III. PROMEDIO DE VALORACIÓN... 8.5 IV. OPINION DE APLICABILIDAD**

- (x) El instrumento puede ser aplicada tal como está elaborado  
 ( ) El instrumento debe ser mejorado antes de ser aplicado

Lugar y Fecha: 30 de Mayo del 2018.

  
 Firma del experto informante

DNI. N° 08447300

Teléfono 5281648

**VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO**

**I. DATOS GENERALES**

- 1.1. Apellidos y Nombres: Ordoñez Gabez, Juan Julio  
 1.2. Cargo e institución donde labora: Docente del curso Hidrología y Manejo de Cuencas - UCV  
 1.3. Nombre del instrumento motivo de evaluación: Fichas de recolección de datos en campo, Lima Norte.  
 1.4. Autor(A) de Instrumento: Naná Paz Aréaga Pérez

**II. ASPECTOS DE VALIDACIÓN**

CRITERIOS	INDICADORES	INACEPTABLE					MINIMAMENTE ACEPTABLE			ACEPTABLE				
		40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95	100
1. CLARIDAD	Esta formulado con lenguaje comprensible.										/			
2. OBJETIVIDAD	Esta adecuado a las leyes y principios científicos.										/			
3. ACTUALIDAD	Está adecuado a los objetivos y las necesidades reales de la investigación.										/			
4. ORGANIZACIÓN	Existe una organización lógica.										/			
5. SUFICIENCIA	Toma en cuenta los aspectos metodológicos esenciales										/			
6. INTENCIONALIDAD	Esta adecuado para valorar las variables de la Hipótesis.										/			
7. CONSISTENCIA	Se respalda en fundamentos técnicos y/o científicos.										/			
8. COHERENCIA	Existe coherencia entre los problemas objetivos, hipótesis, variables e indicadores.										/			
9. METODOLOGÍA	La estrategia responde una metodología y diseño aplicados para lograr probar las hipótesis.										/			
10. PERTINENCIA	El instrumento muestra la relación entre los componentes de la investigación y su adecuación al Método Científico.										/			

**III. OPINIÓN DE APLICABILIDAD**

- El Instrumento cumple con los Requisitos para su aplicación
- El Instrumento no cumple con Los requisitos para su aplicación

X

**IV. PROMEDIO DE VALORACIÓN :**

85 %

Lima, 30 de Mayo del 2018

  
 FIRMA DEL EXPERTO INFORMANTE

DNI No. 08447206 Telf.: 5281648

## Anexo N° 4 – MATRIZ DE CONSISTENCIA

	Problema	Objetivo	Hipótesis	Variable	Dimensiones	Indicadores	Unidades	Metodología
<b>GENERAL</b>	¿Cuál es la cobertura vegetal de los bofedales mediante el Índice de Vegetación de Diferencia Normalizada en la Subcuenca Pachacoto, Cátac – Ancash?	Determinar la Cobertura Vegetal de los bofedales mediante el Índice de Vegetación de Diferencia Normalizada en la Subcuenca Pachacoto, Cátac – Ancash.	El Índice de Vegetación de Diferencia Normalizada permite determinar la cobertura vegetal de los bofedales de la Subcuenca Pachacoto, Cátac – Ancash.	<b>Dependiente:</b> Determinación de la Cobertura Vegetal mediante el Índice de Vegetación de Diferencia Normalizada.	<b>Variación de la Precipitación</b>	Precipitación	mm/m <sup>2</sup>	<b>Diseño de Investigación:</b>  No experimental, ya que no se realizó la manipulación de ninguna variable
					<b>Índice de Vegetación de Diferencia Normalizada</b>	Cálculo del Índice de Vegetación de Diferencia Normalizada	Valores numéricos	
						<b>Registro de Especies en la Zona de Estudio</b>	Imágenes Satelitales	12
					Cantidad de especies encontradas		Número de especies en un radio de 3 metros	
<b>ESPECÍFICOS</b>	¿Cuál es la relación entre la precipitación y la cobertura vegetal de los bofedales de la Subcuenca Pachacoto, Cátac - Ancash?	Relacionar la influencia de la precipitación en la cobertura vegetal de los bofedales de la Subcuenca Pachacoto, Cátac – Ancash.	Existe relación entre la precipitación y la cobertura vegetal de los bofedales de la Subcuenca Pachacoto, Cátac – Ancash.	<b>Independiente:</b> Los bofedales de la Subcuenca Pachacoto en el Distrito de Cátac – Ancash	<b>Área de Extensión de los bofedales de la Subcuenca Pachacoto, Cátac</b>	Área	km <sup>2</sup>	<b>Población:</b> Los bofedales de la Subcuenca Pachacoto  <b>Muestra:</b> 3 bofedales de la Subcuenca Pachacoto
						Ubicación	Coordenadas UTM	
					<b>Calidad de Agua</b>	Demanda Bioquímica de Oxígeno	mg O <sub>2</sub> / L	<b>Tipo de Muestreo:</b>  No Probabilístico
						pH	< 7 Ácido – Básico >7	
						Temperatura.	°C	
						Conductividad Eléctrica	µS/cm	
	Oxígeno Disuelto	ppm						
	Turbidez	°C						
	<b>Calidad de Suelo</b>	Sólidos Totales Disueltos	ppm		<b>Técnicas e Instrumentos de Recolección de Datos:</b>  Observación científica, toma de muestra y registro en los instrumentos (fichas) de campo.			
		pH	< 7 Ácido – Básico >7					
		Textura	Arena – Limo – Arcilla					
		Contenido de materia orgánica	% m.o					
Humedad		%						
Conductividad Eléctrica		dS/cm						

## Anexo N° 5 - Equipos Utilizados

### Multiparámetro HANNA HI 9829



Fuente: Imagen propia, 2018

### Turbidímetro HANNA 98703



Fuente: Imagen propia, 2018

### GPS Garmin Monterra



Fuente: Imagen propia, 2018

### Anexo N° 6 - Especies encontradas en el bofedal PM<sub>1</sub> - Dv. Pastoruri



Fuente: Imagen propia, 2018



Fuente: Imagen propia, 2018

*Calamagrostis vicunarum*



Fuente: Imagen propia, 2018

*Huperzia crassa*



Fuente: Imagen propia, 2018

*Oxychloe andina*



Fuente: Imagen propia, 2018

*Distichia muscoides*

**Anexo N° 7 - Especies encontradas el bofedal PM<sub>2</sub> - Ref. Puyas**



**Fuente: Imagen propia, 2018**

*Stipa ichu*



**Fuente: Imagen propia, 2018**

*Werneria nubigena*



**Fuente: Imagen propia, 2018**

### **Anexo N° 8 - Especies encontradas en el bofedal PM<sub>3</sub> – Referencia Sector Carpa**



**Fuente: Imagen propia, 2018**



Fuente: Imagen propia, 2018

*Oreobolus obtusangulus*



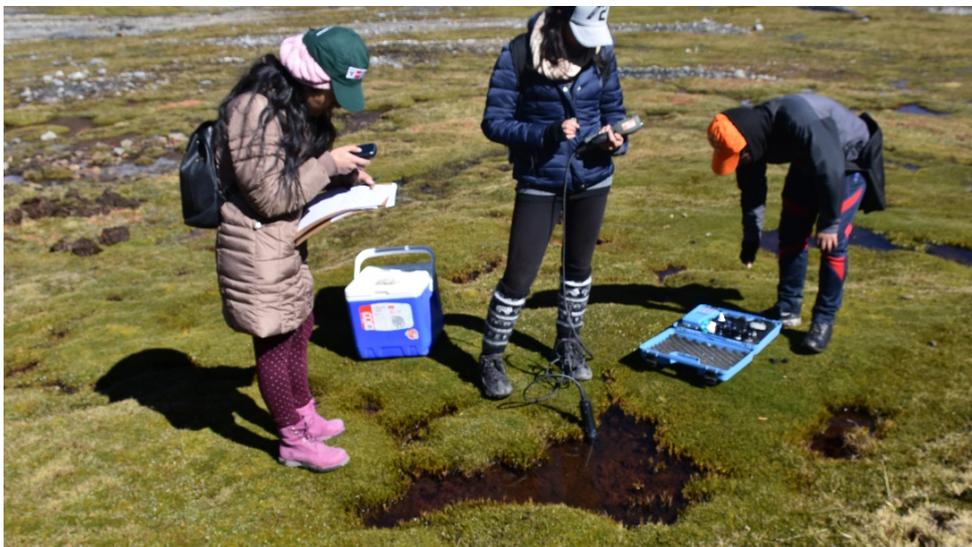
Fuente: Imagen propia, 2018

*Calamagrostis rigescens*



**Fuente: Imagen propia, 2018**

**Anexo N° 9 - Toma de muestra de Agua en la entrada del  
bofedal PM<sub>1</sub> – Referencia Dv. Pastoruri**



**Fuente: Imagen propia, 2018**

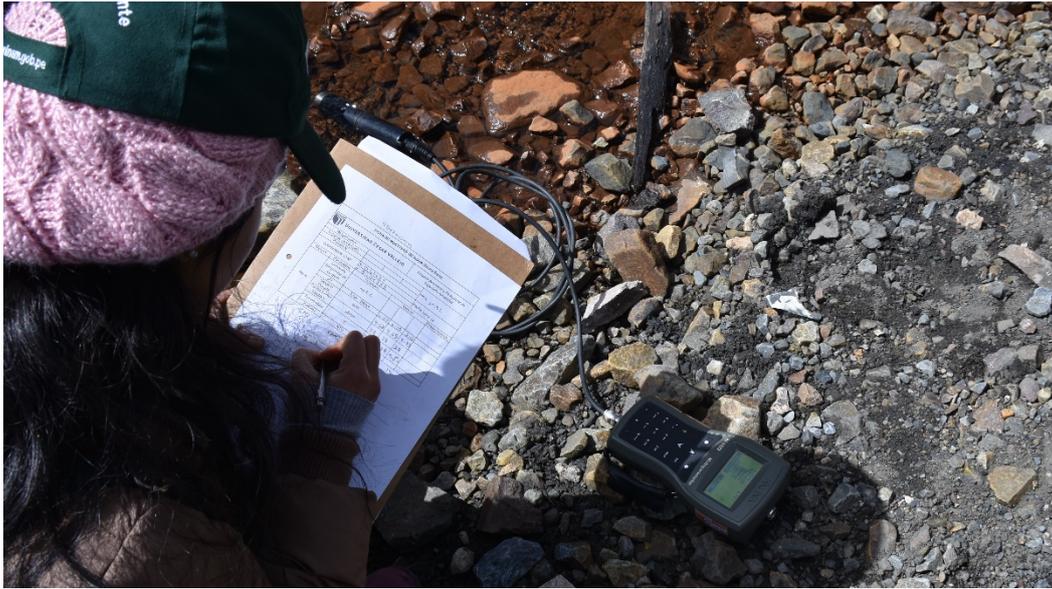


**Fuente: Imagen propia, 2018**

**Anexo N° 10 - Toma de Muestra en la salida del bofedal PM<sub>2</sub> -  
Referencia Dv. Pastoruri**

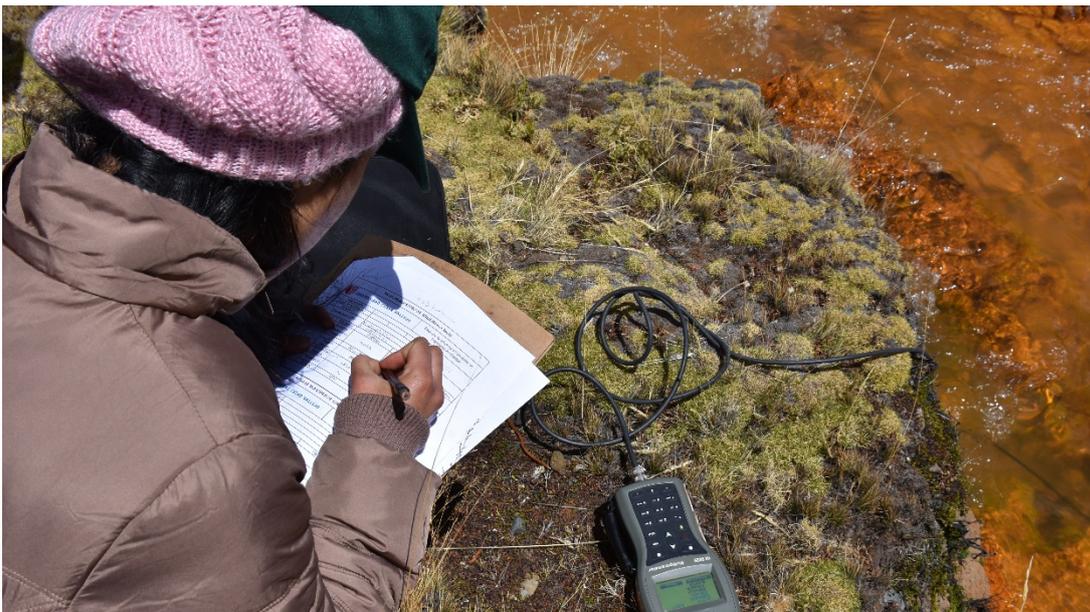


**Fuente: Imagen propia, 2018**



Fuente: Imagen propia, 2018

### Anexo N° 11 - Toma de muestra de agua en la entrada del bofedal PM<sub>1</sub> - Puyas



Fuente: Imagen propia, 2018



Fuente: Imagen propia, 2018

### Anexo N° 12 - Toma de muestra de agua en la salida del bofedal PM<sub>2</sub> - Puyas

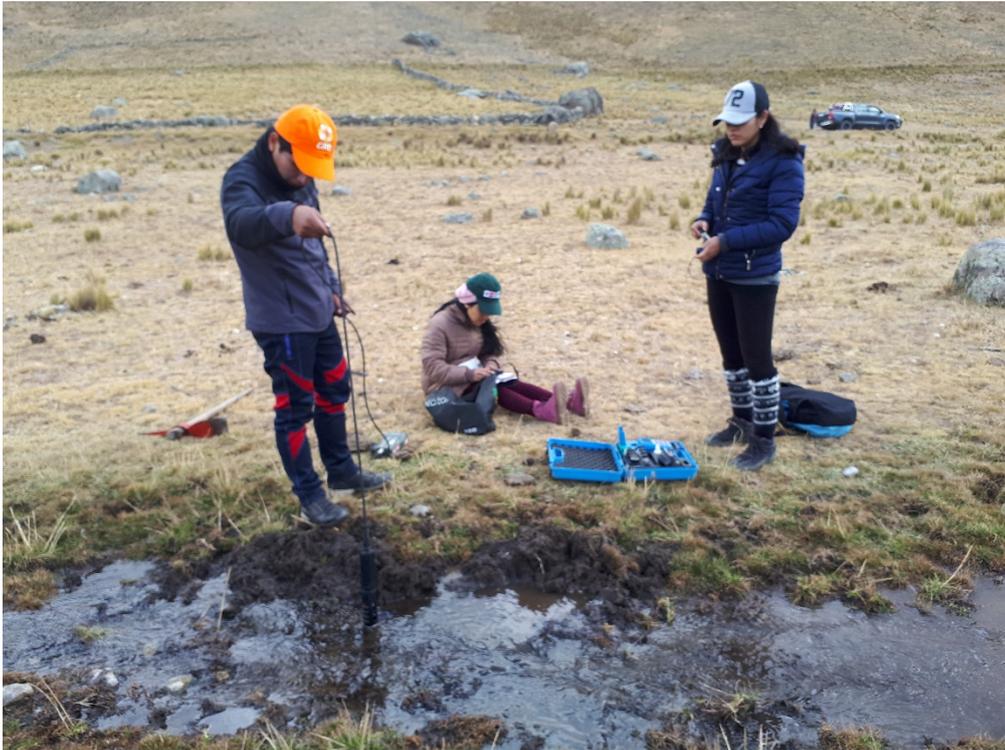


Fuente: Imagen propia, 2018



Fuente: Imagen propia, 2018

**Anexo N° 13 - Toma de muestra de agua en la entrada del bofedal PM<sub>1</sub> - Sector Carpa**



**Fuente: Imagen propia, 2018**

**Anexo N° 14 - Toma de muestra de agua en la salida del  
bofedal PM<sub>2</sub> - Sector Carpa**



**Fuente: Imagen propia, 2018**



**Fuente: Imagen propia, 2018**

**Anexo N° 15 - Toma de muestra de suelo en el bofedal PM<sub>1</sub> – Dv. Pastoruri**



**Fuente: Imagen propia, 2018**

**Anexo N° 16 - Toma de muestra de suelo en el bofedal PM<sub>2</sub> – Referencia Puyas**



**Fuente: Imagen propia, 2018**

**Anexo N° 17 - Toma de muestra de suelo en el bofedal PM<sub>3</sub> – Sector Carpa**



**Fuente: Imagen propia, 2018**

## Anexo N° 18 - Informe de Análisis de Suelo



UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA LA MOLINA  
FACULTAD DE AGRONOMIA  
LABORATORIO DE ANALISIS DE SUELOS, PLANTAS, AGUAS Y FERTILIZANTES



### INFORME DE ANALISIS ESPECIAL EN SUELO

SOLICITANTE : MARIA PAZ ARTEAGA PEREZ

PROCEDENCIA : ANCASH/ RECUAY/ CATAZ

REFERENCIA : H.R. 64783

BOLETA : 1853

FECHA : 07/09/2018

Número Muestra		Arena	Limo	Arcilla	Clase
Lab	Claves	%	%	%	Textural
5022	Puyas	81	8	11	Fr.A.
5023	PM1	57	22	21	Fr.Ar.A.
5024	Bofedal 3	Material orgánico			

A = Arena ; A.Fr. = Arena Franca ; Fr.A. = Franco Arenoso ; Fr. = Franco ; Fr.L. = Franco Limoso ; L = Limoso ; Fr.Ar.A. = Franco Arcillo Arenoso ; Fr.Ar. = Franco Arcilloso ; Fr.Ar.L. = Franco Arcillo Limoso ; Ar A. = Arcillo Arenoso ; Ar.L. = Arcillo Limoso ; Ar. = Arcilloso

Número Muestra		pH	C.E. (1:1) dS/m	M.O %	Humedad gravimétrica %
Lab	Claves				
5022	Puyas	4.55	0.19	2.76	2.13
5023	PM1	5.75	0.62	22.07	504.05
5024	Bofedal 3	6.61	1.40	69.51	1271.58



Sandy García Bendezú  
Jefe del Laboratorio

Av. La Molina s/n Campus UNALM  
Telf.: 614-7800 Anexo 222 Teléfono Directo: 349-5622  
e-mail: labsuelo@lamolina.edu.pe

## Anexo N° 19 - Informe de Ensayo de Demanda Bioquímica de Oxígeno



**LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO POR  
EL ORGANISMO PERUANO DE ACREDITACIÓN  
INACAL - DA CON REGISTRO N° LE - 002**



### INFORME DE ENSAYO CON VALOR OFICIAL MA1818271

IDENTIFICACIÓN DE MUESTRA					PM1-PASTORURI	PM2-PASTORURI	PM1-PUYAS
FECHA DE MUESTREO					01/09/2018	01/09/2018	01/09/2018
HORA DE MUESTREO					08:55:00	09:20:00	10:44:00
CATEGORIA					AGUA NATURAL	AGUA NATURAL	AGUA NATURAL
SUBCATEGORIA					AGUA SUPERFICIAL	AGUA SUPERFICIAL	AGUA SUPERFICIAL
Parámetro	Referencia	Unidad	LD	LC	Resultado	Resultado	Resultado
<b>Análisis Fisicoquímicos</b>							
Demanda Bioquímica de Oxígeno	EW_APHAS210B	mg/L	1.0	2.6	<2.6	<2.6	<2.6

IDENTIFICACIÓN DE MUESTRA					PM2-PUYAS	PM1-SOFEDAL3	PM2-BOFEDAL3
FECHA DE MUESTREO					01/09/2018	01/09/2018	01/09/2018
HORA DE MUESTREO					11:03:00	12:15:00	11:56:00
CATEGORIA					AGUA NATURAL	AGUA NATURAL	AGUA NATURAL
SUBCATEGORIA					AGUA SUPERFICIAL	AGUA SUPERFICIAL	AGUA SUPERFICIAL
Parámetro	Referencia	Unidad	LD	LC	Resultado	Resultado	Resultado
<b>Análisis Fisicoquímicos</b>							
Demanda Bioquímica de Oxígeno	EW_APHAS210B	mg/L	1.0	2.6	<2.6	<2.6	<2.6

**Fuente:** Resultados obtenidos del Laboratorio SGS – Informe de Ensayo, 2018

# Anexo N° 20 - Llenado de la Cadena de Custodia para Monitoreo de Agua



**Laboratorio Callao**  
Avenida Elmer Faucett 3348, Callao 1  
Teléfono: (01) 517 1900  
E-mail: gal@laboratoriosgs.com

**Laboratorio Arequipa**  
Ernesto Ganihar N° 275, Parque Industrial  
Teléfono: (054) 213506  
E-mail: alicia.paredes@sgs.com

**Laboratorio Cajamarca**  
Calle Amalio Márquez 257, Barrio San Antonio  
Teléfono: (076) 367723  
E-mail: gade.huarcayo@sgs.com

**N° 223516**

**CADENA DE CUSTODIA PARA MONITOREO DE AGUA**

DATOS DEL CLIENTE		FACTURAR A:		Análisis requeridos / Preservantes										TIPOS DE AGUA*					
Cliente: <u>Maria Paz Antagon Pérez</u> Contacto: <u>29746044</u> Teléfono: <u>29746044</u> E-mail: <u>mperez@proyectos.com</u> Proyecto: <u>Proyecto de saneamiento</u> Lugar de Inspección: <u>Bofedal</u>		Razón Social: <u>PROYECTOS SA</u> RUC: <u>202945820</u> Dirección: <u>Av. 29 de Julio 8 20 20 40</u> Contacto: <u>29746044</u> Teléfono: <u>29746044</u> Muestreado por: <input type="checkbox"/> SGS <input type="checkbox"/> El Cliente		Cantidad de envases (Plástico / Vidrio) 1000 / 0										<b>AGUA NATURAL</b> ASUB: Agua subterránea AMA: Agua de manantial AT: Agua termal AS: Agua superficial ADR: Agua de río ADL: Agua de lago / laguna ADA: Agua de deposición atmosférica <b>AGUA RESIDUAL</b> ARD: Agua residual doméstica ARI: Agua residual industrial ANRI: Agua residual municipal <b>AGUA PARA USO Y CONSUMO HUMANO</b> AB: Agua de bebida					
Enviar el Informe a: Contacto: <u>mperez@proyectos.com</u> Dirección: <u>Av. 29 de Julio 8 20 20 40</u> Teléfono: <u>29746044</u> E-mail: <u>mperez@proyectos.com</u>		Frecuencia del Monitoreo: Periódico <input type="checkbox"/> No Periódico <input checked="" type="checkbox"/> Especial <input type="checkbox"/>												<b>AGUA SALINA</b> AM: Agua de mar ASL: Agua salobre SAL: Salinas ARS: Agua de irrigación y riego (salina) <b>AGUA DE PROCESO</b> ACE: Agua de circulación o enfriamiento AAC: Agua de alimentación para calderas AC: Agua de calderas AL: Agua de lavandería APR: Agua purificada AIRP: Agua de irrigación y riego (de proceso)					
Fecha de Inicio: <u>01/09/18</u> Hora de Inicio: <u>08:50am</u>		Fecha de finalización: <u>01/09/18</u> Hora de finalización: <u>12:16pm</u>												<b>OBSERVACIONES</b> Bofedal - Pastoruri Bofedal - Pastoruri Bofedal - Puyas Bofedal - Puyas Bofedal 3 - Sector Carpa Bofedal 3 - Sector Carpa					
Item	Estación	Coordenadas UTM WGS 84 (E) PSAD 56 (E)	Altitud (metros)	Tipo de Agua	Tipo de Muestra Simple Compuesta	Fecha	Hora	P	V										
1	Puz - Pastoruri	7°02'60.725 78°04'18.82	4463	ADL	X	01/09/18	08:50am		X										
2	Puz - Pastoruri	7°02'60.499 78°04'18.82	4463	ADL	X	01/09/18	09:20am		X										
3	Amr - Puyas	7°02'49.45 78°04'18.82	4433	ADL	X	01/09/18	10:40am		X										
4	Puz - Puyas	7°02'50.10 78°04'18.82	4433	ADL	X	01/09/18	11:02am		X										
5	Puz - Bofedal 3	7°02'43.54 78°04'18.82	4420	ADL	X	01/09/18	11:50am		X										
6	Puz - Bofedal 3	7°02'43.54 78°04'18.82	4415	ADL	X	01/09/18	12:00pm		X										
Inspector responsable: _____ Fecha: _____ Firma: _____		Representante del Cliente: <u>Maria Paz Antagon Pérez</u> Fecha: <u>01/09/18</u> Firma: _____		N° de Coolers: <u>1</u> N° de Frascos: <u>6</u>		N° de Ice Pack's: <u>4</u>		Fecha de Recepción de las Muestras: _____ Responsable de la Recepción de las Muestras: _____ Condiciones en que se recibieron las muestras: Refrigeradas <input type="checkbox"/> Preservadas <input type="checkbox"/> Dentro del tiempo de conservación <input type="checkbox"/> N° de muestras rotas: <input type="checkbox"/> Temperatura (°C): <input type="text"/> Otros (especifique): <input type="text"/>											



D-OPE-P-07ENV-01  
R07  
FA: Abril 2015

Hoja \_\_\_\_\_ de \_\_\_\_\_

Fuente: Laboratorio SGS, 2018

# Anexo N° 21 - Informe de Ensayo de Demanda Bioquímica de Oxígeno



## INFORME DE ENSAYO AG180412

**CUENTE** Razón Social : INAGEM  
 Dirección : Jr. Juan Baulista Mejía 867  
 Atención : María Paz Ateaga Perez  
**MUESTRA** Producto declarado : Agua da Laguna  
 Matriz : Aguas Naturales - Agua Superficial  
 Procedancia : Pastosuri  
 Ref./Condición : Cadena de Custodia CC180301  
**MUESTREO** Responsable : Muestra proporcionada por el cliente  
 Referencia : No indica  
**LABORATORIO** Fecha de recepción : 05/ Noviembre/2018  
 Fecha de análisis : 05 de Noviembre al 16 de Noviembre/2018  
 Cotización N° : CO180685

CÓD.	PARÁMETRO	UNIDAD DE MEDIDA	MÉTODO	LÍMITE DE DETECCIÓN	MUESTRA	
					Código del cliente	PM 1
					Fecha de muestreo <sup>1</sup>	09/11/2018
					Hora de muestreo	11:12
					Código de Laboratorio	AG180590
CB	ANÁLISIS DE INDICADORES DE CONTAMINACIÓN BIOQUÍMICO					
CB01	Demanda Bioquímica de Oxígeno	mg/l DBO <sub>5</sub>	APHA 5210 B	1		3

<sup>1</sup> Datos proporcionados por el cliente  
 Leyenda: APHA: Standard Method for the Examination of Water and Wastewater, 22nd Edition-2012

Huaraz, 16 de Noviembre de 2018



MSc. Quím. Mario Leyva Collas  
 Jefe del Laboratorio de Calidad Ambiental  
 FCAM - UNASAM  
 COP N° 604

Esta prohibida la reproducción de este informe salvo autorización del Laboratorio de Calidad Ambiental. Los resultados son válidos sólo para las muestras analizadas en el mismo. Las contramuestras o muestras dirimientes se conservarán de acuerdo a su tiempo de perecibilidad.

R-001/Versión: 01/F.E: 22-03-10

LABORATORIO DE CALIDAD AMBIENTAL  
 FACULTAD DE CIENCIAS DEL AMBIENTE DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL "SANTIAGO ANTÚNEZ DE MAYOLO"  
 Av. Centenario N°200-Huaraz-Ancash. Telef 421 431- Cel. 944432754 / 948915005 RPM. # 948915005  
 E-mail: labcam@hotmail.com

Página 1 de 1

**Fuente:** Laboratorio de Calidad Ambiental – UNASAM, 2018



**INFORME DE ENSAYO AG180413**

**CLIENTE** Razón Social : INAIGEM  
 Dirección : Jr. Juan Bautista Meja 887  
 Atención : María Paz Arteaga Perez  
**MUESTRA** Producto declarado : Agua de Laguna  
 Matriz : Aguas Naturales - Agua Superficial  
 Procedencia : Pastorji  
 Ref./Condición : Cadena de Custodia CC180301  
**MUESTREO** Responsable : Muestra proporcionada por el cliente  
 Referencia : No indica  
**LABORATORIO** Fecha de recepción : 09 /Noviembre/2018  
 Fecha de análisis : 09 de Noviembre al 16 de Noviembre/2018  
 Cotización N° : CC180665

CÓD.	PARÁMETRO	UNIDAD DE MEDIDA	MÉTODO	LÍMITE DE DETECCIÓN	MUESTRA	
					Código del cliente	PM 2
					Fecha de muestreo 1	09/11/2018
					Hora de muestreo 1	12:15
					Código del Laboratorio	AG180591
CB	ANÁLISIS DE INDICADORES DE CONTAMINACIÓN BIOQUÍMICO					
CB01	Demanda Ecológica de Oxígeno	mg/l DB <sub>5</sub>	APHA 5210 B	1		3

Datos proporcionados por el cliente

Legenda: APHA: Standard Method for Examination of Water and Wastewater, 22nd Edition-2012



MSc. Quím. Mario Leyva Collas  
 Jefe del Laboratorio de Calidad Ambiental  
 FCAM - UNASAM  
 CQP N° 604

Huaraz, 16 de Noviembre de 2018

Está prohibida la reproducción de este informe salvo autorización del Laboratorio de Calidad Ambiental. Los resultados son válidos sólo para las muestras analizadas en el mismo. Las contramuestras o muestras dicientes se conservarán de acuerdo a su tiempo de perechbilidad.

FI-001;Versión: 01/F.E: 22-03-10

LABORATORIO DE CALIDAD AMBIENTAL  
 FACULTAD DE CIENCIAS DEL AMBIENTE DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL "SANTIAGO ANTÚNEZ DE MAYOLO"  
 Av. Centenario N°200-Huaraz- Ancash. Telef.421 431- Cel. 944432754 / 948915005 RPM. # 948915005  
 E-mail: labfcam@hotmail.com

Página 1 de 1

**Fuente:** Laboratorio de Calidad Ambiental – UNASAM, 2018



### INFORME DE ENSAYO AG180414

**CLIENTE** Razón Social : INAIGEM  
 Dirección : Jr. Juan Bautista Mejía 887  
 Atención : María Paz Arteaga Perez  
**MUESTRA** Producto declarado : Agua de Riachuelo  
 Matriz : Aguas Naturales - Agua Superficial  
 Procedencia : Piyas  
 Ref./Condición : Cadena de Custodia CC1E0301  
**MUESTREO** Responsable : Muestra proporcionada por el cliente  
 Referencia: : No indica  
**LABORATORIO** Fecha de recepción : 09 /Noviembre/2018  
 Fecha de análisis : 09 de Noviembre al 16 de Noviembre/2018  
 Cotización N° : CO180685

CÓD.	PARÁMETRO	UNIDAD DE MEDIDA	MÉTODO	LÍMITE DE DETECCIÓN	MUESTRA	
					Código del cliente	PM 3
					Fecha de muestreo I	09/11/2018
					Hora de muestreo I	13:23
					Código de Laboratorio	AG180592
<b>CB ANÁLISIS DE INDICADORES DE CONTAMINACIÓN BIOQUÍMICA</b>						
CB01	Demanda Bioquímica de Oxígeno	mg/ DBO <sub>5</sub>	APHA 5210 B	1		< 1

\* Datos proporcionados por el cliente  
 Legenda: APHA: Standard Method for the Examination of Water and Wastewater, 22nd Edition-2012

Huaraz, 16 de Noviembre de 2018



  
 MSc. Quím. Mario Leyva Collas  
 Jefe del Laboratorio de Calidad Ambiental  
 FCAM - UNASAM  
 CQP N° 604

Esta prohibida la reproducción de este informe salvo autorización del Laboratorio de Calidad Ambiental.  
 Los resultados son válidos sólo para las muestras analizadas en el mismo. Las contramuestras o muestras dirimantes se conservarán de acuerdo a su tiempo de perecibilidad.

**Fuente:** Laboratorio de Calidad Ambiental – UNASAM, 2018



## INFORME DE ENSAYO AG180415

**CLIENTE** Razón Social : INAI GEM  
 Dirección : Jr. Juan Bautista Mejía 887  
 Atención : María Paz Ateaga Pérez  
  
**MUESTRA** Producto declarado : Agua de Riachuelo  
 Matriz : Aguas Naturales - Agua Superficial  
 Procedencia : Puyas  
 Ref./Condición : Codena de Custodia CC180301  
  
**MUESTREO** Responsable : Muestra proporcionada por el cliente  
 Referencia : No indica  
  
**LABORATORIO** Fecha de recepción : 09/Noviembre/2018  
 Fecha de análisis : 09 de Noviembre al 16 de Noviembre/2018  
 Cotización N° : CO180685

CÓD.	PARÁMETRO	UNIDAD DE MEDIDA	MÉTODO	LÍMITE DE DETECCIÓN	MUESTRA	
					Código del cliente	PM 4
					Fecha de muestreo <sup>1</sup>	09/11/2018
					Hora de muestreo <sup>1</sup>	14:03
					Código del Laboratorio	AG180593
CB	ANÁLISIS DE INDICADORES DE CONTAMINACIÓN BIOQUÍMICO					
CB01	Damanda Bioquímica de Oxígeno	mg/l DBO <sub>5</sub>	APHA 5210 B	1		<1

<sup>1</sup>Datos proporcionados por el cliente  
 Leyenda: APHA - Standard Method for the Examination of Water and Wastewater, 22nd Edition-2012



MSc. Quím. Mario Leyva Collas  
 Jefe del Laboratorio de Calidad Ambiental  
 FCAM - UNASAM  
 CQP N° 604

Huaraz, 16 de Noviembre de 2018

Está prohibida la reproducción de este informe salvo autorización del Laboratorio de Calidad Ambiental.  
 Los resultados son válidos sólo para las muestras analizadas en el mismo. Las contramuestras o muestras dirigidas se conservarán de acuerdo a su tiempo de perecibilidad.

FI-002/Versión: 01/F. E: 22-03-10

LABORATORIO DE CALIDAD AMBIENTAL  
 FACULTAD DE CIENCIAS DEL AMBIENTE DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL "SANTIAGO ANTÚNEZ DE MAYOLO"  
 Av. Centenario N°200-Huaraz- Ancash, Tele! 421 431- Cel. 944432754 / 948915005 RPM. # 948915005  
 E-mail: labfcam@hotmail.com

Página 1 de 1

**Fuente:** Laboratorio de Calidad Ambiental – UNASAM, 2018



### INFORME DE ENSAYO AG180416

**CLIENTE** Razón Social : INAIGEM  
 Dirección : Jr. Juan Bautista Mejía 887  
 Atención : María Faz Artega Perez  
**MUESTRA** Producto declarado : Agua de Riachuelo  
 Matriz : Aguas Naturales - Agua Superficial  
 Procedencia : Sector Carpa  
 Ref./Condición : Cadena de Custodia CC180301  
**MUESTREO** Responsable : Muestra proporcionada por el cliente  
 Referencia : No indica  
**LABORATORIO** Fecha de recepción : 05 /Noviembre/2018  
 Fecha de análisis : 05 de Noviembre al 16 de Noviembre/2018  
 Cotización N° : C0180585

CÓD.	PARÁMETRO	UNIDAD DE MEDIDA	MÉTODO	LÍMITE DE DETECCIÓN	MUESTRA	
					Código del cliente	PM 5
					Fecha de muestreo <sup>1</sup>	09/11/2018
					Hora de muestreo <sup>1</sup>	14:48
					Código del Laboratorio	AG180594
CB	ANÁLISIS DE INDICADORES DE CONTAMINACIÓN BIOQUÍMICO					
CB01	Demanda Bioquímica de Oxígeno	mg/l DBO <sub>5</sub>	APHA 5210 B	1		11

<sup>1</sup> Datos proporcionados por el cliente  
 Leyenda: APHA: Standard Method for the Examination of Water and Wastewater, 22nd Edition-2012

Huaraz, 16 de Noviembre de 2018



MSc. Quím. Mario Leyva Collas  
 Jefe del Laboratorio de Calidad Ambiental  
 FCAM - UNASAM  
 COP N° 604

Está prohibida la reproducción de este informe salvo autorización del Laboratorio de Calidad Ambiental.  
 Los resultados son válidos sólo para las muestras analizadas en el mismo. Las contramuestras o muestras dirimantes se conservarán de acuerdo a su tiempo de perecibilidad.

LABORATORIO DE CALIDAD AMBIENTAL  
 FACULTAD DE CIENCIAS DEL AMBIENTE DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL "SANTIAGO ANTÚNEZ DE MAYOLO"  
 Av. Centenario N°200-Huaraz-Ancash. Telef.421 431- Cel. 944432754 / 948915005 RPM. # 948915005  
 E-mail: labcam@hotmail.com

Página 1 de 1

**Fuente:** Laboratorio de Calidad Ambiental – UNASAM, 2018



### INFORME DE ENSAYO AG180417

**CLIENTE** Razón Social : INAIGEM  
 Dirección : Jr. Juan Bautista Meja 887  
 Atención : Maria Paz Artega Perez  
**MUESTRA** Producto declarado : Agua de Riachuelo  
 Matriz : Aguas Naturales - Agua Superficial  
 Procedencia : Sector Carpa  
 Ref./Condición : Cadena de Custodia CC180301  
**MUESTREO** Responsable : Muestra proporcionada por el cliente  
 Referencia : No indica  
**LABORATORIO** Fecha de recepción : 09 /Noviembre/2018  
 Fecha de análisis : 09 de Noviembre al 16 de Noviembre/2018  
 Cotización N° : C0180685

CÓD.	PARÁMETRO	UNIDAD DE MEDIDA	MÉTODO	LÍMITE DE DETECCIÓN	MUESTRA	
					Código del cliente	PM 6
					Fecha de muestreo <sup>1</sup>	09/11/2018
					Hora de muestreo <sup>1</sup>	15:03
					Código del Laboratorio	AG180595
CB	ANÁLISIS DE INDICADORES DE CONTAMINACIÓN BIOQUÍMICO					
CB01	Demanda Bioquímica de Oxígeno	mg/l DBO <sub>5</sub>	APHA 5210 B	1		15

<sup>1</sup> Datos proporcionados por el cliente

Leyenda: APHA: Standard Method for the Examination of Water and Wastewater, 22 nd. Edition-2012



MSc. Quím. Mario Loyva Collas  
 Jefe del Laboratorio de Calidad Ambiental  
 FCAM - UNASAM  
 CQP N° 604

Huaraz, 16 de Noviembre de 2018

Está prohibida la reproducción de este informe salvo autorización de Laboratorio de Calidad Ambiental. Los resultados son válidos sólo para las muestras analizadas en el mismo. Las contramuestras o muestras dicientes se conservarán de acuerdo a su tiempo de pareabilidad.

## Anexo N° 22 – Informe de Análisis de Suelo



**UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA LA MOLINA**  
 FACULTAD DE AGRONOMIA - DEPARTAMENTO DE SUELOS  
 LABORATORIO DE ANALISIS DE SUELOS, PLANTAS, AGUAS Y FERTILIZANTES



### ANALISIS DE SUELOS : CARACTERIZACION

Solicitante : INSTITUTO NACIONAL DE INVESTIGACIÓN EN GLACIARES Y ECOSISTEMAS DE MONTAÑA - INAIEM

Departamento : ANCASH

Distrito : CATAK

Referencia : H.R. 66025-169C-18

Fact.: 3956

Provincia : RECUAY

Predio : SUBCUENCA PACHACOTO

Fecha : 03/12/18

Número de Muestra		pH (1:1)	C.E. (1:1) dS/m	CaCO <sub>3</sub> %	M.O. %	P ppm	K ppm	Análisis Mecánico			Clase Textural	CIC	Cationes Cambiables					Suma de Cationes	Suma de Bases	% Sat. De Bases
Lab	Claves							Arena %	Limo %	Arcilla %			Ca <sup>+2</sup>	Mg <sup>+2</sup>	K <sup>+</sup>	Na <sup>+</sup>	Al <sup>+3</sup> + H <sup>+</sup>			
15514	PM1-Ref. Desvío a Pastoruri	5.77	1.38	0.00	74.84	84.0	4872	Material orgánico			58.40	17.30	13.58	5.79	2.30	0.87	39.85	38.98	67	
15515	PM2-Ref. Puyas	3.90	0.15	0.00	2.01	1.4	55	84	9	7	A.Fr.	9.60	0.77	0.28	0.11	0.40	0.30	1.86	1.56	16
15516	PM3-Bofedal 3-Ref. Sector Carpa	6.11	0.30	0.00	49.65	20.7	676	Material orgánico			75.20	50.50	3.17	1.51	2.78	0.00	57.96	57.96	77	

A = Arena ; A.Fr. = Arena Franca ; Fr.A. = Franco Arenoso ; Fr. = Franco ; Fr.L. = Franco Limoso ; L = Limoso ; Fr.Ar.A. = Franco Arcillo Arenoso ; Fr.Ar. = Franco Arcilloso ; Fr.Ar.L. = Franco Arcillo Limoso ; Ar.A. = Arcillo Arenoso ; Ar.L. = Arcillo Limoso ; Ar. = Arcilloso



*Sady García Bendejé*  
**Jefe del Laboratorio**

## Anexo N° 23 - Tabla de Interpretación de Caracterización de Suelo

### MÉTODOS SEGUIDOS EN EL ANALISIS DE SUELOS

1. Textura de suelo: % de arena, limo y arcilla; método del hidrómetro.
2. Salinidad: medida de la conductividad eléctrica (CE) del extracto acuoso en la relación suelo: agua 1:1 o en el extracto de la pasta de saturación(es).
3. PH: medida en el potenciómetro de la suspensión suelo: agua relación 1:1 ó en suspensión suelo: KCl N, relación 1:2.5.
4. Calcareo total (CaCO<sub>3</sub>): método gaso-volumétrico utilizando un calcímetro.
5. Materia orgánica: método de Walkley y Black, oxidación del carbono Orgánico con dicromato de potasio. %M.O.=Cx1.724.
6. Nitrógeno total: método del micro-Kjeldahl.
7. Fósforo disponible: método del Olsen modificado, extracción con NaHCO<sub>3</sub>=0.5M, pH 8.5
8. Potasio disponible: extracción con acetato de amonio (CH<sub>3</sub> - COONH<sub>4</sub>)<sub>3</sub>N, pH 7.0
9. Capacidad de intercambio catiónico (CIC): saturación con acetato de amonio (CH<sub>3</sub> - COOCH<sub>3</sub>)<sub>3</sub>N; pH 7.0
10. Ca<sup>2+</sup>, Mg<sup>2+</sup>, Na<sup>+</sup>, K<sup>+</sup> cambiables: reemplazamiento con acetato de amonio (CH<sub>3</sub> - COONH<sub>4</sub>)<sub>3</sub>N; pH 7.0 cuantificación por fotometría de llama y/o absorción atómica.
11. Al<sup>3+</sup>, H<sup>+</sup>: método de Yuan. Extracción con KCl, N
12. Iones solubles:
  - a) Ca<sup>2+</sup>, Mg<sup>2+</sup>, K<sup>+</sup>, Na<sup>+</sup> solubles: fotometría de llama y/o absorción atómica.
  - b) Cl, Co<sub>3</sub><sup>2-</sup>, HCO<sub>3</sub><sup>-</sup>, NO<sub>3</sub> solubles: volumetría y colorimetría, SO<sub>4</sub><sup>2-</sup> turbidimetría con cloruro de Bario.
  - c) Boro soluble: extracción con agua, cuantificación con curcumina.
  - d) Yeso soluble: solubilización con agua y precipitación con acetona.

#### Equivalencias:

- 1 ppm=1 mg/kilogramo
- 1 millimho (mmho/cm) = 1 deciSiemens/metro
- 1 miliequivalente / 100 g = 1 cmol(+)/kg
- Sales solubles totales (TDS) en ppm ó mg/kg = 640 x CEes
- CE (1 : 1) mmho/cm x 2 = CE(es) mmho/cm

### TABLA DE INTERPRETACION

Salinidad		Materia Orgánica	Fósforo disponible	Potasio disponible	Relaciones Catiónicas		
Clasificación del Suelo	CE(es)	CLASIFICACIÓN %	ppm P	ppm K	Clasificación	K/Mg	Ca/Mg
*muy ligeramente salino	<2	*bajo <2.0	<7.0	<100	*Normal	0.2 - 0.3	5 - 9
*ligeramente salino	2 - 4	*medio 2 - 4	7.0 - 14.0	100 - 240	*defc. Mg	>0.5	
*moderadamente salino	4 - 8	*alto >4.0	>14.0	>240	*defc. K	>0.2	
*fuertemente salino	>8				*defc. Mg		>10

Reacción o pH		CLASES TEXTURALES		Distribución de Cationes %	
Clasificación del Suelo	pH	A = arena	Fr.Ar.A = franco arcillo arenoso	Ca <sup>2+</sup>	= 60 - 75
*fuertemente ácido	<5.5	A.Fr = arena franca	Fr.Ar = franco arcilloso	Mg <sup>2+</sup>	= 15 - 20
*moderadamente ácido	5.6 - 6.0	Fr.A = franco arenoso	Fr.Ar.L = franco arcilloso limoso	K <sup>+</sup>	= 3 - 7
*ligeramente ácido	6.1 - 6.5	Fr. = franco	Ar.A = arcilloso arenoso	Na <sup>+</sup>	= <15
*neutro	6.6 - 7.0	Fr.L = franco limoso	Ar.L = arcilloso limoso		
*ligeramente alcalino	7.1 - 7.8	L = limoso	Ar. = arcilloso		
*moderadamente alcalino	7.9 - 8.4				
*fuertemente alcalino	>8.5				

Anexo N° 24 - Formulario de Autorización para la Publicación Electrónica de la Tesis



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

Centro de Recursos para el Aprendizaje y la Investigación (CRAI)  
"César Acuña Peralta"

FORMULARIO DE AUTORIZACIÓN PARA LA PUBLICACIÓN ELECTRÓNICA DE LAS TESIS

1. DATOS PERSONALES

Apellidos y Nombres: (solo los datos del que autoriza)

Arteaga Pérez María Paz  
D.N.I. : 76456864  
Domicilio : Los Portales de Puente Piedra Mz D Lote 25 - Puente Piedra  
Teléfono : Fijo : Móvil : 984746064  
E-mail : pazarteaga.2395@gmail.com

2. IDENTIFICACIÓN DE LA TESIS

Modalidad:

Tesis de Pregrado

Facultad : Ingeniería  
Escuela : Ingeniería Ambiental  
Carrera : Ingeniería Ambiental  
Titulo : Ingeniera Ambiental

Tesis de Post Grado

Maestría

Doctorado

Grado :  
Mención :

3. DATOS DE LA TESIS

Autor (es) Apellidos y Nombres:

Arteaga Pérez María Paz

Título de la tesis:

Determinación de la cobertura vegetal de los bosques mediante el Índice de vegetación de diferencia normalizada en la Subcuenca Pachacoto, Cátac - Ancash.

Año de publicación : 2018



4. AUTORIZACIÓN DE PUBLICACIÓN DE LA TESIS EN VERSIÓN ELECTRÓNICA:

A través del presente documento,

Si autorizo a publicar en texto completo mi tesis.

No autorizo a publicar en texto completo mi tesis.

Firma :

Fecha : 28/12/18

## Anexo N° 25 - Verificación del porcentaje de similitud mediante el Programa Turnitin

**turnitin**

ESTÁS VIENDO: INICIO > TESIS 2018-18 > TESIS DE PRE GRADO

**Tesis de pre grado**

BANDEJA DE ENTRADA | ESTÁS VIENDO: TRABAJOS NUEVOS

Entregar archivo

- AUTOS
- Jacqueline Morales
- Pablo Alberto Quimpe...
- Pedro Cachay
- Maria Molina
- Tania Calisto
- Elena Escobedo
- Luzmila Perez León
- Yasser Solivar
- Laura Mori
- Josefa Puma Arias
- Maria Paz
- NAVIRUTH LISBETH COINT
- Elena Shiget ESCALA...
- Jin quales Espinoza
- Sofia Huarona Villeg...
- ebert Manrique zica
- Juan Martinez
- LAIURA PAMELA MORI GA...

**UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO**

**FACULTAD DE INGENIERÍA**

**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AMBIENTAL**

"Determinación de la cobertura vegetal de los bofedales mediante el índice de vegetación de diferencia normalizada en la Subcuenca Pachayaco, Cuzco - Ancash"

**TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERA AMBIENTAL**

AUTOR:  
Anaya Pisco, María Paz

ASISOR:  
Dr. Jara Nakano, Jorge Leonardo

**LÍNEA DE INVESTIGACIÓN**  
Calidad y Gestión de los Recursos Naturales

**LIMA - PERÚ**  
2018

**Resumen de coincidencias**

15 %

Nº	Origen de coincidencias	Porcentaje
1	repositorio.uca.edu.pe	5 %
2	Entregado a Universidad...	<1 %
3	docplayer.es	<1 %
4	horizon.documentation...	<1 %
5	www.redalyc.org	<1 %
6	www.redalyc.org	<1 %
7	Entregado a Universidad...	<1 %
8	www.monografias.com...	<1 %
9	geofocus.rediris.es	<1 %
10	www.ejemplar.com	<1 %
11	www.unica.edu.ve	<1 %
12	www.fulcrum.es	<1 %
13	Entregado a Alameda Int...	<1 %

10:23 a.m.  
2018-12-09

*[Handwritten signature]*

## Anexo N° 26 - Acta de Originalidad de la Tesis

 <b>UCV</b> UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO	<b>ACTA DE APROBACIÓN DE ORIGINALIDAD DE TESIS</b>	Código : F06-PP-PR-02.02 Versión : 09 Fecha : 23-03-2018 Página : 1 de 2
--	--	---

Yo, Jave Nakayo, Jorge Leonardo, docente de la Facultad de Ingeniería y Escuela Profesional de Ingeniería Ambiental de la Universidad César Vallejo Sede Lima Norte, revisor de la tesis titulada: "**Determinación de la Cobertura Vegetal de los bofedales mediante el Índice de Vegetación de Diferencia Normalizada en la Subcuenca Pachacoto Cátac- Ancash, 2018**", de la estudiante **María Paz Arteaga Pérez**, constató que la investigación tiene un índice de similitud de 15 % verificable en el reporte de originalidad del programa Turnitin.

El/la suscrito (a) analizó dicho reporte y concluyó que cada una de las coincidencias detectadas no constituyen plagio. A mi leal saber y entender la tesis cumple con todas las normas para el uso de citas y referencias establecidas por la Universidad César Vallejo.

Los Olivos, 07 de Diciembre del 2018



Dr. Jorge Jave Nakayo  
DNI: 01066653

Elaboró	Dirección de Investigación	Revisó	Representante de la Dirección / Vicerrectorado de Investigación y Calidad	Aprobó	Rectorado
---------	----------------------------	--------	---	--------	-----------

## Anexo N° 27 - Autorización de Publicación de la Tesis

 <b>UCV</b> <small>UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO</small>	<b>AUTORIZACIÓN DE PUBLICACIÓN DE TESIS EN REPOSITORIO INSTITUCIONAL UCV</b>	Código : F08-PP-PR-02.02 Versión : 09 Fecha : 23-03-2018 Página : 1 de 1
--	--	---

Yo María Paz Arceaga Pérez  
 identificado con DNI N° 76456864 Egresado(a) de la Escuela  
 Profesional de INGENIERÍA AMBIENTAL de la Universidad César Vallejo,  
 autorizo ( X ), No autorizo ( ) la divulgación y comunicación pública de mi  
 trabajo de investigación titulado: "Determinación de la cobertura  
vegetal de las hondonadas mediante el Índice de vegetación  
de densidad normalizada de la Subcuenca Pachacoto,  
Cataca - Ancash  
 .....";  
 en el Repositorio Institucional de la UCV (<http://repositorio.ucv.edu.pe/>),  
 según lo estipulado en el Decreto Legislativo 822, Ley sobre Derechos de  
 Autor, Art. 23 y Art. 33

Fundamentación en caso de no autorización:

.....

.....

.....

.....



*(Handwritten signature)*

FIRMA

DNI: 76456864

FECHA: Los Olivos 07 de Diciembre del 2018

Elaboró	Dirección de Investigación	Revisó	Responsable de SGC	Aprobó	Vicerrectorado de Investigación
---------	----------------------------	--------	--------------------	--------	---------------------------------

**Anexo N° 28 - Autorización de la Versión Final del Trabajo de Investigación**



**UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO**

**AUTORIZACIÓN DE LA VERSIÓN FINAL DEL TRABAJO DE INVESTIGACIÓN**

CONSTE POR EL PRESENTE EL VISTO BUENO QUE OTORGA EL ENCARGADO DE INVESTIGACIÓN DE  
LA ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AMBIENTAL

A LA VERSIÓN FINAL DEL TRABAJO DE INVESTIGACIÓN QUE PRESENTA:

ARTEAGA PÉREZ, MARÍA PAZ

INFORME TÍTULADO:

**“Determinación de la cobertura vegetal de los bofedales mediante el índice de vegetación de diferencia normalizada en la subcuenca Pachacoto, Cátac – Ancash, 2018”**

PARA OBTENER EL TÍTULO O GRADO DE:

INGENIERA AMBIENTAL

SUSTENTADO EN FECHA: \_07/12/2018\_

NOTA O MENCIÓN: \_17\_



FIRMA DEL ENCARGADO DE INVESTIGACIÓN

Dr. Elmer Benites Alfaro