

UNIVERSIDAD CATÓLICA SEDES SAPIENTIAE
FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS Y AMBIENTALES



Evaluación multitemporal de la variación de la cobertura vegetal en
dos bofedales del distrito Marcapomacocha, Yauli - Junín, periodo
2010 y 2020

TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE
INGENIERO AMBIENTAL

AUTORES

Brian Chana Dextre Marcelo
Jackelyn Gissell Valerio Leon

ASESORA

Maximiliana Irene Castro Medina

Lima, Perú

2025

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

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

Autor 2

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

Autor 3

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

Autor 4

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

Datos de los Asesores**Asesor 1**

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

Asesor 2

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

Datos del Jurado**Presidente del jurado**

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

Segundo miembro

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

Tercer miembro

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

Datos de la Obra

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

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



ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS

ACTA N° 080-2025-UCSS/FCAA-DI

Siendo las 10:30 a. m. del 12 de diciembre de 2025 a través de la plataforma virtual zoom de la Universidad Católica Sedes Sapientiae, el Jurado de Tesis integrado por:

- | | |
|------------------------------------|-----------------|
| 1. Norma Luz Quinteros Camacho | presidente |
| 2. Luis Fernando Hinostroza Medina | primer miembro |
| 3. Marilu Tovar Baca | segundo miembro |
| 4. Maximiliana Irene Castro Medina | asesor(a) |

Se reunieron para la sustentación virtual de la tesis titulada:

Evaluación multitemporal de la variación de la cobertura vegetal en dos bofedales del distrito Marcapomacocha, Yauli - Junín, periodo 2010 y 2020

Que presenta las bachilleres en **Ciencias Ambientales**

Brian Chana Dextre Marcelo
Jackelyn Gissell Valerio Leon

Cumpliendo así con los requerimientos exigidos por el reglamento para la modalidad de titulación; la presentación y sustentación de un trabajo de investigación original, para obtener el Título Profesional de **Ingeniero Ambiental**.

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

APROBAR **X**
DESAPROBAR ...

La tesis, con el calificativo de **BUENA** y eleva la presente acta al decanato de la **Facultad de Ciencias Agrarias y Ambientales**, a fin de que se declare EXPEDITA para conferir el **TÍTULO DE INGENIERO AMBIENTAL**.

Lima, 12 de diciembre de 2025.

Norma Luz Quinteros Camacho
Presidente

Luis Fernando Hinostroza Medina
1° miembro

Marilu Tovar Baca
2° miembro

Maximiliana Irene Castro Medina
Asesor(a)

Anexo 2

CARTA DE CONFORMIDAD DEL ASESORA DE TESIS CON INFORME DE EVALUACIÓN DEL SOFTWARE ANTIPLAGIO

Lima, 12 de diciembre de 2025.

Señor(a),
Jefe del Departamento de Investigación
Facultad de Ciencias Agrarias y Ambientales

Reciba un cordial saludo.

Sirva el presente para informar que la **tesis** bajo mi asesoría, con **título: Evaluación multitemporal de la variación de la cobertura vegetal en dos bofedales del distrito Marcapomacocha, Yauli - Junín, periodo 2010 y 2020**, presentado por **Brian Chana Dextre Marcelo** (código de estudiante: 2016100676 y DNI 61721950) y de **Jackelyn Gissell Valerio Leon** (código de estudiante: 2015102150 y DNI 76133984) para optar el **título profesional** de Ingeniero Ambiental, ha sido revisado en su totalidad por mi persona y **CONSIDERO** que el mismo se encuentra **APTO** para ser sustentado ante el Jurado Evaluador.

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

Sin otro particular, me despido de usted. Atentamente,

A handwritten signature in black ink, which appears to read 'Irene Castro M'.

Firma

Maximiliana Irene Castro Medina

DNI N°: 06962611

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-1625-6513>

Facultad de Ciencias Agrarias y Ambientales - UCSS

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

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

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

DEDICATORIA

Dedico este trabajo a DIOS por permitirme llegar a esta etapa de mi vida profesional. A mis padres, por la formación personal y profesional. En especial a mi madre Marivel Marcelo Pomiano, pese a las circunstancias siempre estuviste a mi lado motivándome y cuidándome, gracias por enseñarme el respeto y el amor. Asimismo, a mi hermana Madelyn Dextre Marcelo por su motivación constante.

Gracias por siempre creer en mí y por ser un apoyo incondicional en cada etapa de mi vida. Los amo.

(Brian Chana Dextre Marcelo)

Dedico esta tesis a mis queridos padres (Rolando Valerio y Rina Leon); quienes a lo largo de sus vidas me han inculcado la cultura del trabajo y estudio, su constante dedicación y esfuerzo han logrado en mí brindarme el regalo más apreciado que es la educación, esta tesis es el testimonio de su sacrificio y amor, y un recordatorio persistente de la importancia del trabajo duro y la educación en nuestras vidas.

(Jackelyn Gissell Valerio Leon)

AGRADECIMIENTOS

En el presente trabajo agradecemos principalmente a Dios, por ser el inspirador y darnos fuerza para continuar en este proceso de obtener uno de los anhelos más deseados.

A nuestros padres, por su amor, trabajo y sacrificio en todos estos años, gracias a ustedes hemos logrado llegar hasta aquí y convertirnos en lo que somos. Ha sido el orgullo y el privilegio de ser sus hijas, son los mejores padres.

A nuestros hermanos (as) por estar siempre presentes, acompañándonos y por el apoyo moral que nos brindaron a lo largo de esta etapa de nuestras vidas.

A la Universidad Católica Sedes Sapientiae en especial a la Facultad de Ciencias Agrarias y Ambientales, a los docentes de esta facultad quienes contribuyeron a nuestra formación profesional,

Finalmente quiero expresar mi más grande y sincero agradecimiento a la Geog. Irene Castro, principal colaboradora durante todo este proceso, quien, con su dirección, conocimiento, enseñanza y colaboración permitió el desarrollo de este trabajo.

ÍNDICE GENERAL

	Pág.
ÍNDICE GENERAL.....	8
ÍNDICE DE TABLAS.....	10
ÍNDICE DE FIGURAS	11
ÍNDICE DE APÉNDICES	13
RESUMEN.....	14
ABSTRACT	15
INTRODUCCIÓN.....	17
OBJETIVOS.....	20
CAPÍTULO I: MARCO TEÓRICO	21
1.1. Antecedentes	21
1.2. Bases teóricas especializadas.....	26
1.2.1. Bofedales	26
1.2.2. Servicios ambientales de los bofedales	27
1.2.3. Clases de bofedales.....	28
1.2.4. Sistema de información geografía	29
1.2.5. Los componentes de un SIG	29
1.2.6. Teledetección.....	30
1.2.7. Imágenes satelitales	30
1.2.8. Tipos de imágenes satelitales.....	30
1.2.9. Tipos de sensores satelitales	31
1.2.10. Radiación electromagnética.....	31
1.2.11. Espectro electromagnético.....	32
1.2.12. Tasa de cambio	34
1.2.13. Índice normalizado diferencial de la vegetación	34
CAPÍTULO II: MATERIALES Y MÉTODOS	36
2.1. Descripción de la investigación	36
2.2. Lugar y fecha	36
2.3. Población y muestra	37
2.3.1. Población	37
2.3.2. Muestra	37
2.4. Técnicas e instrumentos	38

2.5. Descripción de la investigación	38
2.5.1. Fase preliminar	39
2.5.2. Fase de campo.....	43
2.5.3. Fase de gabinete.....	46
2.6. Identificación de variables y su mensuración	46
2.7. Análisis estadístico de datos	47
2.8. Materiales y equipos	47
2.8.1. Materiales de campo y gabinete	47
2.8.2. Equipos de campo y gabinete	47
CAPÍTULO III: RESULTADOS	48
3.1. Cobertura vegetal de los bofedales A y B, en época húmeda y época seca.....	48
3.2. Variaciones multitemporales para los bofedales A y B, años 2010, 2015 y 2020.....	59
3.3.1. Ganadería.....	66
3.3.2. Contaminación del bofedal por aguas servidas	66
3.3.3. Exploración minera.....	68
3.3.4. Construcción de carretera afectando el bofedal “B”	69
3.3.5. El turismo.....	69
3.4. Identificación de la composición florística en los dos bofedales “A” y “B” de Marcapomacocha.....	80
CAPÍTULO IV: DISCUSIÓN.....	83
4.1. Determinar el índice de vegetación de diferencia normalizada (NDVI), para la cobertura vegetal de los dos bofedales de Marcapomacocha en época húmeda y época seca	83
4.2. Analizar las variaciones multitemporales para los dos bofedales del distrito de Marcapomacocha mediante el uso de la teledetección período 2010, 2015 y 2020 ..	84
4.3. Identificar los factores antrópicos relacionados con las variaciones - temporales de los períodos 2010, 2015 y 2020 de la cobertura vegetal	84
4.4. Estimar la composición florística en los bofedales de Marcapomacocha.....	85
CAPÍTULO V: CONCLUSIONES	86
CAPÍTULO VI: RECOMENDACIONES	88
REFERENCIAS	90
TERMINOLOGÍA	99
APÉNDICES	101

ÍNDICE DE TABLAS

	Pág.
Tabla 1. <i>Servicios ecosistémicos de los bofedales</i>	28
Tabla 2. <i>Categorías y valores de la fórmula de población finita</i>	45
Tabla 3. <i>VARIABLES del estudio y su metodología</i>	46
Tabla 4. <i>Tipos de cobertura vegetal en el bofedal Marcapomacocha, época húmeda del 2010, del bofedal A Y B</i>	48
Tabla 5. <i>Tipos de cobertura vegetal en el bofedal Marcapomacocha, época húmeda del 2015, del bofedal A Y B</i>	50
Tabla 6. <i>Tipos de cobertura vegetal en el bofedal Marcapomacocha, época húmeda del 2020, del bofedal A Y B</i>	52
Tabla 7. <i>Tipos de cobertura vegetal en el bofedal Marcapomacocha, época seca del 2010, del bofedal A y B</i>	54
Tabla 8. <i>Tipos de cobertura vegetal en el bofedal Marcapomacocha, época seca del 2015, del bofedal A y B</i>	56
Tabla 9. <i>Tipos de cobertura vegetal en el bofedal Marcapomacocha, época seca del 2020, del bofedal A y B</i>	58
Tabla 10. <i>Variación de la cobertura vegetal de los bofedales A y B en la época húmeda en el periodo 2010 al 2015</i>	60
Tabla 11. <i>Variación de la cobertura vegetal de los bofedales A y B en la época húmeda en el período 2015 al 2020</i>	61
Tabla 12. <i>Variación de la cobertura vegetal de los bofedales A y B en la época húmeda en el periodo 2010 al 2020</i>	62
Tabla 13. <i>Variación de la cobertura vegetal de los bofedales A y B en la época seca en el periodo 2010 al 2015</i>	63
Tabla 14. <i>Variación de la cobertura vegetal de los bofedales A y B en la época seca en el periodo 2015 al 2020</i>	64
Tabla 15. <i>Variación de la cobertura vegetal de los bofedales A y B en la época seca en el periodo 2010 al 2020</i>	65
Tabla 16. <i>Familia, género y número de individuo en el bofedal de Marcapomacocha “A” y “B”</i>	81

ÍNDICE DE FIGURAS

	Pág.
Figura 1. <i>Signaturas Espectrales de distintos sistemas</i>	32
Figura 2. <i>Espectro electro- magnético</i>	33
Figura 3. <i>Mapa de ubicación del área de estudio</i>	37
Figura 4. <i>Ubicación del bofedal A y B</i>	38
Figura 5. <i>Flujograma del proceso para la clasificación de la cobertura vegetal del bofedal</i>	39
Figura 6. <i>Procesos de descarga de imágenes satelitales en la plataforma de Earth Explorer</i>	41
Figura 7. <i>Colocación de la parcela en el bofedal de Marcapomacocha</i>	43
Figura 8. <i>Encuesta al personal del centro poblado de distrito de Marcapomacocha</i>	45
Figura 9. <i>Presentación de la vegetación en la época húmeda del bofedal A y B en el 2010</i>	49
Figura 10. <i>Presentación de la vegetación en la época húmeda del bofedal A y B en el 2015</i>	51
Figura 11. <i>Presentación de la vegetación en la época húmeda del bofedal A y B en el 2020</i>	53
Figura 12. <i>Presentación de la vegetación en la época seca del bofedal A y B en el 2010</i>	55
Figura 13. <i>Presentación de la vegetación en la época seca del bofedal A Y B en el 2015</i> .	57
Figura 14. <i>Presentación de la vegetación en la época seca del bofedal A Y B en el 2020</i> .	59
Figura 15. <i>Presencia de especies camélidos domésticos, bofedal Marcapomacocha, Yauli- Junín</i>	66
Figura 16. <i>Camal de la comunidad campesina de Marcapomacocha, Yauli-Junín</i>	67
Figura 17. <i>Impacto antrópico del camal de la comunidad campesina de Marcapomacocha, Yauli-Junín</i>	67
Figura 18. <i>Ubicación de la unidad minera Ariana Operaciones Mineras, Marcapomacocha, Yauli- Junín</i>	68
Figura 19. <i>Zona de influencia de la carretera de la comunidad campesina de Corpacancha, distrito de Marcapomacocha, Yauli- Junín</i>	69
Figura 20. <i>Fogata de campamento</i>	70
Figura 21. <i>¿A qué se dedica?</i>	71

Figura 22. <i>¿Considera que el bofedal es importante para su comunidad?</i>	71
Figura 23. <i>¿Qué fuente de agua dispone para su consumo?</i>	72
Figura 24. <i>¿Separa los residuos sólidos que genera en su hogar (¿residuos orgánicos, residuos inorgánicos, residuos de productos de limpieza?</i>	72
Figura 25. <i>¿Qué tipo de residuos clasifica?</i>	73
Figura 26. <i>¿Usted, hace quema de sus residuos sólidos?</i>	73
Figura 27. <i>¿Cómo realiza la disposición de sus residuos sólidos?</i>	74
Figura 28. <i>¿Qué animales crían?</i>	74
Figura 29. <i>¿Cuántos animales crían?</i>	75
Figura 30. <i>¿Cómo los crían?</i>	75
Figura 31. <i>¿Cuánto tiempo usted realiza el pastoreo?</i>	76
Figura 32. <i>¿En qué área del bofedal usted realiza el pastoreo?</i>	76
Figura 33. <i>¿Qué hacen con el estiércol y los residuos que se generan?</i>	76
Figura 34. <i>¿Cree que sus propias actividades podrían afectar al bofedal?</i>	77
Figura 35. <i>¿Usted cree que la actividad minera afecta a los bofedales?</i>	78
Figura 36. <i>¿Considera que, en general, los visitantes causan daño al bofedal?</i>	78
Figura 37. <i>¿Usted cree que el turismo podría ser una oportunidad económica para el distrito?</i>	79
Figura 38. <i>¿Considera que el bofedal está contaminado?</i>	79
Figura 39. <i>¿Considera que el bofedal requiere ser protegido?</i>	80
Figura 40. <i>Flora de pajonal de puna del bofedal de Marcapomacocha</i>	82
Figura 41. <i>Flora del pajonal de puna del bofedal de Marcapomacocha</i>	82

ÍNDICE DE APÉNDICES

	Pág.
Apéndice 1. Validación de encuesta de identificación de actividades antrópicas.....	101
Apéndice 2. Validación de encuesta de identificación de actividades antrópicas.....	102
Apéndice 3. Especificaciones técnicas de la imagen LandSat 7, fecha 22 de octubre del 2010	103
Apéndice 4. Especificaciones técnicas de la imagen LandSat 7, fecha 09 de agosto del 2015	103
Apéndice 5. Especificaciones técnicas de la imagen LandSat 7, fecha 06 de agosto del 2020	104
Apéndice 6. Especificaciones técnicas de la imagen LandSat 7, fecha 16 de junio del 2010	104
Apéndice 7. Especificaciones técnicas de la imagen landsat 7, fecha 30 de junio del 2015	105
Apéndice 8. Especificaciones técnicas de la imagen LandSat 8, fecha 19 de junio del 2020	105
Apéndice 9. Cuestionario sobre el bofedal "Marcapomacocha"	106
Apéndice 10. Cuestionario sobre el bofedal "Marcapomacocha"	107
Apéndice 11. Cuestionario sobre el bofedal "Marcapomacocha"	108
Apéndice 12. Cuestionario sobre el bofedal "Marcapomacocha"	109

RESUMEN

La investigación propuso evaluar la variación multitemporal de la cobertura vegetal en dos bofedales del distrito de Marcapomacocha durante el período 2010–2020, mediante el uso de imágenes satelitales Landsat 7 y 8. Se extrajeron seis imágenes multiespectrales correspondientes a distintos años, en épocas húmeda y seca. Los bofedales fueron delimitados en dos áreas, “A” y “B”, según su importancia ecológica, socioeconómica y biodiversidad asociada. Se calculó el Índice de Vegetación de Diferencia Normalizada (NDVI) y la tasa de cambio de la cobertura vegetal como indicadores del estado de la vegetación, utilizando el software QGIS. Se identificaron seis clases de cobertura vegetal: suelo desnudo sin vegetación, vegetación muy escasa, vegetación baja a escasa, vegetación baja con vigorosidad escasa, vegetación moderada con vigorosidad media y vegetación densa y vigorosa. Los resultados indicaron que, en la época húmeda, el bofedal “A” presentó una disminución del 2,20 %, mientras que el bofedal “B” registró un incremento del 14,80 %. En la época seca, el bofedal “A” evidenció la mayor reducción con un 36,30 %, y el bofedal “B” disminuyó en 57,44 %. En conclusión, se evidenció variaciones significativas en la cobertura vegetal, posiblemente asociadas a actividades antrópicas, sobrepastoreo y cambio climático.

Palabras clave: Antrópico, Conservación, Imágenes satelitales, Tasa de cambio, Teledetección.

ABSTRACT

The research aimed to evaluate the multitemporal variation in vegetation cover in two wetlands in the Marcapomacocha district during the period 2010-2020, using Landsat 7 and 8 satellite images. Six multispectral images corresponding to different years, in wet and dry seasons, were extracted. The wetlands were divided into two areas, "A" and "B", according to their ecological and socioeconomic importance and associated biodiversity. The normalized difference vegetation index (NDVI) and the rate of change in vegetation cover were calculated as indicators of vegetation status using QGIS software. Six classes of vegetation cover were identified: bare soil without vegetation, very sparse vegetation, low to sparse vegetation, low vegetation with low vigor, moderate vegetation with medium vigor, and dense and vigorous vegetation. The results indicated that, in the wet season, wetland "A" showed a decrease of 2,20 %, while wetland "B" recorded an increase of 14,80 %. During the dry season, wetland "A" showed the greatest reduction, with 36,30 %, and wetland "B" decreased by 57,44 %. In conclusion, significant variations in vegetation cover were observed, possibly associated with anthropogenic activities, overgrazing, and climate change.

Keywords: *Anthropic, Conservation, Satellite images, Rate of change, Remote sensing.*

INTRODUCCIÓN

Los bofedales son reconocidos a nivel mundial por la diversidad de sus servicios ecosistémicos, entre las más importante se encuentran: la regulación del flujo del agua que se da principalmente en la parte alta de las cordilleras y son importantes fuentes de agua y forraje para el ganado, atribuye estabilidad al suelo, mantenimiento del microclima, acumulación de turba, almacenamiento de carbono, son lugares de refugio y alimentación de la fauna silvestre o nativa, hot spots de biodiversidad, albergan especies endémicas y amenazadas y contribuyen al soporte de la ganadería (Flores *et al.*, 2014).

La vinculación del cambio climático con los bofedales u oconales es muy significativa, su función principal es garantizar el recurso hídrico en época de seca y que a su vez cumplen un rol muy importante como depósitos de carbono ayudando a la mitigación del cambio climático. Además, estos ecosistemas no sólo pueden aportar servicios ecosistémicos a los seres humanos, sino que también aportan valores económicos ente los más principales se tiene la producción ganadera y el recurso hídrico (Xu *et al.*, 2019).

En el Perú se estima que las extensiones de los bofedales abarcan el 2 % del territorio, y son de alto uso de la población altoandina para el pastoreo del ganado doméstico (alpacas, llamas y ovejas), que constituyen la base principal de su económica (Aduvire y Aduviri, 2021).

Un ejemplo de bofedal altoandino del Perú, son los bofedales Marcapomacocha que se encuentran ubicados en el distrito de Marcapomacocha, provincia de Yauli, departamento de Junín con una altitud a más de 4 000 m s.n.m es un gran complejo de dotación de agua, su importancia radica en atender la demanda de agua potable que beneficia gran parte a la población cuenca abajo. Asimismo, la vegetación de los bofedales A y B de Marcapomacocha son el principal sustento económico para los pastores de la comunidad, 75 % se dedican a la ganadería (Gonnet y Damian, 2021).

Con su deterioro e impacto sin duda terminará perjudicando no solo a los distritos colindantes dejándoles sin fuente de agua y alimento de sus animales, sino también a nivel global por la liberación de CO₂ lo cual beneficiará al aumento del calentamiento global. Adicional a ello, los impactos antrópicos como la minería, la construcción carretera, la extracción clandestina de turba, el sobrepastoreo, entre otros; estarían causando un impacto negativo en la alteración de la dinámica natural del bofedal (Gonnet y Damian, 2021). El cambio climático y el impacto antrópico son la gran amenaza en la degradación de muchos ecosistemas que genera la pérdida de la capacidad de proveer bienes y servicios ambientales, de igual forma, su capacidad de resiliencia; lo que a su vez acelera la pérdida de vegetación y de especies (Samaniego, *et al* 2016).

La vegetación es muy difícil de cuantificar y/o medir por ser muy extensa, por consiguiente, acudir a la teledetección es muy buena opción, ya que cuenta con una lista de características (resolución espacial, espectral, radiométrica y temporal) que hace posible medir ciertas variables de la vegetación (biodiversidad) con las que se puede monitorear desde el espacio y con ello, apoyar en la toma de decisiones para la gestión de conservación de los bofedales e incentivar a más investigaciones del lugar (Sánchez, 2018).

De acuerdo a esta problemática, nace la importancia de estudiar el estado actual de los bofedales de Marcapomacocha. Por ello, este estudio tiene como objetivo realizar la evaluación multitemporal de la variación de la cobertura vegetal en dos bofedales del distrito Marcapomacocha, Yauli-Junín, periodo 2010-2020. Por lo tanto, se requiere contar con información detallada sobre la distribución espacial y temporal de los bofedales. De igual manera dicha información servirá para elaborar el índice de vegetación de diferencia normalizada (NDVI) y determinar el procesamiento de imágenes.

La estructura de esta investigación consta de seis capítulos: **CAPÍTULO I: MARCO TEÓRICO**, en este capítulo se detallaron los antecedentes y bases teóricas especializadas sobre el tema de estudio; **CAPÍTULO II: MATERIALES Y MÉTODOS**, se especificaron los materiales y métodos que se utilizaron durante el estudio de investigación; **CAPÍTULO III: RESULTADOS**, se mostraron los resultados obtenidos a partir del análisis estadístico de

datos; en el CAPÍTULO IV, se detallaron las discusiones del estudio entre los antecedentes, resultados y otros autores; en el CAPÍTULO V, se señaló las conclusiones en base a los objetivos del estudio y el en CAPÍTULO VI se especificaron algunas recomendaciones del estudio de investigación.

OBJETIVOS

Objetivo General

- Realizar la evaluación multitemporal de la variación de la cobertura vegetal en dos bofedales del distrito Marcapomacocha, Yauli - Junín, período 2010 – 2020

Objetivos Específicos

- Determinar el índice de vegetación de diferencia normalizada (NDVI), para la cobertura del suelo de los dos bofedales de Marcapomacocha en época húmeda y época seca.
- Analizar las variaciones multitemporales para los dos bofedales del distrito de Marcapomacocha mediante el uso de la teledetección período 2010, 2015 y 2020.
- Identificar los factores antrópicos relacionados con las variaciones espacio - temporales de los períodos 2010, 2015 y 2020 de la cobertura vegetal.
- Identificación de la composición florística en los bofedales de Marcapomacocha.

CAPÍTULO I: MARCO TEÓRICO

1.1. Antecedentes

Internacionales

Garces y Jiménez (2023) en el estudio titulado “Análisis de la diversidad florística y suelos en relación al impacto del pastoreo en páramos herbáceos de la cuenca del río San Francisco. Shaglli – Azuay, Ecuador” tuvo como objetivo estimar la diversidad florística y el impacto al suelo en páramos no intervenidos y en páramos intervenidos. La metodología consistió en identificar la cobertura a través de parcelas, para ello implementó 40 parcelas, donde 20 fueron colocados en páramos no intervenidos y 20 en páramos intervenidos, a través del índice de diversidad Alfa, Shannon y Simpson; también realizaron muestra de suelo para determinar la Materia Orgánica (MO), Densidad Aparente (DA), Infiltración, pH, Conductividad Eléctrica (CE) y macronutrientes. Registraron un total de 21 familias, 55 géneros y 56 especies, en páramos no intervenidos se encontró 31 especies y páramos intervenidos 35 especies, en el índice de Shannon presento mayor valor (1,41 – 0,21) en el área de páramos no intervenidas y el páramo no intervenida (0,98 – 0,21) marcando una diferencia significativa de ($p= 0,009$), mientras que el índice de Simpson se obtuvo (0,57 – 0,04) en páramos no intervenidas y en páramo intervenida de (0,49 – 0,04), donde no presento diferencia significativa ($p=0,057$), asimismo, los resultado de DA en páramos no intervenidos $1,183 \text{ g/cm}^3$, mientras que en intervenidos $1,508 \text{ g/cm}^3$. En el pH ambas zonas presentan suelos ácidos con promedios de 4,87, por medio del R Student se obtuvo que en ambas zonas un valor promedio de 18,7 en relación a la MO. Las 40 parcelas estudiadas presentaron valores por debajo de 1 mS/cm en CE y los valores más bajos de infiltración estuvieron en los páramos protegidos con un valor de $0,25 \text{ cmh}^{-1}$. Concluyeron que la diversidad florística en páramos no intervenidas presento mayor abundancia de especies, asimismo encontraron valores positivos en algunas propiedades del suelo mientras que en páramos intervenidas presento un déficit.

Troya y Villareal (2021) realizaron un estudio de “Análisis de la variación de erosión híbrida por efectos de cambio de uso de suelo en la cuenca media – Alta del río Mira”, teniendo

como objetivo analizar la variación de erosión en la cuenca media – alta del río Mira en el periodo 1996 al 2018 por medio de la aplicación modelo SWAT. La investigación fue de carácter descriptivo de tipo no experimental. A través de las imágenes satelitales evaluaron el cambio de espacio – temporal de la cobertura vegetal y uso del suelo en tres años diferentes (1996, 2007 y 2018), así como la modelación de sedimentos por cada microcuenca por medio del SWAT de Arcgis 10.4 para los tres años diferentes. Los resultados que obtuvieron a partir de la clasificación supervisada en la cobertura vegetal fueron 8 categorías donde fue evidenciado que el periodo 1996 – 2018 presentó una disminución en las coberturas naturales como bosque, vegetación arbustiva y páramo, mientras las coberturas de área sin vegetación, cultivos, zona urbana y pastos tuvo un aumento. A través del SWAT obtuvo los caudales de la estación hidrológica H001, con categoría de erosión moderada de 34,18 t/ha/año. Concluyó que la aplicación del modelo hidrológico permitió estimar una erosión hídrica y la reducción de la cobertura vegetal de la cuenca está asociada a los cultivos y pastos por la ganadera y agrícola, directamente afectado por la influencia de las actividades antrópicas que realizan cerca de la cuenca del río.

Cayambe y Simancas (2020) realizaron una investigación “Estudio de la cobertura vegetal mediante SIG para formulación de medidas de recuperación de espacios degradados en la cuenca alta del río Jubones, Guayaquil - Ecuador”, presentó como objetivo evaluar la cobertura vegetal de la cuenca del río Jubones mediante el uso de SIG para la recuperación de espacios degradados y conservación de la cuenca. La metodología consistió en procesar imágenes satelitales de Landsat-5 y Planetscope a través del NDVI (Índice de Vegetación de Diferencia Normalizada), donde determinó 5 clases de vegetación de la cobertura vegetal del área de estudio. Los resultados evidenciaron un valor de - 0,78 hasta 0,89 hallando áreas con poca vegetación y abundante, a partir del mapa de la cobertura vegetal pudieron identificar las zonas que presentaban a la categoría de cobertura con poca o casi nada de vegetación y su recuperación era de mayor importancia para la cuenca hidrográfica, el área total de la cuenca alta fue de 173 317 ha y las áreas con vegetación corresponde a 171 139 ha. Concluyeron con la revisión de la gestión actual de la cuenca y emplearon la legislación para regular el sector donde el Estado aplicará una medida de precaución y restricción para las actividades que puedan conducir a la extensión de especies y alteración de ciclo naturales la mayor parte de la cuenca alta del río Jubones está en buenas condiciones, y una menor parte (en rojo) sufre amenazas de origen natural y antrópico, asimismo, los autores

recomendaron que en los planes propuestos adicionen el manejo ambiental en la cuenca hidrográfica alta del río Jubones, con el fin de recuperar los espacios degradados junto con la población aledaña.

Nacionales

Lozano (2024) presentó la investigación sobre “Evaluación temporal de la cobertura vegetal mediante teledetección en la provincia de Huanta – Ayacucho, 2017 – 2021”, teniendo como objetivo evaluar los cambios espacio temporales de la cobertura vegetal desde el 2017 hasta el 2021 en la provincia de Huanta – Ayacucho. La metodología empleada fue de diseño no experimental, por medio de la teledetección evaluaron las imágenes satelitales MODIS y el NDVI para la relación temporal de la cobertura vegetal del área de estudio, las imágenes fueron del 20 de julio del 2017, 18 de junio del 2018 y 2019; el 16 de mayo del 2020 y finalmente el 18 de junio del 2021. Los resultados obtenidos a través del NDVI respectivamente fueron: 0,637 – 0,632 – 0,668 – 0,680 – 0,608; lo que indicó un aumento en el cambio de la cobertura vegetal, asimismo, identificó 5 clases de cobertura vegetal como suelo desnudo, vegetación escasa, vegetación estresada, vegetación ligeramente vigorosa y vegetación vigorosa. Concluyó que el comportamiento de espacio temporal del NDVI permitió adquirir datos para aplicar y determinar diversos problemas ambientales como ordenamiento territorial, vigilancia y conservar el medio ambiente.

Moscoso y Gonzales (2023), evaluaron el “Diseño de tareas y acciones para el proceso de conservación y planificación de la restauración ecológica de los bofedales del centro poblado rural Chalhuanca – Yanque, Arequipa, 2021 – 2022” y tuvieron como objetivo identificar el estado de conservación, las fuentes de deterioro y su relación con el proceso de restauración ecológica de los humedales de Ramsar en el bofedal. Emplearon el diseño no experimental utilizando la metodología de descripción y caracterización de bofedales altoandinos y la guía de evaluación del estado del ecosistema del bofedal por medio del PRESION – ESTADO - RESPUESTA, para ello realizaron 5 transectos al azar. Los resultados mostraron que los transectos estudiados (T1, T2, T3 y T4) presentó una condición regular por el sobrepastoreo y presencia de ganado ovino, por causa de la presión de carga animal y la falta de épocas de descanso y T5 es el único con condición buena, esto debido tanto a factores bióticos y abióticos; teniendo como resultado 03 líneas estratégicas claves (la producción del forraje,

la conservación de las fuentes de agua y su relación con la población). Concluyeron que la actividad principal de la población es la ganadería que eso afecta al ecosistema del bofedal por acción humana y también los cambios ambientales, por ello se busca implementar medidas preventivas para controlar el sobrepastoreo para la conservación y restauración del bofedal.

Saucedo (2023) presentó la investigación del “Análisis de la deforestación del distrito Huabal – Región Cajamarca durante el periodo 2005 – 2020 y su proyección al año 2050 con teledetección”. Tuvo como objetivo analizar la deforestación del distrito en el periodo de 2005 – 2020. La investigación fue no experimental. Realizó una recopilación de imágenes satelitales de Landsat 5 y 8, y mediante la clasificación supervisada de la cobertura vegetal utilizó el algoritmo Random Forest que permitió obtener los tipos de clases de la cobertura existentes del periodo 2005 y 2020, para la proyección del año 2050. Obtuvo como resultado seis categorías de la cobertura del suelo como las áreas urbanizadas, pastos, áreas agrícolas heterogéneas, bosques, áreas con vegetación herbácea y/o arbustivo y áreas sin o con poca vegetación. La investigación concluyó que en el año 2005 el área boscosa presentó 42,46 % de la extensión de estudio, mientras que, en el año 2020, el área boscosa presentó 29,56 % teniendo una reducción de la cobertura boscosa en el tiempo y para el año 2050, estimó una proyección del 24,35 % de área boscosa. En el 2050 habrá una disminución por medio de deforestación.

Toribio (2023) desarrolló una investigación sobre “Análisis del efecto espacio - temporal del retroceso glaciar del nevado Huaytapallana en los bofedales del área de conservación regional Huaytapallana en el periodo de 1990 – 2020, Junín – 2022”; tuvo como objetivo analizar el efecto espacio - temporal del retroceso glaciar del nevado Huaytapallana en los bofedales del área de conservación regional Huaytapallana en el periodo de 1990 – 2020. Utilizo el método descriptivo – correlacional donde analizó el efecto de la intervención del retroceso glaciar del nevado Huaytapallana que viene a ser la variable interviniente en los bofedales del ACR Huaytapallana (variable dependiente); a partir del análisis de las dimensiones; espacio (12 microcuencas delimitadas en el área de estudio) y tiempo (periodo de 30 años), con el uso de la teledetección y SIG permitió calcular superficies del bofedal. El resultado glaciar multitemporal evidenció que la superficie glaciar en el año 1990 tuvo

27,82 km² y hacia el año 2020 de 15,11 km², presentando una reducción de la cobertura glaciar de 12,71 km², el índice de coeficiente determinación lineal tuvo un valor igual a 0,849 acercándose a 1 señalando un ajuste perfecto y que el modelo empleado fue fiable con la relación de variable de tiempo y superficie glaciar. Concluyó que el retroceso de la cobertura glaciar del nevado Huaytapallana afecta la superficie de bofedales del Área de Conservación Regional Huaytapallana.

Pamo (2022), realizó la investigación titulada “Determinación de la tasa de cambio histórico de bofedales del anexo de Ancomarca haciendo un análisis multitemporal en la zona altoandina de Tacna”. Tuvo como objetivo determinar la tasa de cambio histórico de bofedales del anexo de Ancomarca en la zona altoandina de Tacna. Empleó el tipo de estudio no experimental, a través de imágenes satelitales del año 1990 y 2021 y software de Arcgis y Erdas, para calcular el índice de vegetación de diferencia normalizada (NDVI) y la tasa anual de cambio para evaluar el estado de la cobertura vegetal del bofedal. Los resultados que obtuvo sobre la clasificación de la cobertura vegetal fueron 4 descriptas como poca vegetación con baja vigorosidad, poca vegetación con vigorosidad media, vegetación media con vigorosidad media y vegetación densa con alta vigorosidad. En el año 1990 presentó 33,14 %; 26,16 %; 23,04 % y 17,67 % y en el año 2021 presentó 39,41 %; 23,70 %; 22,05 % y 14,83 %; mostrando reducción el área del bofedal, la tasa anual de cambio de la cobertura vegetal obtuvo un valor de - 0,12 % significando un decrecimiento del área del bofedal durante el periodo de 31 años. El estudio concluyó que el bofedal de la comunidad Ancomarca está perdiendo vegetación y que a través del cálculo de índice de vegetación se logró determinar el estado actual del ecosistema.

Castro (2021) presentó una investigación sobre “Variación de cobertura vegetal de los bofedales en los centros poblados de Tinyaclla y Pueblo Libre en los años 2016 - 2018- Huancavelica”. Tuvo como objetivo determinar la variación de cobertura vegetal de los bofedales en los centros poblados de Tinyaclla y Pueblo Libre del periodo 2016-2018. Utilizó el método científico de tipo inductivo y deductivo, con diseño no experimental, donde la muestra fue de 31 bofedales ubicados en los centros poblados de Tinyaclla (16) y Pueblo Libre (15). Como resultado obtuvo que la extensión de cobertura vegetal de los 16 bofedales en la comunidad de Tinyaclla, fueron 701 309,144 m² en el año 2016 y una

extensión total de 574 590,305 m² en el año 2018; asimismo, identificaron 15 bofedales en la comunidad de Pueblo Libre, con una extensión de 1 024 421,99 m² en el año 2016 y una extensión total de 901 653,70 m² en el año 2018, teniendo una altitud de 4 315 a 4 862 m s.n.m.; mientras que el punto 12 del centro poblado Tinyaccla presentó una altitud de 4 562 m s.n.m. y el punto 9 de Pueblo libre con 4 862 m s.n.m. El estudio concluyó que existe variación significativa de 10 % de cobertura vegetal de los bofedales en función del área en los centros poblados de Tinyaccla y Pueblo Libre para los años 2016 - 2018 con un nivel de confianza de 0,99 %, generando una pérdida de 18,7 % y 11,98 % de bofedales.

Ocaña (2020) realizó una investigación acerca del “Análisis de la gobernanza institucional en la gestión de los bofedales altoandinos frente al cambio de climático – Huaraz, Áncash 2020”, cuyo objetivo fue conocer las autoridades competentes en la gobernanza de los bofedales. Como parte de la investigación utilizó diferentes tomas del área para observar los desarrollos evolutivos en el tiempo, obteniendo grabaciones, entrevistas y testimonios, frente al cambio climático. El estudio desarrolló un enfoque cualitativo y el método utilizado fue el inductivo, basado en el paradigma naturalista e interpretativo, además, fue realizado de manera *in situ* en el área de estudio. Concluyó que el Ministerio del Ambiente (MINAM) y el Ministerio de Agricultura y Riego (MINAGRI) son los principales entes responsables de la gobernanza y la sostenibilidad de los bofedales, ya que formulan políticas, normativas y herramientas de gestión ambiental para enfrentar los impactos del cambio climático.

1.2. Bases teóricas especializadas

1.2.1. Bofedales

Los bofedales llamados “oconales”, que en quechua significa “zona húmeda”, los bofedales son estacionales o permanentes y usualmente se ubican alrededor de pequeños estanques y a lo largo de pequeños arroyo y manantiales en un área plana, se encuentra en constante humedad durante todo el año, su suelo tiene un contraste entre el color verde que presenta durante todo el año y color el amarillo de la parte seca del suelo; su fisiológica se caracteriza principalmente de herbazales de 0,1 a 0,5 m (Maldonado, 2018).

El bofedal es conocido por su nombre común como la kunkuna, plantago rígida o champa estrella de acuerdo a la zona donde se encuentren. Se ubican en zonas con grandes altitudes con niveles de agua subterránea elevados y escurrimiento superficial constante. Son comunidades de plantas de fisonomía herbácea cespitosa, las cuales siempre se mantiene verdes y ocupan suelos permanentemente húmedos (Autoridad Nacional del Agua [ANA], 2016).

1.2.2. Servicios ambientales de los bofedales

Los bofedales tienen un rol muy importante, ya que son reguladores de los regímenes hidrológicos, cumplen importantes funciones ecológicas y cuenta con un hábitat rico en biodiversidad. Asimismo, proveen una variedad de productos para las actividades diarias del poblador rural como la producción de pasturas naturales para la actividad pecuaria para fines alimenticios e industriales, la utilización de plantas medicinales, desarrollo del ecoturismo en la observación de la avifauna endémica de la zona asociados a lo bofedales, por lo dicho anteriormente, los bofedales se consideran ecosistemas de gran importancia biológica, estratégica y de conservación para los pobladores de la zona (Crispín, 2015).

Los bofedales proveen de agua dulce y forraje para la agricultura, regulan el sistema hídrico, mejorando la calidad del agua y su almacenamiento, por lo que se mantiene húmeda por todo el año. Asimismo, brindan refugio a la fauna silvestre y especies migratorias, además es empleada para el turismo por su belleza escénica y paisajística (Flores, *et al* 2014).

Los bofedales es un ecosistema altoandino que brindan servicios ambientales (Tabla 1) como la regulación del microclima, purificación del agua, abrevadero para el ganado principalmente en camélidos sudamericanos y ovinos, hábitat de aves migratorias, captura de carbono, biorremediación y almacenamiento de agua. Sin embargo, los servicios ambientales que nos brindan los bofedales se verán afectados por las actividades antrópicas tales como el pastoreo, construcción de reservorio de agua, construcción de presas y la extracción de su forraje para leña, y otras actividades (MINAM, 2015).

Tabla 1*Servicios ecosistémicos de los bofedales*

Tipología	Servicios Ecosistémicos
Provisión	Forraje para el ganado Turba Plantas medicinales Agua
Regulación	Almacenamiento de carbono Protección de procesos de erosión de la turba y el suelo Purificación del agua Almacén de agua Regulación hídrica Regulación el clima local Regulación del cambio climático
Soporte	Regulador de fauna silvestre y de Biodiversidad Formación de turba Mantenimiento del ciclo de nutrientes
Culturales	Son considerados por poseer de: Belleza escénica y paisajística Áreas de recreación y turismo

Nota. Se puede observar la diversidad de servicios ecosistémicos que nos brinda los bofedales, es por ello la importancia de conservarlas. Tomado de Flores *et al.*, (2014). Marco conceptual y metodológico para estimar el estado de salud de los bofedales. (p. 04). <https://repositoriodigital.minam.gob.pe/handle/123456789/838>

1.2.3. Clases de bofedales

En la “Guía de evaluación del estado del Ecosistema de bofedales”- MINAM (2019). Los bofedales se pueden diferenciar mediante.

Hidro periodo

Este proceso va a diferenciar los bofedales estacionales de los permanentes, ya que los estacionales tienen se caracterizan por tener menor profundidad de turba. Es por ello, que tendrían menor capacidad de almacenar agua y carbono a diferencia de los permanentes

Posición topográfica

Va a diferenciar los bofedales de ladera con aquellos que se ubican en áreas planas. Los bofedales de ladera en su mayoría son estacionales con presencia de turba superficial. Por lo general, los bofedales en áreas planas o de baja pendiente, son receptoras de agua gracias al escurrimiento en las laderas cercanas, desarrollando bofedales permanentes y profundos.

1.2.4. Sistema de información geografía

El sistema de información geográfica o SIG por sus siglas es un “conjunto de herramientas compuesto por hardware, software, datos y usuarios, que permite capturar, almacenar, administrar y analizar la información digital, así como realizar gráficos y mapas, y representar datos” (López, 2015, p. 567). También, se puede referir como un sistema que integra tecnología informática, personas e información geográfica, y cuya principal función es capturar, analizar, almacenar, editar y representar datos georreferenciados y que engloba una serie de otros elementos conectados, cada uno de los cuales desempeña una función particular, en donde se integra la tecnología informática, las personas y la información geográfica (Olaya, 2014).

1.2.5. Los componentes de un SIG

Según Olaya (2014) clasifica los componentes de un SIG en:

- **Datos:** es la materia prima más importante para el trabajo en SIG que integra los datos espaciales con otros recursos de datos. Los datos geográficos y tabulares pueden ser adquiridos por quien implementa el sistema de información.
- **Personas:** es el motor del sistema SIG, está encargada de operar, desarrollar y administrar el sistema (software); además establece soluciones en los problemas en el mundo real.
- **Procedimientos:** un conjunto de formulaciones y metodologías a aplicar sobre los datos.
- **Equipo (Hardware):** el equipo necesario para ejecutar el software.

1.2.6. Teledetección

La teledetección es un campo de estudio que integra una variedad de información que se utiliza para observar, analizar e interpretar todos los fenómenos atmosféricos y terrestres sin tener contacto directo con el objeto a estudiar, con dicha información se tendría un mayor conocimiento del área de estudio la cual nos ayudaría a resolver cualquier problemática (Arenas, 2016).

1.2.7. Imágenes satelitales

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. (Pacheco *et al.*, 2014).

1.2.8. Tipos de imágenes satelitales

Los tipos de imágenes satelitales dependen de la cantidad de bandas que posee y el ángulo de observación de la imagen, esto proporciona mayor detalle y mejoras en el contenido de la información. se cuenta con cuatro tipos de imágenes satelitales según Bravo (2017):

Imagen multiespectral

Es la que posee datos numéricos en cada píxel y bandas que consiga divisar el sensor, permite obtener firmas espectrales de los objetos de la imagen.

Imagen pancromática. Es una banda en escala de grises, con gran información por su alta resolución espacial, pues detecta detalles que no se distinguen en las imágenes multiespectrales Bravo (2017).

Imagen fusionada. Es la unión entre la imagen multiespectral y la pancromática con el fin de mejorar la resolución espacial Bravo (2017).

Imagen estéreo. Son dos imágenes que se tomaron de distinto ángulo de visión, se debe a la reorientación del sensor Bravo (2017).

1.2.9. Tipos de sensores satelitales

Los sensores son sistemas que identifican la información electromagnética de los cuerpos naturales y los convierten en datos entendibles para los SIG. Bravo (2017) considera que los llamados sensores pasivos utilizan la radiación electromagnética de fuentes naturales (radiación solar natural), pudiendo poseer información muy rica sobre el objeto de estudio, un ejemplo de ello son los sensores: ASTER, LandSat, Terra MODIS, GMP, entre otros. Por otro lado, los sensores activos emiten radiación hacia el objeto de estudio. La radiación reflejada de dicho objeto es detectada y medida por el sensor; es decir, que los sensores activos proporcionan su propia fuente de energía para la iluminación. Ejemplo de ellos son: Radar, Sonar, Lidar, Dispersómetros, entre otros.

Resoluciones de un sensor

La resolución es la capacidad que tiene un sensor satelital para brindar imágenes satelitales con diferentes características y según Bravo (2017) los clasifica en:

- Resolución radiométrica: es el número de tonalidades de gris que presenta la imagen satelital, se calcula por dos elevado al número de bits.
- Resolución espacial: es el tamaño de correspondencia a un píxel y es directamente proporcional al detalle de los objetos contenidos en la imagen.
- Resolución temporal: es el tiempo que tarda en volver a tomar datos de un lugar determinado, la cobertura depende de la trayectoria, altura, velocidad e inclinación del satélite.

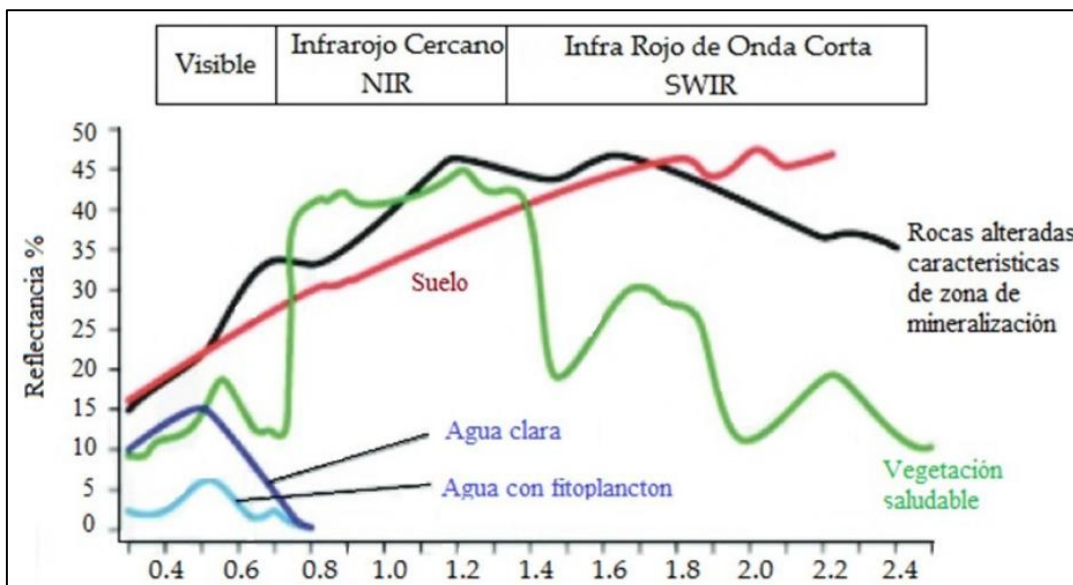
1.2.10. Radiación electromagnética

La energía que la tierra recibe del sol se le conoce como Radiación Electromagnética, dicha energía es reflejada, absorbida y luego emitida por la superficie de la tierra (Figura 1). Es decir, es la interacción de cualquier objeto y sus fuentes de energía que pueden ser propias del objeto o externas de ellas, como respuesta se emitirá una radiación electromagnética. Los sensores de los satélites miden la radiación electromagnética reflejada por diferentes coberturas terrestres (NASA, 2023).

Las firmas espectrales son útiles para identificar y distinguir entre diferentes materiales o tipos de superficies en imágenes de satélite. La firma espectral es diferente para cada satélite y va a depender de la cantidad de bandas del espectro visible. Por ejemplo, en el caso de la vegetación, la firma espectral muestra una alta reflectancia en las bandas del espectro visible, especialmente en el rango del verde, debido a la clorofila presente en las hojas (Navarro *et al.*, 2024).

Figura 1

Signaturas Espectrales de diferentes fuentes terrestres



Nota. Tomado de Fajardo, (2018). Firmas espectrales: componentes y necesidades de metadatos. (p. 59).

https://www.researchgate.net/profile/Luis-Fajardo-Reina/publication/334545971_Firmas_Espectrales/links/5d309d39a6fdcc2462eb4e2c/Firmas-Espectrales.pdf

[Firmas Espectrales/links/5d309d39a6fdcc2462eb4e2c/Firmas-Espectrales.pdf](https://www.researchgate.net/profile/Luis-Fajardo-Reina/publication/334545971_Firmas_Espectrales/links/5d309d39a6fdcc2462eb4e2c/Firmas-Espectrales.pdf)

1.2.11. Espectro electromagnético

Conforme con el Manual del usuario de datos científicos del Landsat 7 (NASA, 2015). Al espectro electromagnético se le denomina el sistema que clasifica la energía de acuerdo con su longitud de onda (de corto cósmica a largo radio) la cual se mueve de forma armónica y a la velocidad constante de la luz. A continuación, se describe cada región espectral utilizada para la observación remota de la tierra (Figura 2).

Región espectro visible, su dimensión comprende de 0,4 a 0,7 μm. Es la única radiación electromagnética que se puede percibir en nuestros ojos, es lo cual que lleva el nombre de espectro visible. En la región visible, se encuentra tres bandas diferentes, el azul (A) que

abarca de 0,4 a 0,5 μm , el verde (V) de 0,5 a 0,6 μm y finalmente el rojo (R) de 0,6 a 0,7 μm (Bravo, 2017).

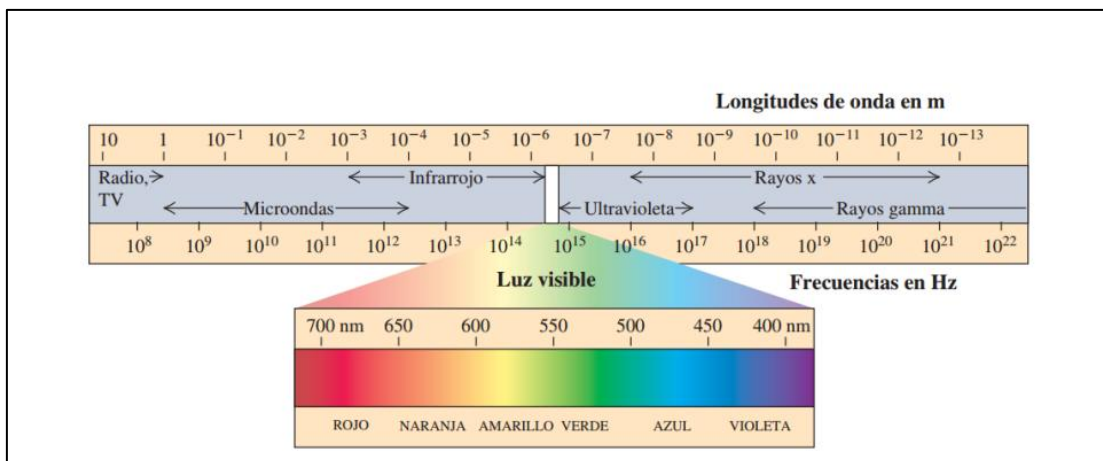
Región infrarroja cercano o próximo, tiene como simbología NIR fotográfico o reflejado, su dimensión comprende de 0,7 a 1,1 μm . Se le denomina también infrarrojo reflejado o infrarrojo fotográfico, esta región tiene una importancia por su concentración de humedad y su capacidad de discriminar la vegetación (Bravo, 2017).

Región infrarroja medio (IRM), tiene una longitud de onda desde los 1,1 a los 8 μm . Es una banda muy importante ya que facilita la estimación de la humedad presente en la vegetación y los suelos, permite medir concentraciones de vapor de agua, ozono, aerosoles, entre otros (Bravo, 2017).

Región infrarroja lejano (IRT), tiene una longitud de onda que abarca los 8 a 14 μm . es llamado también infrarrojo térmico, esta banda nos permite detectar la temperatura que emite la cubierta terrestre. Se puede disponer de imágenes a cualquier hora del día (Bravo, 2017).

Figura 2

Espectro electro- magnético



Nota. Podemos observar la organización de las bandas electromagnéticas dependiendo de sus longitudes de onda, al conjunto de todo se le denomina ESPECTRO ELECTRO-MAGNÉTICO. Comprende desde las longitudes de ondas más cortas (rayos gamma y rayos-x), hasta las métricas (radio, TV). Tomado de Castro, (2019). Estudio de películas co-extruidas de polietileno con nanopartículas metálicas foto-selectivas para aplicaciones para invernadero. (p. 17).

<https://ciqa.repositorioinstitucional.mx/jspui/bitstream/1025/611/1/Tesis%20MTP%20Saul%20Castro%206%20sep%202019.pdf>

1.2.12. Tasa de cambio

Según el Ministerio del Ambiente (MINAM, 2016), la tasa de cambio comprende localizar, identificar y analizar las condiciones de la cobertura y uso de la tierra, producido a través del tiempo como producto del desarrollo de diversas actividades antrópicas que impactan directa e indirectamente al suelo, originando variación la cobertura vegetal en periodos de tiempo, la fórmula de tasa de cambio se representa a continuación:

$$T_c = \left(1 - \frac{t_1 - t_2}{t_1}\right)^{\frac{1}{t}} - 1$$

Donde,

T_c = Tasa de cambio

t_1 = Superficie de la cobertura y uso de suelo en el tiempo inicial.

t_2 = Superficie de la cobertura y uso de suelo en el tiempo final.

t = Amplitud del periodo analizado.

Asimismo, un valor negativo de T_c significa que en el período analizado tuvo un incremento de la superficie de la vegetación, si el valor es lo contrario, significa que hay un aumento de esta.

1.2.13. Índice normalizado diferencial de la vegetación

El índice de normalizado diferencial de la vegetación (NDVI), es un índice de vegetación que se utiliza para medir el verdor y la densidad de la vegetación. El NDVI es un índice no dimensional, por lo tanto, sus valores van de -1 a +1, donde los valores negativos están asociados principalmente suelo desnudo, rocas, nieve y/o agua y los valores que negativos representan arbustos, praderas hasta bosques templados y tropicales, este análisis nos permite el seguimiento de los procesos de degradación del ecosistema (EOS, 2023).

El NDVI permite obtener una imagen que representa las características de la biomasa. Este índice utiliza las características de dos bandas multispectrales para su cálculo se utilizan las

longitudes de ondas en la banda roja (R) y en la banda cercana al infrarrojo (NIR). Áreas de alto vigor (densidad vegetal) poseen mayor reflectividad en la banda cercana al infrarrojo y una menor reflectividad en el Rojo.

El índice se calculó mediante la siguiente ecuación:

$$NDVI = \frac{IR - R}{IR + R}$$

IR: valores de los píxeles de la banda infrarroja.

R: Valores de píxeles de la banda roja.

Si el valor calculado se acerca a 1, esto nos refleja que hay presencia de vegetación vigorosa y sana, los valores cercanos a cero se relacionan a suelos desnudos, si el resultado arroja valores negativos generalmente representan a cuerpos de agua o nubes (García y Willems 2015).

CAPÍTULO II: MATERIALES Y MÉTODOS

2.1. Descripción de la investigación

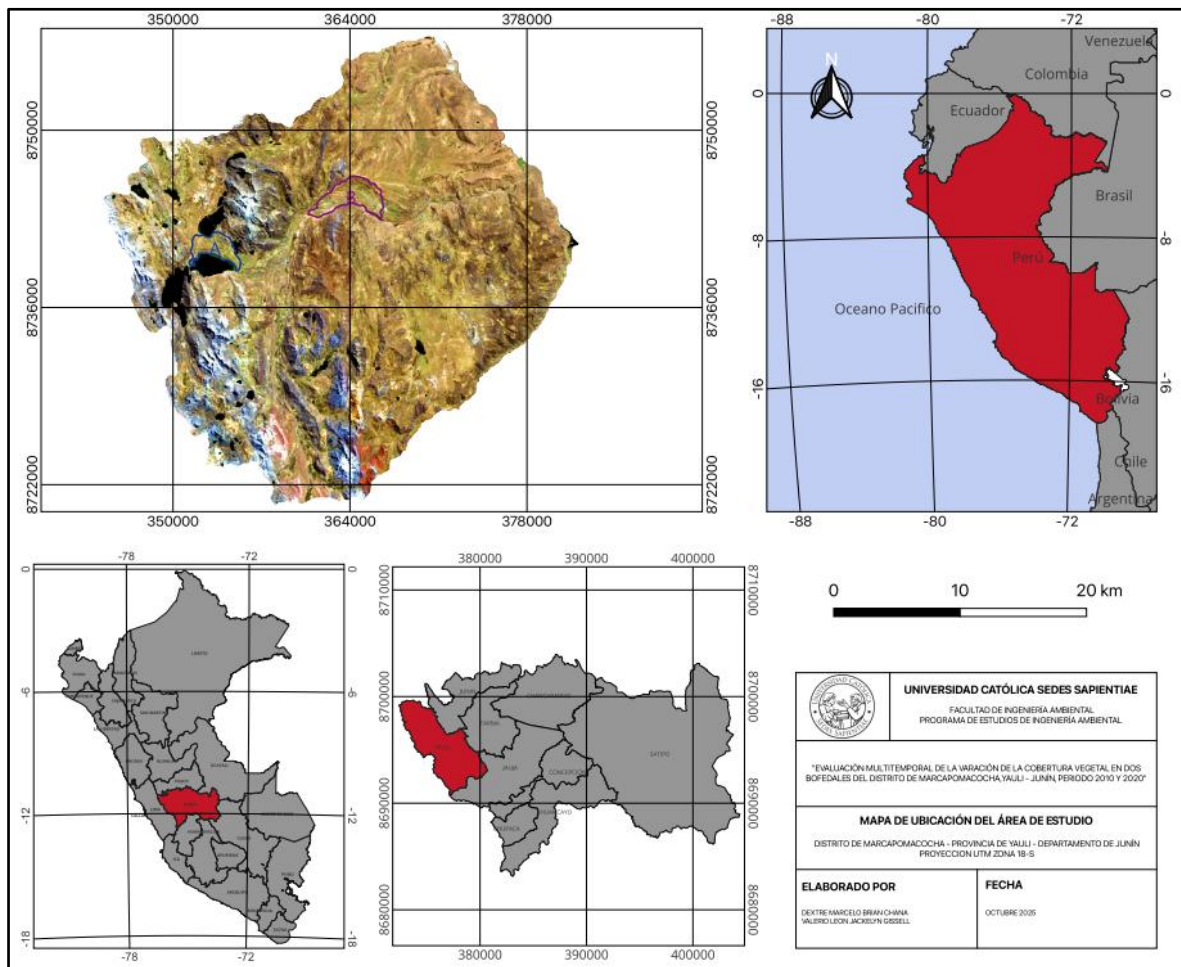
La investigación fue de tipo no experimental, lo cual busca observar los diferentes fenómenos tal como se presentan en su contexto sin alterarlos, para luego analizarlos. La investigación tuvo un enfoque cuantitativo con alcance descriptivo (Hernández *et al.*, 2014). Se analizaron imágenes satelitales obtenidas en tres rangos de periodos: 2010, 2015 y 2020. Mediante la variación multitemporal y el alcance de correlación de longitudinal, se determinó la extensión de la superficie de estos ecosistemas. Asimismo, el índice de vegetación de Diferencia Normalizada (NDVI) permitió la comparación de la época seca y húmeda a lo largo del tiempo en relación al estado de vegetación.

2.2. Lugar y fecha

La investigación se realizó en dos bofedales en el distrito de Marcapomacocha, provincia de Yauli, departamento de Junín como se muestra en la Figura 3. Sus coordenadas geográficas del bofedal A, latitud sur $11^{\circ}23'18''S$ $76^{\circ}20'35''W$ y del bofedal B $11^{\circ}21'04''S$ $76^{\circ}14'33''W$, se encuentra a una altitud promedio de 4412 m s.n.m. La evaluación se realizó en dos épocas, comprendiendo: la época húmeda (en el año 2022) en el mes de diciembre hasta junio y época seca (en el año 2023) en los meses de julio hasta noviembre.

Figura 3

Mapa de ubicación del área de estudio



Nota. Ubicación del área de estudio del bofedal Marcapomacocha.

2.3. Población y muestra

2.3.1. Población

La población del estudio fue representada por dos superficies dentro del bofedal, denominados A y B del distrito de Marcapomacocha.

2.3.2. Muestra

La muestra estuvo representada por dos superficies denominados A y B, ubicado en el bofedal de Marcapomacocha, provincia de Yauli departamento de Junín, tal como se visualiza en la Figura 4, los cuales fueron asignados según criterio de los autores como

referencia de los centros poblados que se encuentra cerca al bofedal. En consecuencia, se recolectaron muestras en dos épocas (húmeda y seca), recolectando y monitoreando la cobertura vegetal del bofedal *in situ*.

Figura 4

Ubicación del bofedal A y B



2.4. Técnicas e instrumentos

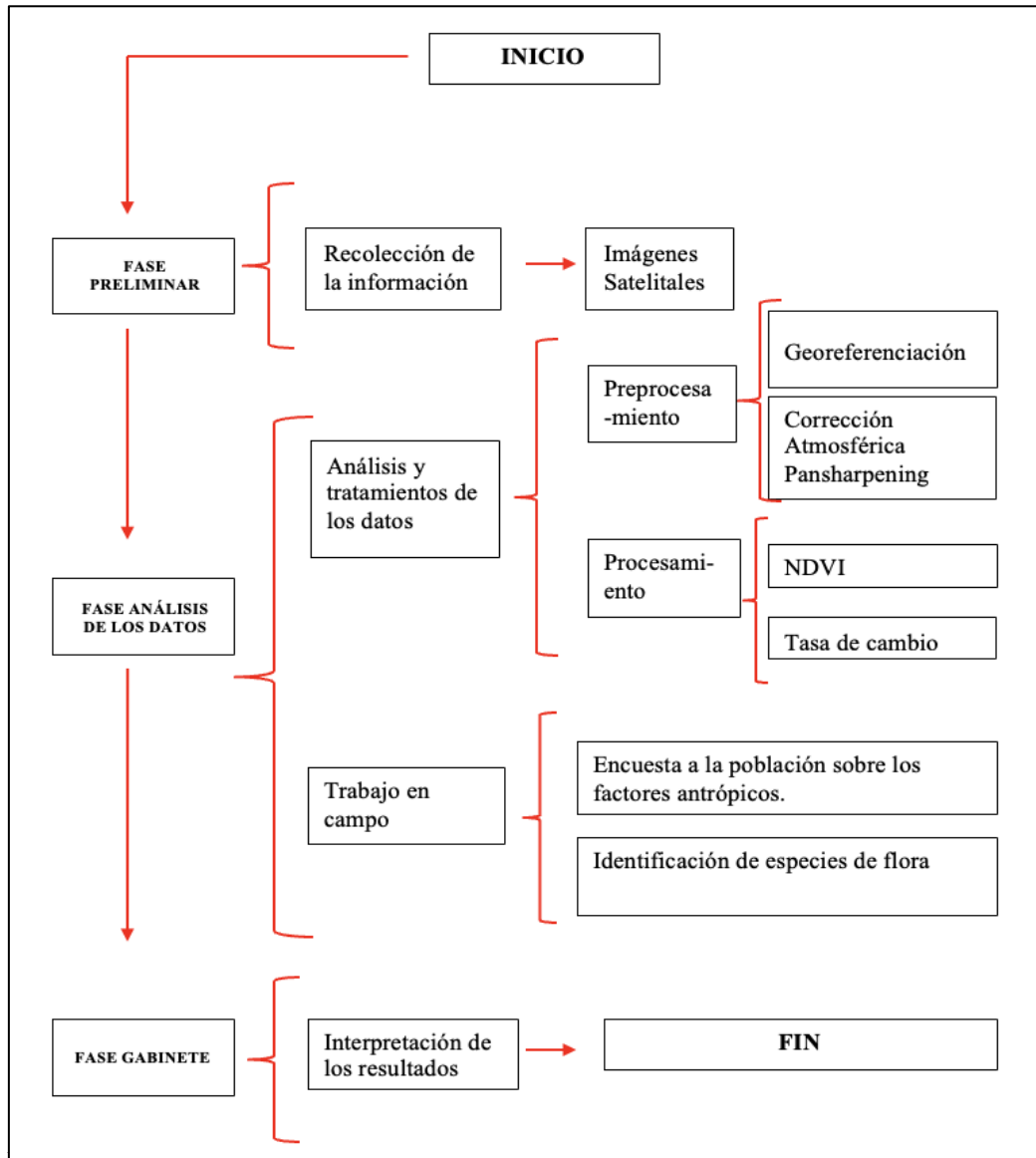
Las técnicas utilizadas en el presente trabajo de investigación fueron de observación, revisión bibliográfica, plataforma de información geográficos – Earth Explorer, Qgis (preprocesamiento y procesamiento de las imágenes), aplicación de la fórmula del NDVI y tasa de cambio de la cobertura vegetal; posteriormente se logró realizar una encuesta a la población para determinar las actividades antrópicas de población aledaña, relación con problemas al cuerpo de agua del bofedal.

2.5. Descripción de la investigación

La investigación se dividió en tres fases tales como: preliminar, campo y gabinete; las cuales se describen en la siguiente Figura 5.

Figura 5

Flujograma del proceso para la clasificación de la cobertura vegetal del bofedal



2.5.1. Fase preliminar

Esta primera fase comprendió la recopilación, análisis y evaluación de la información existente con referencia al tema en estudio y otros aspectos importantes. Para esto se recurrió a libros, internet, mapas de la zona, artículos científicos, revistas y otros documentos en temas de humedad de los suelos en bofedales. De igual forma, se procedió con la adquisición de las imágenes satelitales correspondiente a los años de estudio, para ello se tomó en cuenta el grado de nubosidad y fecha de cada imagen adquirida tanto en época húmeda y seca. A continuación, se detalla los pasos que se tomó en cada servidor.

Sas planet

Sandoval *et al.* (2021), indicaron que es un servidor de origen ruso, es una herramienta para descargar mapas temáticos e imágenes satelitales, de alta resolución, mapas convencionales y varios servidores tales como: Google Maps, Bing Maps, ESRI, Google Earth, entre otros. Se realizó la descarga de la imagen satelital Worldview-3, la cual se utilizó para desarrollar el mapa de ubicación.

Earth explorer

Según Hoyos *et al.* (2022), señalaron que el servidor fue desarrollado por el Servicio Geológico de Estados Unidos, su uso es muy fácil de aplicar y de forma gratuita. Asimismo, se puede encontrar variedades de imágenes satelitales de diferentes sensores como: LandSat, MODIS, AVHRR, entre otras; lo que permite introducir distintos criterios de búsqueda como fechas, porcentajes de nubosidad, horario de descarga, como se muestra en la Figura 6, entre otras que ayudan a tener información más precisa de lo que buscas. A continuación, se identifican los pasos a realizar para la obtención de las imágenes satelitales LandSat 8 OLI/TIRS.

Figura 6

Proceso de descarga de imágenes satelitales en la plataforma de Earth Explorer

1. Se ingresa a la plataforma SGS- Earth Explorer. Se registra para proceder con la descarga.

2. Seleccionar el área de estudio, puedes hacer un polígono con 4 puntos de coordenadas.

3. Selecciona los satélites y tipos de imágenes que desees, en este caso imágenes de Landsat-8
Landsat>Landsat collection 2 level1-
Landsat 0-9 OLI/TRIS C2 L1 y
Landsat 4-5 TM C2L1.

4. Ir a resultados, lo resultados se muestran de lo más reciente a lo más antiguo. Para ver una preimagen, seleccionar en

5. Finalmente, se realiza la descarga de las imágenes procesadas.

Metadata:
ID: LC08_L1TP_007068_20200721_20200911_02_T1
Date Acquired: 2020/07/21
Path: 007
Row: 068

Nota.

Proceso de descarga de las imágenes LandSat, obtenida de la plataforma Earth Explorer.

Preprocesamiento

La georreferenciación se realizó con la finalidad de asignarle coordenadas UTM a las imágenes seleccionadas; corrección geométrica, se realizó una rectificación polinomial de la imagen Landsat (georreferenciación) en la proyección cartográfica UTM zona 18 S y sistema WGS84, mediante puntos de control. Se utilizó el software QGIS 3.16., luego se realizó la corrección radiométrica con la finalidad de adquirir valores de píxel (Cascón *et al.* 2019).

Palacios *et al.* (2018), señalaron que la corrección geográfica consistió en convertir los valores digitales (ND valores crudos) de la imagen a magnitudes físicas de radiancia y reflectancia, con la finalidad de identificar los puntos de control, y/o de muestreos de píxeles. Son técnicas empleadas para corregir las imágenes del presente estudio previo a la obtención de los índices de vegetación (Bravo, 2017). Mientras que la corrección atmosférica, es un proceso que se aplicó a las imágenes satelitales obtenidas para el presente estudio con el objetivo de eliminar aerosoles y radiancia intrínseca como producto de la interrelación de la atmósfera y el sensor. En tanto *pansharpening*, es una técnica que permitió obtener una mejor percepción remota, como referencia de una imagen pancromática, con mayor resolución y con un alto nivel de claridad visual y mejor detallada de la imagen.

Procesamiento

Asimismo, se aplicó diferentes índices espectrales para la zonificación de los bofedales, estos son: el Índice de Diferencia Normalizada de Vegetación (NDVI), es un índice usado para estimar la cantidad, calidad y desarrollo de la vegetación (Olivares y López, 2019). Para poder comparar y analizar el cambio de cobertura vegetal de los dos bofedales “A” y “B” en época húmeda y seca, se trabajó en tres rangos de periodos: 2010 al 2015, 2015 al 2020 y 2010 al 2020, respectivamente. Se utilizó la fórmula de la tasa de cambio planteada por la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO).

2.5.2. Fase de campo

Identificación de la cobertura vegetal

En la fase de campo se realizó el reconocimiento de la cobertura vegetal por medio de transectos al azar para cada bofedal A y B, a través de una parcela de tubería de PVC de 1 x 1 m, como se muestra en la Figura 7. Asimismo, por medio de la guía de evaluación del estado del ecosistema del bofedal Marcapomacocha (MIMAM, 2019) se logró reconocer la vegetación de poaceae, juncaceae, astereaceae, entre otros. También se identificó mayor incidencia de pastoreo de ganado, como *Vicugna pacos* (alpacas), *Vicugna vicugna* (vicuña), *Lama glama* (llama) y *Ovis orientalis aries* (oveja).

Figura 7

Colocación de parcela en el bofedal de Marcapomacocha



Nota. Se realizó la instalación de parcela de 1m x 1m para la identificación de la cobertura vegetal del bofedal A. Se realizó la descripción de la vegetación en el bofedal B.

Encuesta a la población sobre los factores antrópicos

En el centro poblado Marcapomacocha, se realizó una encuesta a la población del bofedal

(Apéndice 1). Las cual, comprendió preguntas relacionadas con las variables del estudio, para evidenciar, analizar e identificar las actividades económicas que desarrollan los pobladores. Asimismo, fue muy importante tener en cuenta la opinión de los pobladores respecto de los impactos negativos que puedan estar degradando dicho ecosistema. Posterior a ello, los datos obtenidos de manera general fueron procesados a través del programa Microsoft Excel 2019. Cabe indicar que la investigación que se realizó es tipo no experimental, el diseño cualitativo, la muestra fue tomado de la población finita (es decir cuando se conoce el total de unidades que lo integran) y de acuerdo con la técnica descriptiva (Apéndice 9,10,11 y 12).

En toda investigación es muy importante saber el número específico de participantes que serán encuestados para así cumplir con lo necesario para lograr con el objetivo plasmado, dicho número se le conoce como tamaño de la muestra lo cual se calcula aplicando fórmulas matemáticas (Arias *et al.* 2016).

Para poder determinar la cantidad de pobladores de Marcapomacocha a encuestar, se calculó el tamaño de la muestra a través de la fórmula de la población finita (Tabla 2):

$$n = \frac{N Z^2 p q}{e^2 (N - 1) + Z^2 p q}$$

Donde,

n = Tamaño de la muestra

N = Tamaño de la población

Z= Es el nivel de confianza

e = Nivel de precisión absoluta. Referido a la amplitud del intervalo de confianza deseado en la determinación del valor promedio de la variable en estudio.

p = Variable positiva

q = Variables negativa

$$n = \frac{210 * 1,65^2 * 0,5 * 0,5}{0,09^2 (210 - 1) + 1,65^2 * 0,5 * 0,5}$$

$n = 60,2189$

Tabla 2

Categorías y valores de la fórmula de población finita

Categorías	Valores	Valores
Z	90 %	1,65
p	50 %	0,5
q	50 %	0,5
e	9 %	0,09
N	210 pobladores	

Con el resultado de la fórmula de la población finita, se aplicó una encuesta a 60 pobladores rurales que tienen uso directo o indirecto del bofedal Marcapomacocha. Previo a ello, se hizo una breve presentación sobre el estudio y sus objetivos, las encuestas fueron realizadas de manera personal, de manejo claro, interactivo y confidencial. El rango de edad de la población encuestada oscila de 34 a 70 años. La encuesta se realizó tanto para mujeres como para varones. Cabe recalcar que más de la mitad de la población encuestada tuvo más de 4 miembros en el hogar, y tienen más de 5 años viviendo en el distrito. Más de la mitad de la población indica que el desarrollo urbano fue creciendo de manera regular, debido que la población más joven emigra a otros distritos o a la capital para mayores oportunidades (Figura 8).

Figura 8

Encuesta al personal del centro poblado de distrito de Marcapomacocha



2.5.3. Fase de gabinete

En esta etapa se elaboraron mapas de los bofedales “A” y “B”, donde se identificaron las coordenadas obtenidas en campo a través del GPS. Asimismo, luego de realizar el preprocesamiento y procesamiento de las imágenes satelitales se aplicó NDVI, obteniendo los rangos y clase de la cobertura vegetal a través del cálculo del NDVI, luego se replicó estos rangos y clases en la tasa de cambio de la cobertura vegetal en los bofedales “A” y “B” con la finalidad de realizar los mapas de bofedales y finalmente se comparó los valores para los periodos estudiados en las dos épocas del bofedal.

2.6. Identificación de variables y su mensuración

En la presente investigación, en base los antecedentes, marco teórico y a través de las encuestas aplicadas a la población se establecieron las variables (Tabla 3).

Tabla 3

Variables del estudio y su metodología

Variables	Instrumentos	Mensuración
Unidades de la variabilidad de la vegetación (época seca y húmeda)	Índice de vegetación de diferencia normalizada (NDVI)	Porcentajes de variación (%)
Procesos antrópicos (Actividades que realizan los pobladores dentro del bofedal)	Encuesta, para determinar que actividades realizan dentro del bofedal	Porcentaje (%)

Nota. La identificación de las variables se dio a conocer por las previas investigación que se realizó en el lugar y por medio de la encuesta.

2.7. Análisis estadístico de datos

A través de la estadística descriptiva, se logró interpretar los resultados de la presente investigación. Asimismo, se aplicó el software de Microsoft Office Excel para la obtención de diferentes gráficos de estudio.

2.8. Materiales y equipos

Los materiales aplicados para el estudio fueron:

2.8.1. Materiales de campo y gabinete

- Cinta métrica
- Libreta de campo
- Lápiz
- Tubo de PVC (elaboración de cuadrante de parcelas)
- Codo de PVC
- Pegamento para PVC
- Tablero
- Wincha
- Imágenes satelitales Landsat

2.8.2. Equipos de campo y gabinete

- GPS
- Software Qgis 3.28.3
- Cámara digital
- Laptop
- Impresora
- Software de Microsoft Office Word y Excel (2019)

CAPÍTULO III: RESULTADOS

Se determinaron dos bofedales denominados A y B, dentro del bofedal andino Marcapomacocha, Yauli – Junín. Asimismo, se realizó la identificación de la cobertura vegetal y registro de encuesta a la población.

3.1. Cobertura vegetal de los bofedales A y B, en época húmeda y época seca

De acuerdo con los resultados, se determinó 6 clases: suelo desnudo sin vegetación, vegetación muy escasa, vegetación baja a escasa, vegetación baja y con vigorosidad escasa, vegetación moderada y con vigorosidad media y vegetación densa y vigorosidad (Tabla 4).

Tabla 4

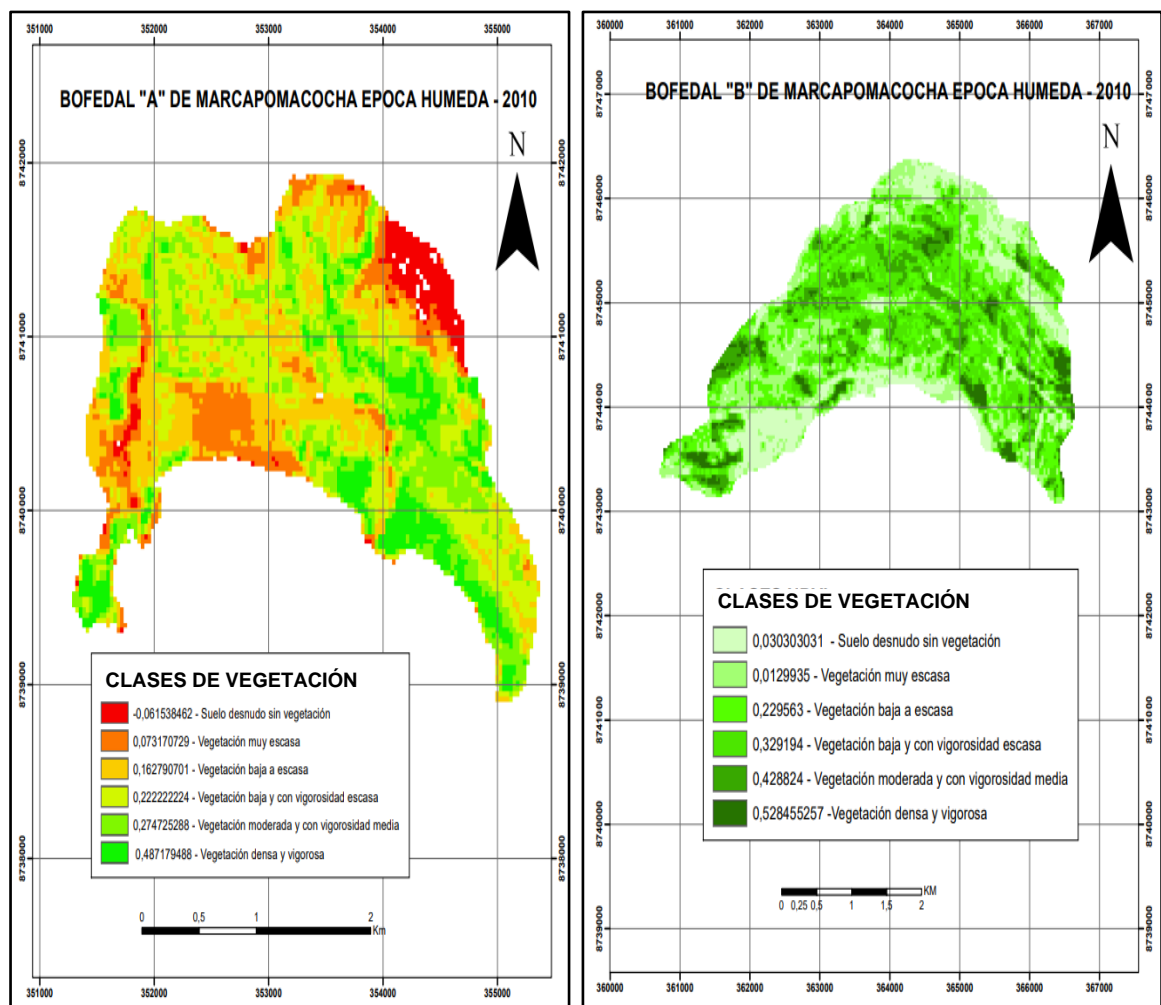
Tipos de cobertura vegetal en el bofedal Marcapomacocha, época húmeda del 2010, del bofedal A Y B

N°	VALORES	CLASES	ÁREA (ha)	%
Bofedal A				
1	-0,061538	Suelo desnudo sin vegetación	30,870	5,01
2	0,073171	Vegetación muy escasa	70,650	11,46
3	0,162791	Vegetación baja a escasa	136,350	22,12
4	0,222222	Vegetación baja y con vigorosidad escasa	179,280	29,09
5	0,274725	Vegetación moderada y con vigorosidad media	120,960	16,63
6	0,487179	Vegetación densa y vigorosa	78,210	12,68
Bofedal B				
1	0,030303	Suelo desnudo sin vegetación	12,150	1,16
2	0,129935	Vegetación muy escasa	12,690	1,22
3	0,229563	Vegetación baja a escasa	13,500	1,29
4	0,29194	Vegetación baja y con vigorosidad escasa	79,110	7,58
5	0,428824	Vegetación moderada y con vigorosidad media	324,450	31,09
6	0,528455	Vegetación densa y vigorosa	601,380	57,64

En la época húmeda del año 2010, en el bofedal de Marcapomacocha, en el bofedal “A”, se obtuvo como resultado a través del NDVI, que la clase de vegetación baja y con vigorosidad escasa con el valor 0,22 (valor positivo), siendo la que predomina con un 29,09 % que equivale a 179,280 ha del área, asimismo, la categoría suelo desnudo sin vegetación presentó el valor -0,06 (valor cercano al -1) con un 5,01 % que equivale a 30,87 ha (Figura 9). Sin embargo, en el bofedal “B” se obtuvo como resultado todas las clases (valor positivo), donde la categoría predominante es vegetación densa y vigorosa con el valor de 0,52 con un 57,64 % equivalente a 601,380 ha.

Figura 9

Presentación de la vegetación en la época húmeda del bofedal A y B en el 2010



En el año 2015, en la época húmeda del bofedal de Marcapomacocha, se obtiene del bofedal “A” dos clases con (valor cercano al -1) y cuatro clases con (valor positivo), sin embargo, la clase vegetación baja y con vigorosidad escasa es predominante es 0,33 (valor positivo), con

un 28,39 % del área equivalente 175,20 ha. Por otro lado, en el bofedal “B”, las clases para el año 2015 se sigue manteniendo (valor positivo), se muestra que la clase que más sobresale en la clasificación es vegetación baja a escasa de 0,29 ocupando un 26,91 % del área equivalente a 279,38 ha (Tabla 5); visualizando una ligera degradación de la cobertura vegetal.

Tabla 5

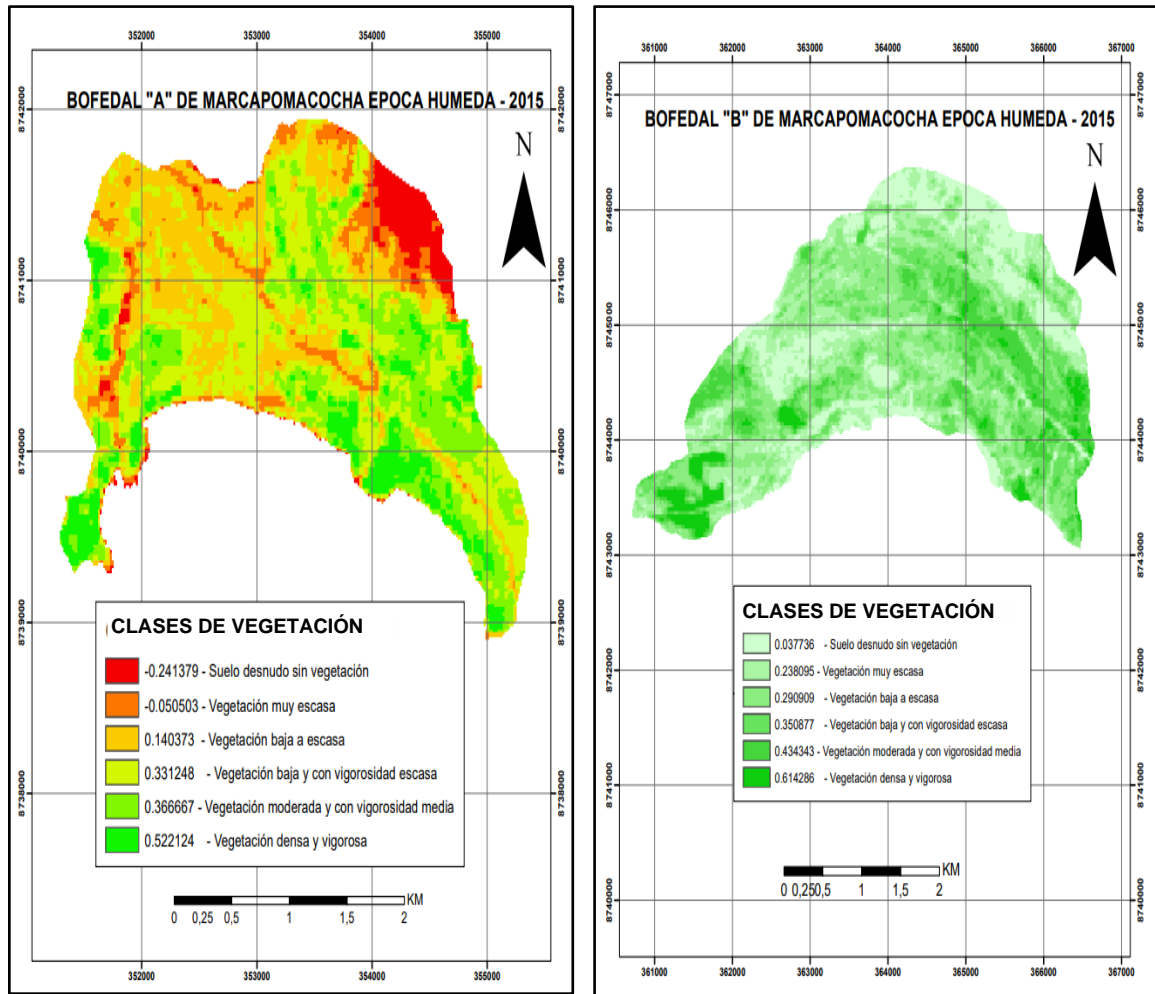
Tipos de cobertura vegetal en el bofedal Marcapomacocha, época húmeda del 2015, del bofedal A Y B

N°	VALORES	CLASES	ÁREA (ha)	%
Bofedal A				
1	-0,241379	Suelo desnudo sin vegetación	31,387	5,09
2	-0,050503	Vegetación muy escasa	60,300	9,77
3	0,140373	Vegetación baja a escasa	164,655	26,68
4	0,331248	Vegetación baja y con vigorosidad escasa	175,208	28,39
5	0,366667	Vegetación moderada y con vigorosidad media	129,308	20,95
6	0,522124	Vegetación densa y vigorosa	56,295	9,12
Bofedal B				
1	0,037736	Suelo desnudo sin vegetación	172,418	16,62
2	0,238095	Vegetación muy escasa	245,340	23,63
3	0,290909	Vegetación baja a escasa	279,383	26,91
4	0,350877	Vegetación baja y con vigorosidad escasa	192,510	18,54
5	0,434343	Vegetación moderada y con vigorosidad media	109,148	10,52
6	0,614286	Vegetación densa y vigorosa	39,623	3,82

En la Figura 10, se observa las clases de vegetación de la época húmeda en el periodo del 2015, se muestra que en el bofedal “A”, no hay mucha vegetación densa y vigorosa como en el bofedal “B”, que se visualiza más predominantes del área.

Figura 10

Presentación de la vegetación en la época húmeda del bofedal A y B en el 2015



En el 2020 en la época húmeda del bofedal de Marcapomacocha, se obtuvo en ambos bofedales “A” y “B”, la misma clase predominante la vegetación baja y con vigorosidad escasa con un valor 0,31 con 30,37 % que comprende las 187,40 ha y en el bofedal B, con un valor 0,33 con 30,29 % que comprende las 314,57 ha (Tabla 6).

Tabla 6

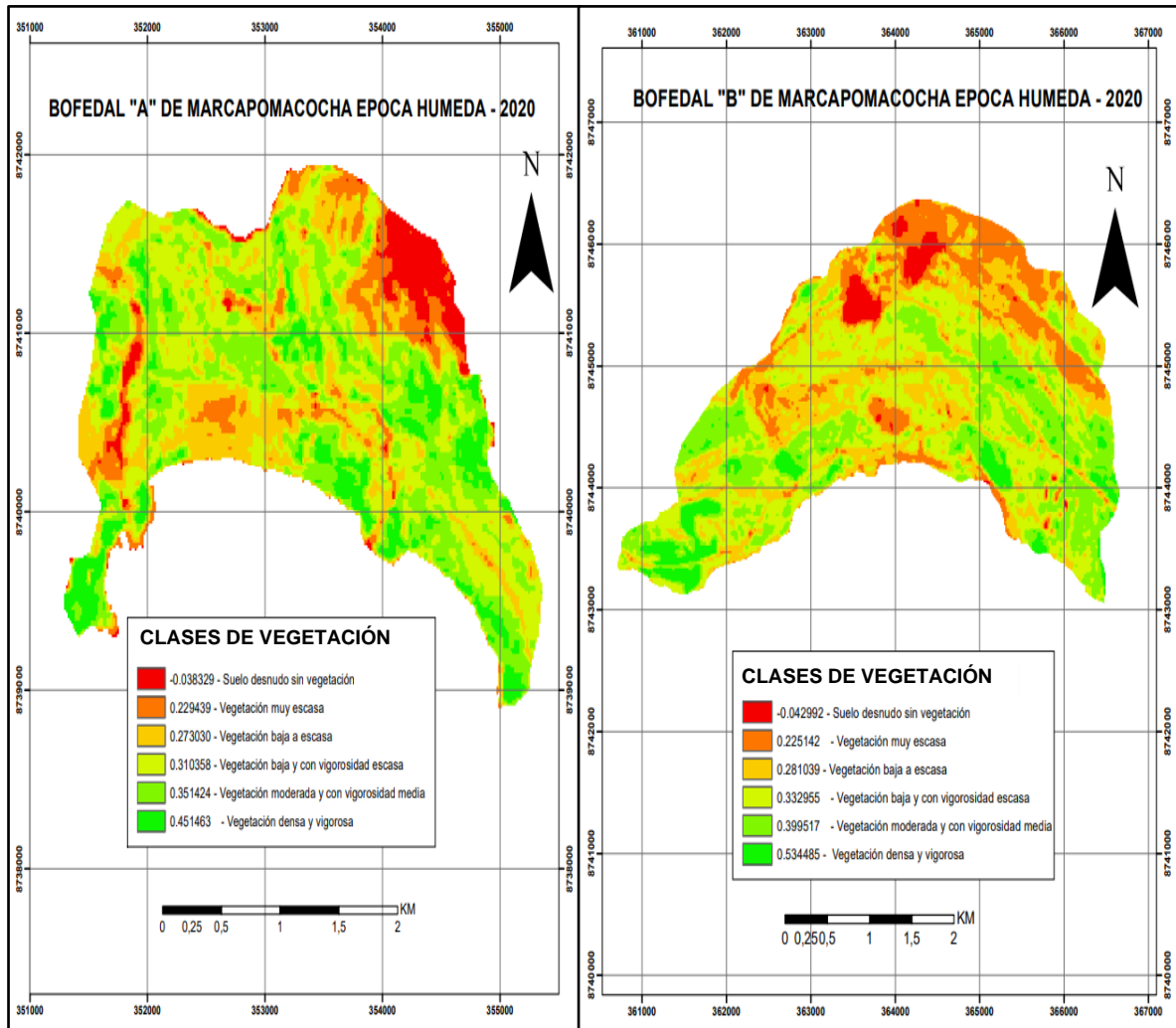
Tipos de cobertura vegetal en el bofedal Marcapomacocha, época húmeda del 2020, del bofedal A Y B

N°	VALORES	CLASES	ÁREA (ha)	%
Bofedal A				
1	-0,038329	Suelo desnudo sin vegetación	34,718	5,63
2	0,229439	Vegetación muy escasa	60,795	9,86
3	0,273030	Vegetación baja a escasa	122,355	19,83
4	0,310358	Vegetación baja y con vigorosidad escasa	187,403	30,37
5	0,351424	Vegetación moderada y con vigorosidad media	149,243	24,18
6	0,451463	Vegetación densa y vigorosa	62,595	10,14
Bofedal B				
1	-0,042992	Suelo desnudo sin vegetación	29,903	2,88
2	0,225142	Vegetación muy escasa	166,230	16,01
3	0,281039	Vegetación baja a escasa	257,153	24,76
4	0,332955	Vegetación baja y con vigorosidad escasa	314,572	30,29
5	0,399517	Vegetación moderada y con vigorosidad media	216,090	20,81
6	0,534485	Vegetación densa y vigorosa	54,450	5,24

En la Figura 11, se observa que el bofedal “A” la vegetación baja y con vigorosidad es la más representativa con 187,403 ha y en el bofedal “B” de vegetación menos predominante fue el suelo desnudo sin vegetación con 314,572 ha.

Figura 11

Presentación de la vegetación en la época húmeda del bofedal A y B en el 2020



En el año 2010, se puede visualizar que para el bofedal “A”, época seca, el valor que predomina más es 0,061 correspondiente a la clase vegetación baja a escasa, la cual ocupa el mayor porcentaje 66,86 %, con un área de 412,65 ha de todo el bofedal, lo que indica una escasa presencia de vegetación densa y vigorosa (Tabla 7).

Tabla 7

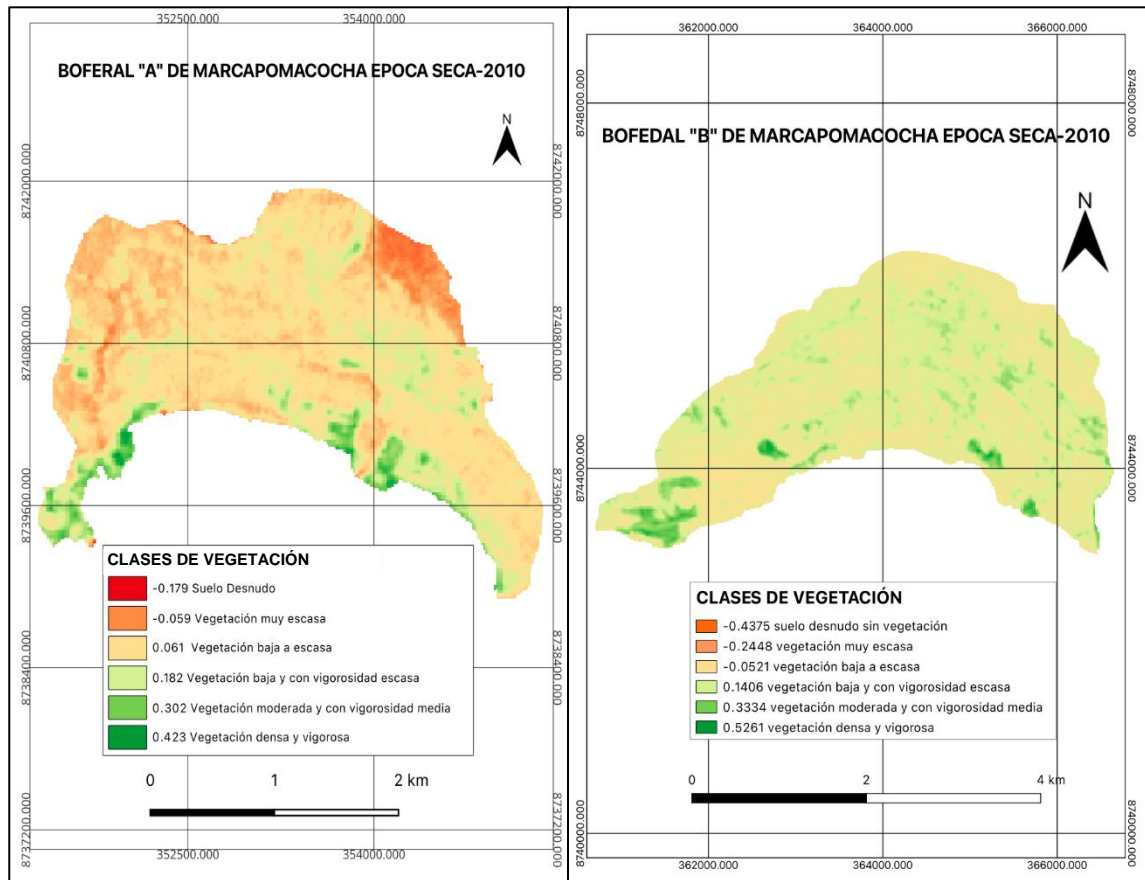
Tipos de cobertura vegetal en el bofedal Marcapomacocha, época seca del 2010, del bofedal A y B

N°	VALORES	CLASES	ÁREA (ha)	%
Bofedal A				
1	-0,1794872	Suelo desnudo sin vegetación	0,0225	0,00
2	-0,059026	Vegetación muy escasa	24,48	3,97
3	0,0614352	Vegetación baja a escasa	412,65	66,86
4	0,1818964	Vegetación baja y con vigorosidad escasa	135,1575	21,9
5	0,3023576	Vegetación moderada y con vigorosidad media	33,03	5,35
6	0,4228188	Vegetación densa y vigorosa	11,835	1,92
Bofedal B				
1	-0,4375	Suelo desnudo sin vegetación	0,1575	0,02
2	-0,2448	Vegetación muy escasa	6,3900	0,62
3	-0,0521	Vegetación baja a escasa	698,355	67,25
4	0,1406	Vegetación baja y con vigorosidad escasa	260,280	25,07
5	0,3334	Vegetación moderada y con vigorosidad media	46,6425	4,49
6	0,5261	Vegetación densa y vigorosa	26,5950	2,56

Comparando ambos bofedales para el mismo año, el valor que predomina más para el bofedal “B” es -0,052 correspondiente a la clase vegetación baja a escasa con un área de 698,355 ha y un porcentaje de 67,25 %. Finalmente, para ambos bofedales los valores más cercanos a +1 (valores positivos) corresponden a la cobertura vegetal densa y vigorosa con valores 0,423 para el bofedal “A” y 0,526 para el bofedal “B” con un área de 11,835 ha equivalente 1,92 % y 26,595 ha equivalente a 2,56 %, respectivamente (Figura 12).

Figura 12

Presentación de la vegetación en la época seca del bofedal A y B en el 2010



Para el año 2015, se puede observar que para el bofedal “A”, época seca, el valor que predomina es la clase vegetación baja con vigorosidad escasa con un porcentaje de 63,87 y 394,18 ha de todo el bofedal. En la parte inferior se obtiene valores 0,105 a -0,023 (valores cercanos a -1) con presencia de vegetación muy escasa a suelos desnudos sin vegetación con una superficie 4,05 ha y 0,02 ha, respectivamente. En comparación con el bofedal “B” para el mismo año también se observa que se tiene mayor presencia la clase vegetación baja y con vigorosidad escasa con un área de 893,79 ha, que corresponde al 86,07 % de todo el bofedal (Tabla 8).

Tabla 8

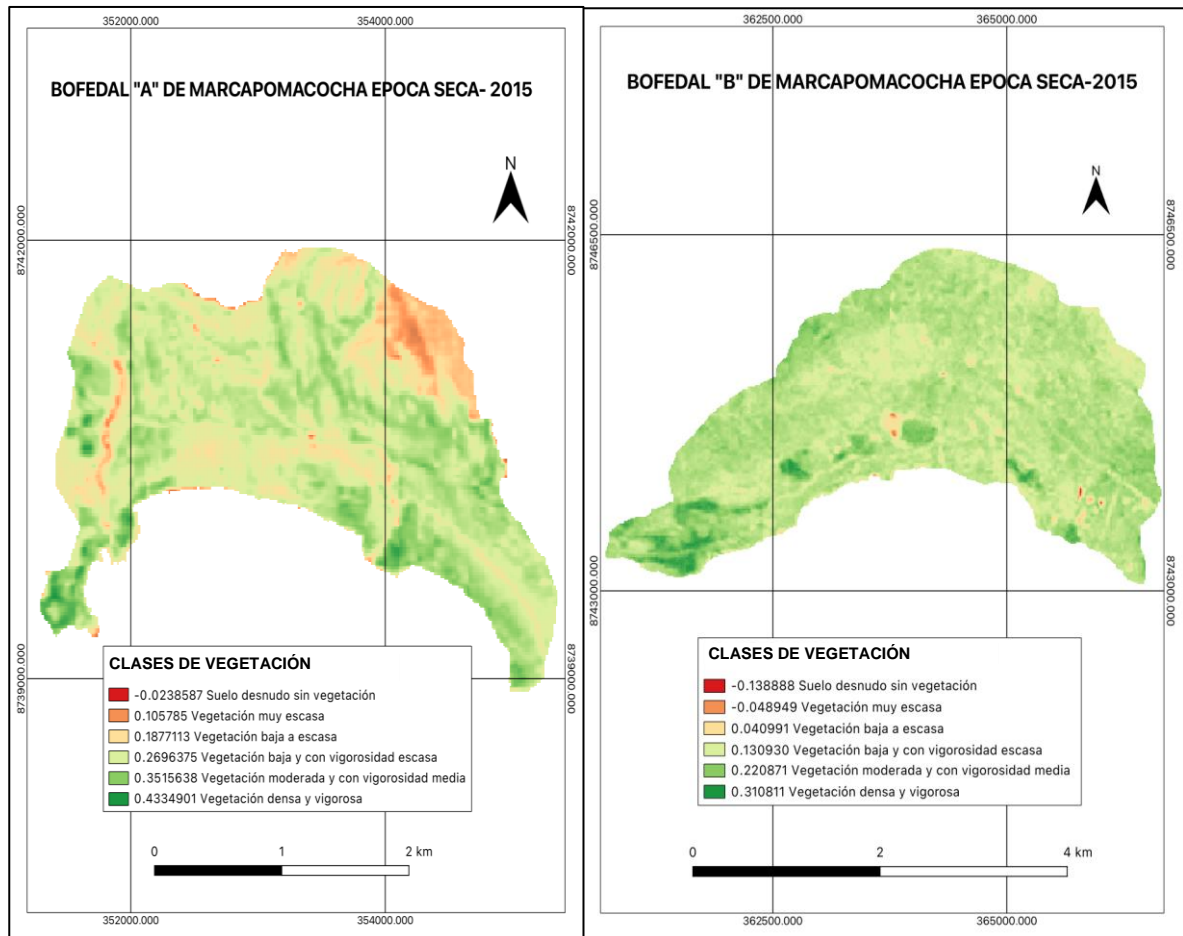
Tipos de cobertura vegetal en el bofedal Marcapomacocha, época seca del 2015, del bofedal A y B

N°	VALORES	CLASES	ÁREA (ha)	%
Bofedal A				
1	-0,0238587	Suelo desnudo sin vegetación	0,0225	0,00
2	0,105785	Vegetación muy escasa	4,05	0,66
3	0,1877113	Vegetación baja a escasa	42,5025	6,89
4	0,2696375	Vegetación baja y con vigorosidad escasa	394,1775	63,87
5	0,3515638	Vegetación moderada y con vigorosidad media	174,195	28,22
6	0,4334901	Vegetación densa y vigorosa	2,2275	0,36
Bofedal B				
1	-0,1388889	Suelo desnudo sin vegetación	0,945	0,09
2	-0,048949	Vegetación muy escasa	1,665	0,16
3	0,040991	Vegetación baja a escasa	12,465	1,2
4	0,1309309	Vegetación baja y con vigorosidad escasa	893,79	86,07
5	0,2208709	Vegetación moderada y con vigorosidad media	128,835	12,41
6	0,3108108	Vegetación densa y vigorosa	0,72	0,07

Por otro lado, para el bofedal B las clases de vegetación muy escasa y suelo desnudo sin vegetación solo abarca el 0,16 % con 1,665 ha y 0,09 % con 0,95 ha (Figura 13).

Figura 13

Presentación de la vegetación en la época seca del bofedal A Y B en el 2015



Para el año 2020, se puede visualizar que para el bofedal “A”, época seca, el valor que predomina más es 0,239 correspondiente a la clase vegetación baja y con vigorosidad escasa con un porcentaje de 66,47 de todo el bofedal (617,175 ha), en la parte inferior se obtiene valores 0,070 a -0,013 con presencia de vegetación muy escasa a suelos desnudos sin vegetación (valores cercanos a -1). En comparación con el bofedal “B” para el mismo año también se observa que se tiene mayor presencia la clase vegetación baja y con vigorosidad escasa con un porcentaje de 52,95 % y 549,87 ha de todo el bofedal (1038,42 ha) (Tabla 9).

Tabla 9

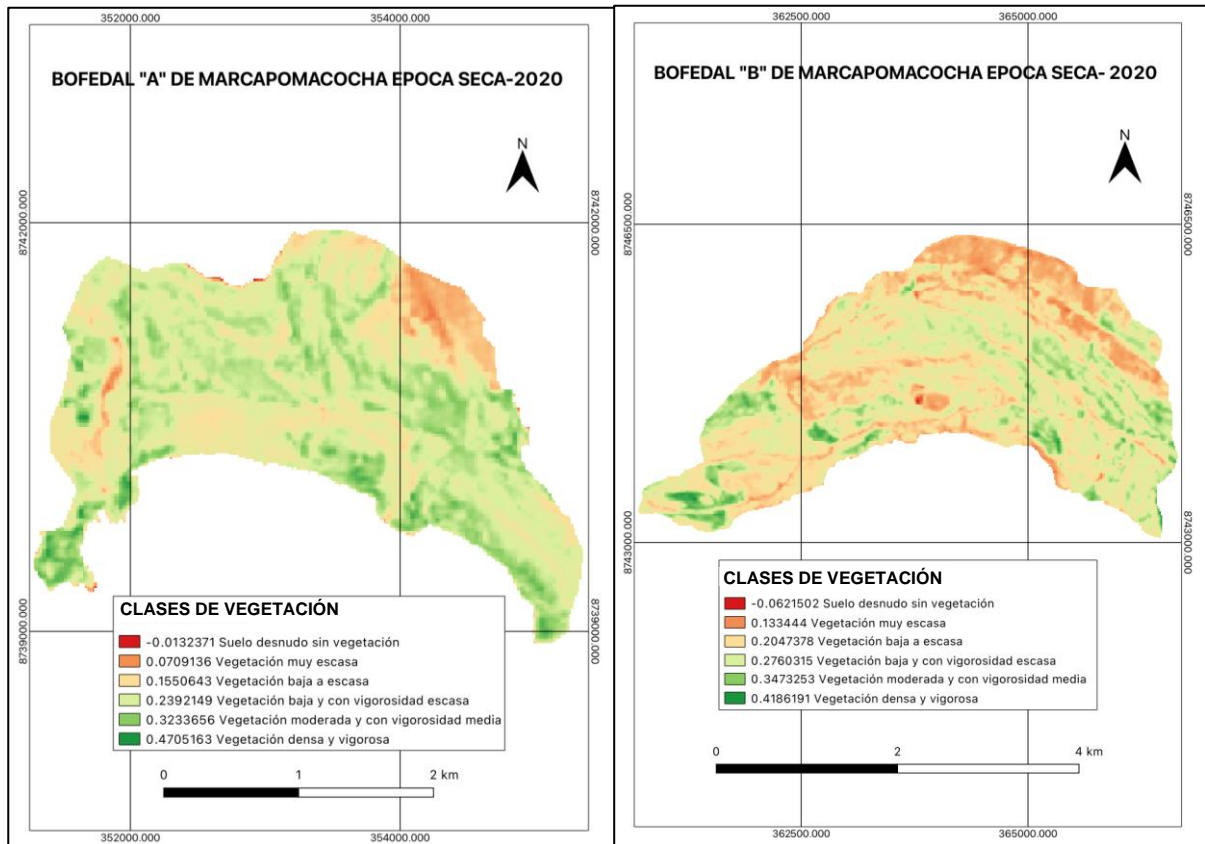
Tipos de cobertura vegetal en el bofedal Marcapomacocha, época seca del 2020, del bofedal A y B

N°	VALORES	CLASES	ÁREA (ha)	%
Bofedal A				
1	-0,0132371	Suelo desnudo sin vegetación	0,0675	0,01
2	0,0709136	Vegetación muy escasa	9,405	1,52
3	0,1550643	Vegetación baja a escasa	140,85	22,82
4	0,2392149	Vegetación baja y con vigorosidad escasa	410,2425	66,47
5	0,3233656	Vegetación moderada y con vigorosidad media	56,565	9,17
6	0,4075163	Vegetación densa y vigorosa	0,045	0,01
Bofedal B				
1	-0,0621502	Suelo desnudo sin vegetación	0,0022	0,00
2	0,133444	Vegetación muy escasa	4,365	0,42
3	0,2047378	Vegetación baja a escasa	297	28,6
4	0,2760315	Vegetación baja y con vigorosidad escasa	549,8775	52,95
5	0,3473253	Vegetación moderada y con vigorosidad media	161,9775	15,6
6	0,4186191	Vegetación densa y vigorosa	25,2	2,43

Finalmente, para los bofedales “A” y “B” en la época seca, se obtiene la clase más cercana a +1 (valores positivos), corresponde a la clase vegetación densa y vigorosa con valores 0,4075 y 0,4186 (Figura 14).

Figura 14

Presentación de la vegetación en la época seca del bofedal A Y B en el 2020



3.2. Variaciones multitemporales para los bofedales A y B, años 2010, 2015 y 2020

Respecto a la tasa de cambio de cobertura para el bofedal de Marcapomacocha se aplicó la fórmula de tasa de cambio para evaluar la cobertura vegetal nos da como resultado en la Tabla 10. En la época húmeda durante el periodo del 2010 al 2015 para el bofedal "A", en la clase de vegetación baja a escasa obtuvo un crecimiento de 3,84 %. Finalmente, para el bofedal "B" obtuvo una pérdida mayor de -41,96 % que corresponde a la cobertura vegetación densa y vigorosa, mientras que la vegetación baja a escasa presenta un crecimiento de 83,31 %.

Tabla 10

Variación de la cobertura vegetal de los bofedales A y B en la época húmeda en el periodo 2010 al 2015

Descripción	Años		Cambio de la superficie (ha)	Tasa de cambio (%)
	2010	2015		
BOFEDAL A				
Suelo desnudo sin vegetación	30,87	31,3875	0,52	0,33
Vegetación muy escasa	70,65	60,3	-10,35	-3,11
Vegetación baja a escasa	136,35	164,655	28,31	3,84
Vegetación baja y con vigorosidad escasa	179,28	175,208	-4,07	-0,46
Vegetación moderada y con vigorosidad media	120,96	129,308	8,35	1,34
Vegetación densa y vigorosa	78,21	56,295	-21,92	-6,36
BOFEDAL B				
Suelo desnudo sin vegetación	12,15	172,4175	160,2675	69,98
Vegetación muy escasa	12,69	245,34	232,65	80,83
Vegetación baja a escasa	13,5	279,383	265,883	83,31
Vegetación baja y con vigorosidad escasa	79,11	192,51	113,4	19,47
Vegetación moderada y con vigorosidad media	324,45	109,148	-215,302	-19,58
Vegetación densa y vigorosa	601,38	39,623	-561,757	-41,96

En el periodo del 2015 al 2020, en la época húmeda del bofedal de Marcapomacocha en el bofedal “A” se ha obtenido como resultado una ligera disminución en la clase (vegetación baja a escasa) de - 42,3 %, mientras que en las demás clases se ha obtenido un ligero crecimiento como por ejemplo en (vegetación baja y con vigorosidad escasa) de 12,19 %, (vegetación moderada y con vigorosidad media) de 19,35 %. Finalmente, en el bofedal “B” se ha obtenido una disminución en la clase (suelo desnudo sin vegetación) de - 142,51 %, (vegetación muy escasa) de - 79,11 %, (vegetación baja a escasa) de - 22,23 %, mientras en las demás clases se registraron crecimiento en (vegetación baja y con vigorosidad escasa) de 122,06 % (vegetación moderada y con vigorosidad media) de 106,94 % y (vegetación densa y vigorosa) de 14,82 %; como se muestra en la Tabla 11.

Tabla 11

Variación de la cobertura vegetal de los bofedales A y B en la época húmeda en el período 2015 al 2020

Descripción	Años		Cambio de la superficie (ha)	Tasa de cambio (%)
	2015	2020		
BOFEDAL A				
Suelo desnudo sin vegetación	31,3875	34,718	3,3305	2,04
Vegetación muy escasa	60,3	60,795	0,495	0,16
Vegetación baja a escasa	164,655	122,355	-42,3	-5,77
Vegetación baja y con vigorosidad escasa	175,208	187,403	12,195	1,35
Vegetación moderada y con vigorosidad media	129,308	149,243	19,935	2,91
Vegetación densa y vigorosa	56,295	62,595	6,3	2,14
BOFEDAL B				
Suelo desnudo sin vegetación	172,4175	29,903	-142,5145	-29,56
Vegetación muy escasa	245,34	166,23	-79,11	-7,49
Vegetación baja a escasa	279,383	257,153	-22,23	-1,64
Vegetación baja y con vigorosidad escasa	192,51	314,572	122,062	10,32
Vegetación moderada y con vigorosidad media	109,148	216,09	106,942	14,64
Vegetación densa y vigorosa	39,623	54,45	14,827	6,56

En la Tabla 12, en el periodo del 2010 al 2020 en la época húmeda del bofedal de Marcapomacocha se evaluó la tasa de cambio de la cobertura, en el bofedal “A” se ha obtenido una pérdida ligera en la (vegetación densa y vigorosa) de -2,20 % mientras que la (vegetación moderada y con vigorosidad media) presentó un ligero crecimiento de 2,12 %. Por otro lado, en el bofedal “B” se tuvo una pérdida en la (vegetación densa y vigorosa) de -21,35 %, mientras que (vegetación baja a escasa) presentó un crecimiento de 34,27 %, (vegetación muy escasa) a 29,34 %, (vegetación baja y con vigorosidad escasa) de 14,80 %.

Tabla 12

Variación de la cobertura vegetal de los bofedales A y B en la época húmeda en el periodo 2010 al 2020

Descripción	Años		Cambio de la superficie (ha)	Tasa de cambio (%)
	2010	2020		
BOFEDAL A				
Suelo desnudo sin vegetación	30,87	34,718	3,85	1,18
Vegetación muy escasa	70,65	60,795	-9,86	-1,49
Vegetación baja a escasa	136,35	122,355	-14,00	-1,08
Vegetación baja y con vigorosidad escasa	179,28	187,403	8,12	0,44
Vegetación moderada y con vigorosidad media	120,96	149,243	28,28	2,12
Vegetación densa y vigorosa	78,21	62,595	-15,62	-2,20
BOFEDAL B				
Suelo desnudo sin vegetación	12,15	29,903	17,753	9,42
Vegetación muy escasa	12,69	166,23	153,54	29,34
Vegetación baja a escasa	13,5	257,153	243,653	34,27
Vegetación baja y con vigorosidad escasa	79,11	314,572	235,462	14,80
Vegetación moderada y con vigorosidad media	324,45	216,09	-108,36	-3,98
Vegetación densa y vigorosa	601,38	54,45	-546,93	-21,35

En la Tabla 13, la variación de la cobertura vegetal para el periodo 2010 al 2015 en época seca, nos muestra que el bofedal “A”, presenta una pérdida mayor del -36,53 % corresponde a la cobertura de vegetación baja a escasa, mientras que, las demás coberturas de vegetación tendrán una ganancia de 23,87 % (vegetación baja a escasa) y 39,45 % (vegetación baja y con vigorosidad escasa). Finalmente, para el bofedal “B” se presenta pérdidas de -55,30 % (vegetación baja a escasa) y -51,41 % (vegetación densa y vigorosa), mientras que las demás coberturas de vegetación tendrán una ganancia de 43,10 % (suelo desnudo sin vegetación), 27,98 % (Vegetación baja y con vigorosidad escasa) y 22,53 % (vegetación moderada y con vigorosidad media).

Tabla 13

Variación de la cobertura vegetal de los bofedales A y B en la época seca en el periodo 2010 al 2015

Descripción	Años		Cambio de la superficie (ha)	Tasa de cambio (%)
	2010	2015		
BOFEDAL A				
Suelo desnudo sin vegetación	0,0225	0,0225	0,00	0
Vegetación muy escasa	24,48	4,05	-20,43	-30,22
Vegetación baja a escasa	412,65	42,5025	-370,1475	-36,53
Vegetación baja y con vigorosidad escasa	135,1575	394,1775	259,02	23,87
Vegetación moderada y con vigorosidad media	33,03	174,195	141,165	39,45
Vegetación densa y vigorosa	11,835	2,2275	-9,6075	-28,40
BOFEDAL B				
Suelo desnudo sin vegetación	0,1575	0,945	0,7875	43,10
Vegetación muy escasa	6,39	1,665	-4,725	-23,58
Vegetación baja a escasa	698,355	12,465	-685,89	-55,30
Vegetación baja y con vigorosidad escasa	260,28	893,79	633,51	27,98
Vegetación moderada y con vigorosidad media	46,6425	128,835	82,1925	22,53
Vegetación densa y vigorosa	26,595	0,72	-25,875	-51,41

La variación de la cobertura vegetal para el periodo 2015 al 2020 en época seca, nos da como resultado en la Tabla 14 que el bofedal "A", tiene una pérdida mayor de -54,18 % que corresponde a la cobertura de vegetación densa y vigorosa, mientras que, las demás coberturas de vegetación tendrán una ganancia de 24,57 % (suelo desnudo sin vegetación), 18,35 % (vegetación muy escasa), 27,08 % (vegetación baja a escasa) y 0,80 % (vegetación baja y con vigorosidad escasa).

Finalmente, para el bofedal “B” la mayor pérdida de cobertura fue de -70,26 % correspondiente a suelo desnudo sin vegetación, mientras que las demás coberturas de vegetación tendrán una ganancia de 103,62 % (vegetación densa y vigorosa), 88,54 % (vegetación baja a escasa), 21,26 % (vegetación muy escasa) y 4,68 % (vegetación moderada y con vigorosidad media).

Tabla 14

Variación de la cobertura vegetal de los bofedales A y B en la época seca en el periodo 2015 al 2020

Descripción	Años		Cambio	
	2015	2020	de la superficie (ha)	Tasa de cambio (%)
BOFEDAL A				
Suelo desnudo sin vegetación	0,0225	0,0675	0,045	24,57
Vegetación muy escasa	4,05	9,405	5,355	18,35
Vegetación baja a escasa	42,5025	140,85	98,3475	27,08
Vegetación baja y con vigorosidad escasa	394,1775	410,2425	16,065	0,80
Vegetación moderada y con vigorosidad media	174,195	56,565	-117,63	-20,14
Vegetación densa y vigorosa	2,2275	0,045	-2,1825	-54,18
BOFEDAL B				
Suelo desnudo sin vegetación	0,945	0,0022	-0,9428	-70,26
Vegetación muy escasa	1,665	4,365	2,7	21,26
Vegetación baja a escasa	12,465	297	284,535	88,54
Vegetación baja y con vigorosidad escasa	893,79	549,8775	-343,9125	-9,26
Vegetación moderada y con vigorosidad media	128,835	161,9775	33,1425	4,68
Vegetación densa y vigorosa	0,72	25,2	24,48	103,62

En la Tabla 15, la variación de la cobertura vegetal para el periodo 2010 al 2020 en época seca, nos da como resultado que el bofedal “A”, tiene pérdida mayor de -67,19 % que

corresponde a la clase de vegetación densa y vigorosa, mientras que las demás clases tendrán una ganancia de 24,57 % (suelo desnudo sin vegetación), 24,86 % (vegetación baja y con vigorosidad escasa) y 11,36 (vegetación moderada y con vigorosidad media). Finalmente, para el bofedal “B” tiene mayor pérdida de -57,44 % (suelo desnudo sin vegetación), mientras que las demás clases tendrán una ganancia de 16,14 % (vegetación baja y con vigorosidad escasa) y 28,27 % (vegetación moderada y con vigorosidad media).

Tabla 15

Variación de la cobertura vegetal de los bofedales A y B en la época seca en el periodo 2010 al 2020

Descripción	Años		Cambio de la superficie (ha)	Tasa de cambio (%)
	2010	2020		
BOFEDAL A				
Suelo desnudo sin vegetación	0,0225	0,0675	0,045	24,57
Vegetación muy escasa	24,48	9,405	-15,075	-17,41
Vegetación baja a escasa	412,65	140,85	-271,8	-19,34
Vegetación baja y con vigorosidad escasa	135,1575	410,2425	275,085	24,86
Vegetación moderada y con vigorosidad media	33,03	56,565	23,535	11,36
Vegetación densa y vigorosa	11,835	0,045	-11,79	-67,19
BOFEDAL B				
Suelo desnudo sin vegetación	0,1575	0,0022	-0,1553	-57,44
Vegetación muy escasa	6,39	4,365	-2,025	-7,34
Vegetación baja a escasa	698,355	297	-401,355	-15,72
Vegetación baja y con vigorosidad escasa	260,28	549,8775	289,5975	16,14
Vegetación moderada y con vigorosidad media	46,6425	161,9775	115,335	28,27
Vegetación densa y vigorosa	26,595	25,2	-1,395	-1,07

3.3. Factores antrópicos relacionados con las variaciones de la cobertura vegetal

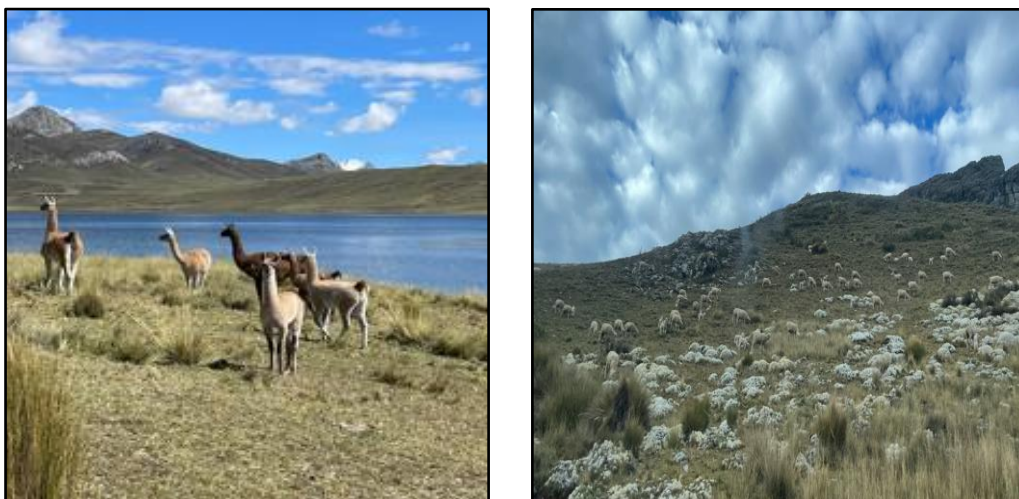
De acuerdo con los resultados de la encuesta aplicada se muestran los siguientes factores antrópicos que contribuyen a la pérdida de la cobertura vegetal.

3.3.1. Ganadería

La actividad principal de los pobladores de Marcapomacocha es la crianza de animales como llamas, alpacas y corderos. Los camélidos y ovinos se alimentan de los pastizales de forma libre y/o en corrales (Figura 15).

Figura 15

Presencia de especies camélidos domésticos, bofedal Marcapomacocha, Yauli- Junín



Nota. Registro de pastoreo de camélidos y ovinos en los bofedales de Marcapomacocha.

3.3.2. Contaminación del bofedal por aguas servidas

Unos de los ingresos económicos para los pobladores de Marcapomacocha es la venta de carne mixta de ganado vacuno, ovino, camélidos (alpacas y llamas). Es por ello, que la Comunidad campesina de Marcapomacocha cuenta con un camal comunal que se encuentra cerca al bofedal “A” y a la laguna Marcapomacocha (Figura 16). Sin embargo, se han encontrado alrededor derivados de la actividad de sacrificio de los animales (lanas, aguas servidas, entre otros) que contienen alto nivel de carga orgánica, siendo un factor antrópico

que afecta al sistema hídrico del bofedal. Asimismo, pueden generar riesgos para la salud e impacto visual negativo del paisaje (Figura 17).

Figura 16

Camal de la comunidad campesina de Marcapomacocha, Yauli-Junín



Nota. Camal perteneciente a la comunidad campesina de Marcapomacocha, ubicada frente a la laguna del mismo nombre.

Figura 17

Impacto antrópico del camal de la comunidad campesina de Marcapomacocha, Yauli-Junín



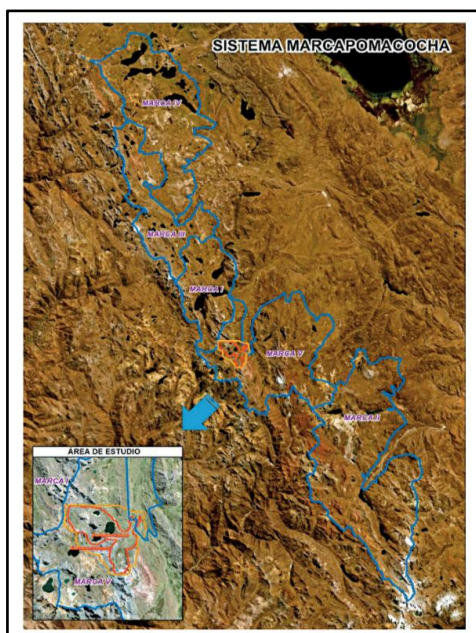
Nota. El agua del camal conecta directo a la laguna de Marcapomacocha, con presencia de residuos orgánicos y aguas.

3.3.3. Exploración minera

Los bofedales de Marcapomacocha, ofrecen varios servicios ecosistémicos, entre ellos la regulación hídrica (Figura 18) que permiten el abastecimiento de agua (colchón hídrico). La fase de exploración de la Minera Ariana Operaciones y sus actividades a futuro de construcción y producción minera estaría afectando el régimen natural del agua local tanto superficial como subterránea afectando la cobertura vegetal de los bofedales de Marcapomacocha. Casi el total de la población encuestada (97 %) indican que las actividades mineras como: la explotación (material particulado y movimiento de tierras), infiltración de contaminantes a aguas subterráneas, definitivamente sí afecta tanto a la calidad de la cobertura vegetal, a la fauna local, su economía (poca vegetación sana para el consumo de sus animales) y salud. Es importante recalcar que, en el estudio de impacto ambiental (EIA) de la AOM, se estableció como área de influencia indirecta social al centro poblado de Marcapomacocha.

Figura 18

Ubicación de la unidad minera Ariana Operaciones Mineras, Marcapomacocha, Yauli-Junín



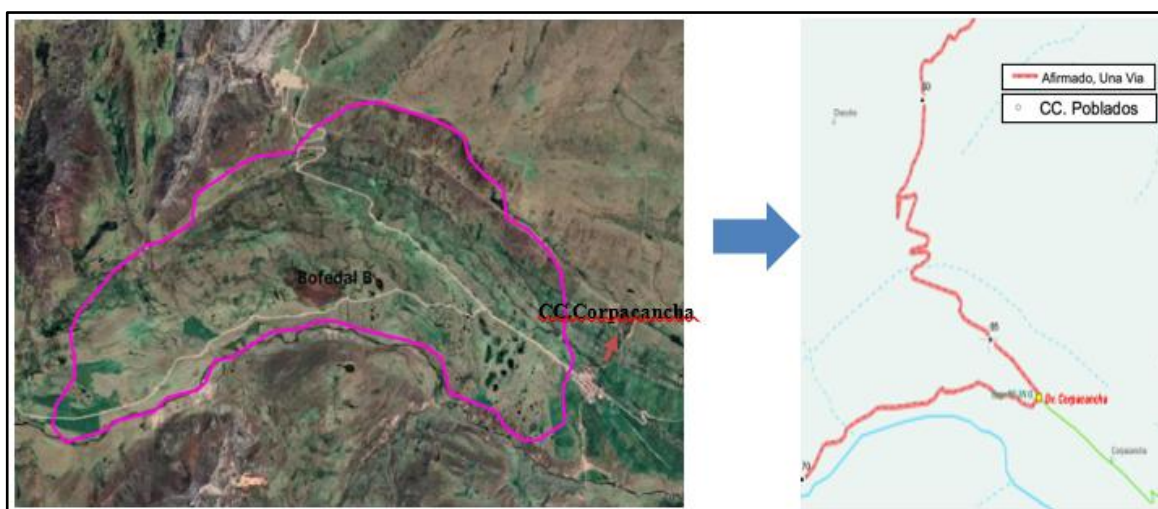
Nota. Proyecto minera Ariana, ubicada en medio del Sistema Marcapomacocha, límite entre Marca I donde se ubica el centro poblado de Marcapomacocha - bofedal "A" y Marca V. Figura tomada de Echave *et al.*, (2023). La mina ariana y la amenaza al agua de lima y callao. (pg.85) <https://cooperacion.org.pe/wp-content/uploads/2023/12/20846-La-mina-Ariana-y-la-amenaza-del-agua-01122023-tarea.pdf>

3.3.4. Construcción de carretera afectando el bofedal “B”

Otro impacto por la intervención humana que afecta a los bofedales de Marcapomacocha, es la construcción de carretera afirmada de una sola vía (Figura 19) que traspasa el área del bofedal “B” y por donde se puede llegar al centro poblado de Corpacancha, distrito de Marcapomacocha- Junín. La construcción de carreteras en ecosistemas de bofedales, generan una gran pérdida y/o fragmentación de la vegetación que conlleva a la erosión del suelo, afecta al flujo natural del agua de los bofedales, entre otros. Asimismo, al lado de las carreteras se pueden observar residuos que las personas tiran, aumentando así más el impacto negativo a estos tipos de ecosistemas.

Figura 19

Zona de influencia de la carretera de la comunidad campesina de Corpacancha, distrito de Marcapomacocha, Yauli- Junín



Nota. Se observa que para acceder a la comunidad campesina de Corpacancha, se toma la carretera afirmada de una sola vía que traspasa el área de bofedal “B”. Imagen tomada del Ministerio de transportes y comunicaciones, (2017). Mapa vial del distrito de Marcapomacocha. https://portal.mtc.gob.pe/transportes/caminos/normas_carreteras/Mapas%20Distritales/Junin/JU_120804%20MARCAPOMACOCHA.pdf

3.3.5. El turismo

Marcapomacocha, es un distrito que tiene diferentes lugares con atractivos paisajísticos, como la laguna de Marcapomacocha, donde se puede encontrar diversidad de fauna y su hermosa vegetación de puna. Muchos visitantes vienen por el servicio de tour que ofrece diversidad de empresas que toman la ruta de Canta o la carretera central (Figura 20). Más de

la mitad de la población encuestada indica que el turismo es un factor muy importante en la económica de los pobladores, ya que los visitantes hacen uso de los hospedajes, restaurantes, tiendas, compras de productos de la zona (ferias), entre otros. Sin embargo, hay otra parte de la población encuestada que opina lo contrario, indicando que los visitantes estarían afectando la vegetación del bofedal, cuando realizan campamentos, fogatas o dejan basura alrededor de la laguna Marcapomacocha.

Figura 20

Fogata de campamento

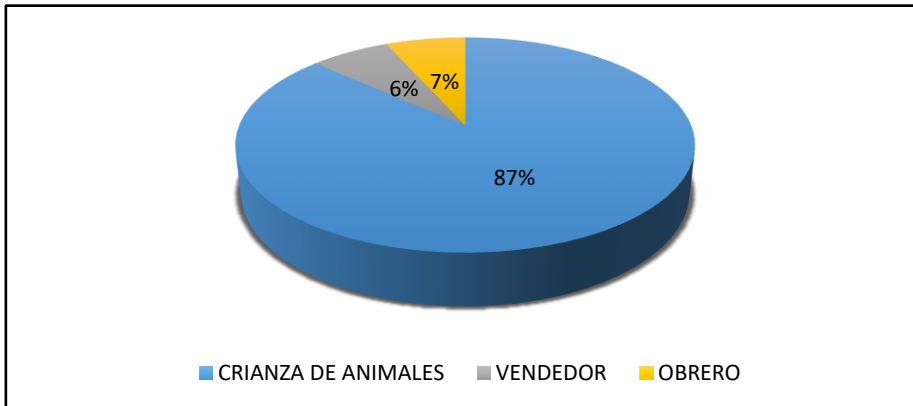


Nota. Fogata encontrada cerca de la laguna Marcapomacocha, Yauli-Junín.

Las principales actividades económicas dentro del distrito son: la ganadería, agricultura (bofedal “B”) y el comercio. El 87 % de la población (Figura 21) indicó que se dedican a la crianza de animales, 4 pobladores se dedican al comercio y construcción respectivamente.

Figura 21

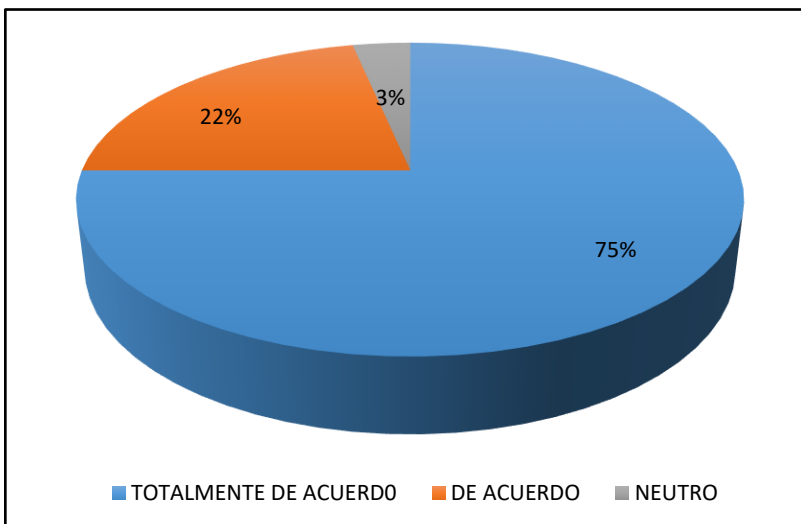
¿A qué se dedica?



Es importante mencionar que la población de Marcapomacocha sabe lo que es un bofedal y la importancia de la conservación de estos. Asimismo, buscan fortalecer más programas que fomenten la concientización y protección de su bofedal con ayuda de sus autoridades regionales y distrital (Figura 22). El 75 % de la población encuestada indicó estar totalmente de acuerdo que su bofedal es muy importante para su comunidad, 13 están de acuerdo y 2 pobladores se encuentran neutro a la pregunta.

Figura 22

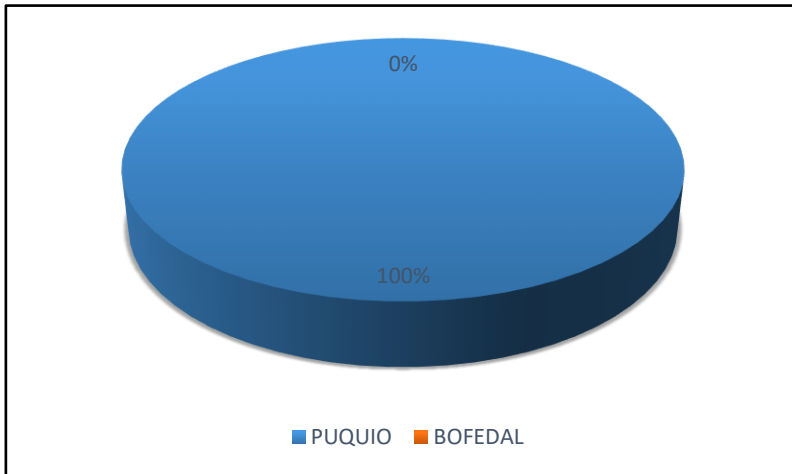
¿Considera que el bofedal es importante para su comunidad?



Las primeras 12 preguntas de la encuesta se realizaron en función de sus actividades y uso del bofedal (Figura 23). El 100 % de la población encuestada indicó que la fuente de agua que disponen para su consumo es de quiuo.

Figura 23

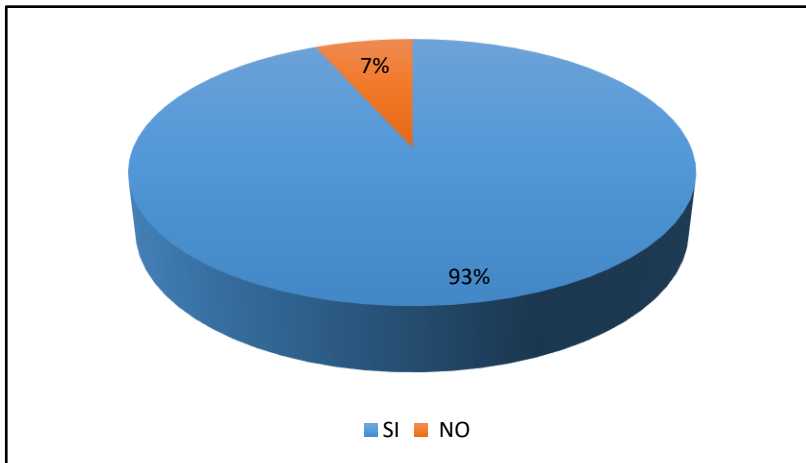
¿Qué fuente de agua dispone para su consumo?



El 93 % de la población encuestada indicó que separa sus residuos sólidos que generan en sus hogares, 4 pobladores indican que no logran separar sus residuos correctamente (Figura 24).

Figura 24

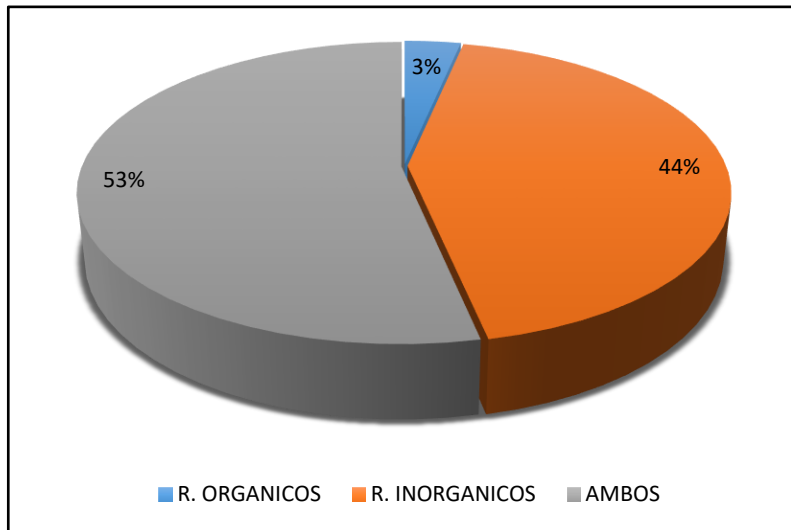
¿Separa los residuos sólidos que genera en su hogar (¿residuos orgánicos, residuos inorgánicos, residuos de productos de limpieza?)



Asimismo, en la Figura 25, el 53 % de la población encuestada indica que la mayor cantidad de residuos que clasifican y/o reciclan son residuos orgánicos e inorgánicos (ambos), 26 pobladores clasifican residuos inorgánicos, 2 clasifican residuos orgánicos.

Figura 25

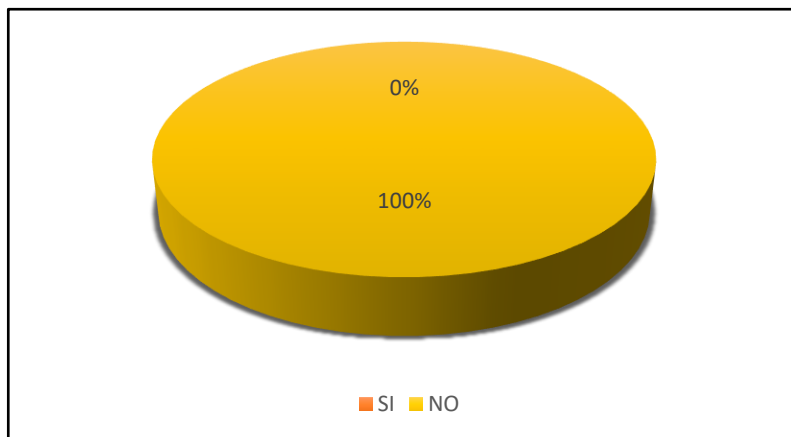
¿Qué tipo de residuos clasifica?



Toda la población encuestada (100 %) del distrito de Marcapomacocha indican que no queman sus residuos sólidos (Figura 26).

Figura 26

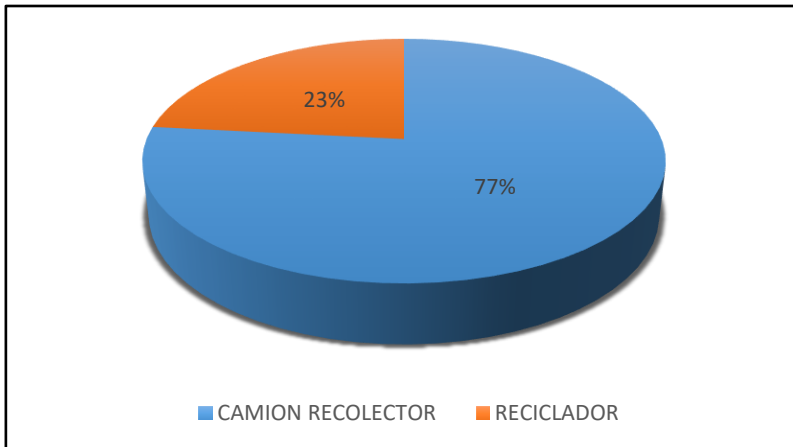
¿Usted, hace quema de sus residuos sólidos?



El 77 % de la población encuestada indicaron que la disposición de sus residuos sólidos lo realizan a través del servicio de camión recolector (Figura 27), mientras que, 14 pobladores indicaron que disponen sus residuos sólidos a un reciclador de la zona.

Figura 27

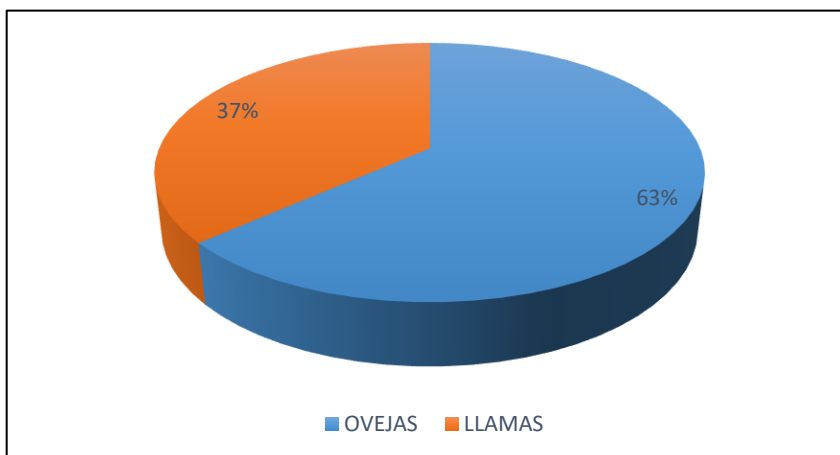
¿Cómo realiza la disposición de sus residuos sólidos?



El 63 % de la población encuestada (Figura 28), indicó que se dedican a la crianza de ovejas, el resto de la población equivalente al 37 % indicó que se dedican a la crianza de llamas.

Figura 28

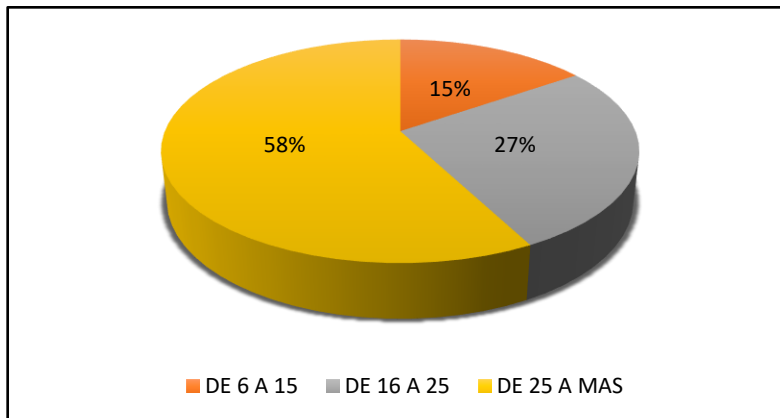
¿Qué animales crían?



Además, en la Figura 29, se muestra que el 58 % de la población encuestada indicó que crían de 25 a más animales, 14 pobladores crían de 16 a 25 animales y 8 pobladores crían de 6 a 15 animales respectivamente.

Figura 29

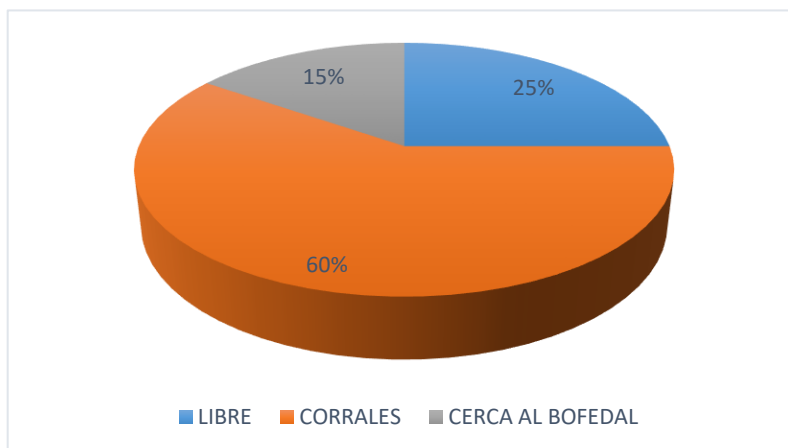
¿Cuántos animales crían?



El 60 % de la población encuestada indicó que crían a sus animales en corrales (Figura 30), 13 pobladores los mantiene libres en el campo y 8 pobladores crían a sus animales cerca al bofedal.

Figura 30

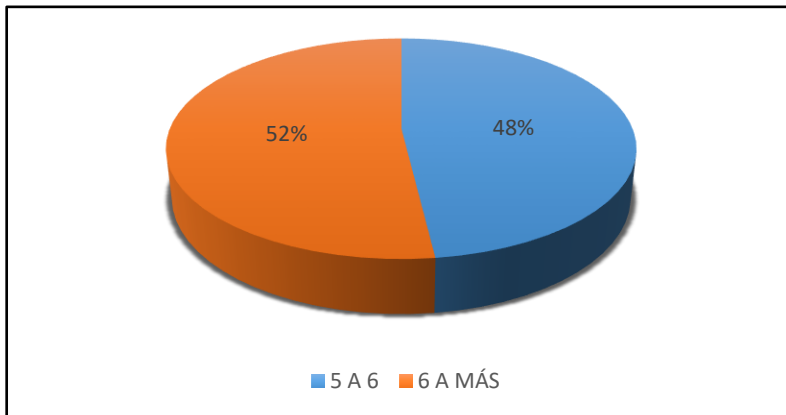
¿Cómo los crían?



El 52 % de la población encuestada indicó que realizar la actividad de pastoreo con una duración de 6 a más horas, 25 pobladores utilizan 5 a 6 horas para dicha actividad (Figura 31).

Figura 31

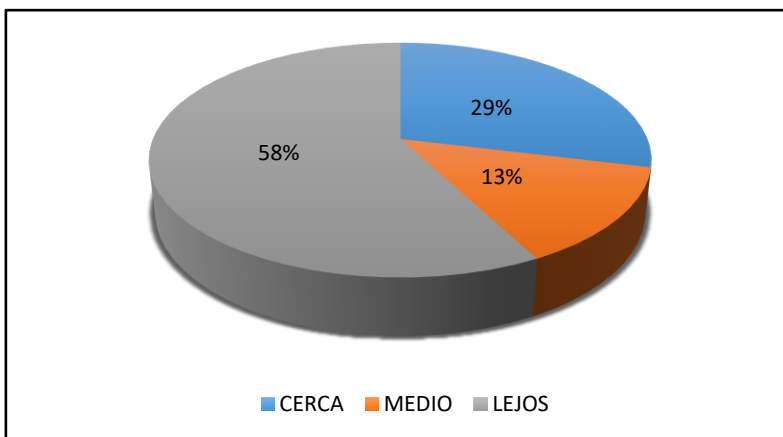
¿Cuánto tiempo usted realiza el pastoreo?



Asimismo, el 58 % de la población indicó que la actividad de pastoreo lo realizan lejos del bofedal (Figura 32), 15 pobladores lo realizan cerca al bofedal y 7 lo realizan a media distancia del bofedal.

Figura 32

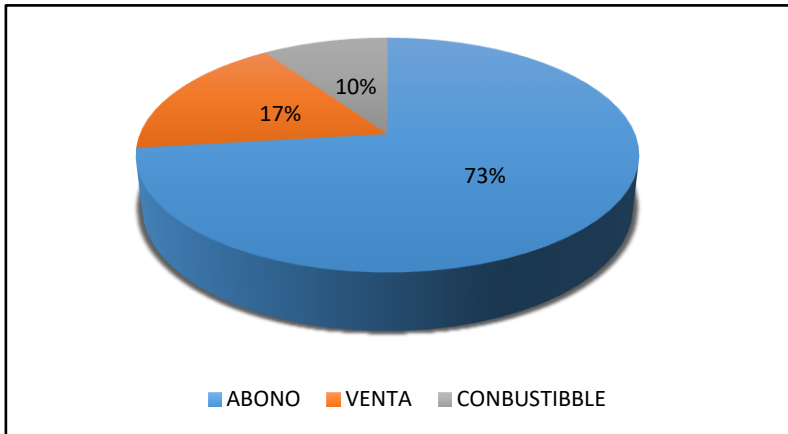
¿En qué área del bofedal usted realiza el pastoreo?



El 73 % del total de la población indicó que los residuos que generan la actividad de la ganadería, como el estiércol lo utilizan para el abono, 9 pobladores lo utilizan para la venta (ingreso económico) y 5 pobladores lo utilizan como combustible (Figura 33).

Figura 33

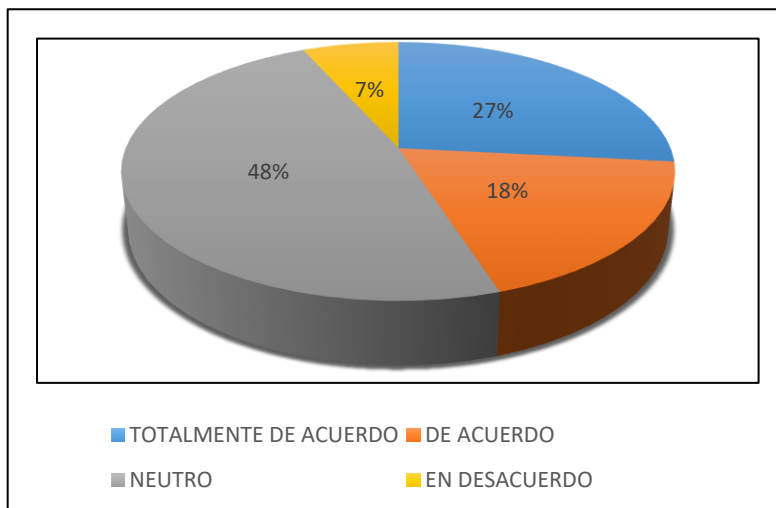
¿Qué hacen con el estiércol y los residuos que se generan?



Hay 16 de los encuestados que indican que están totalmente de acuerdo que sus actividades antrópicas como la ganadería, desechos orgánicos y turismo están afectando al bofedal, 11 pobladores indican que se encuentran de acuerdo, 29 pobladores se encuentran neutra a su respuesta y 4 pobladores están en desacuerdo que sus actividades puedan perjudicar al bofedal (Figura 34).

Figura 33

¿Cree que sus propias actividades podrían afectar al bofedal?

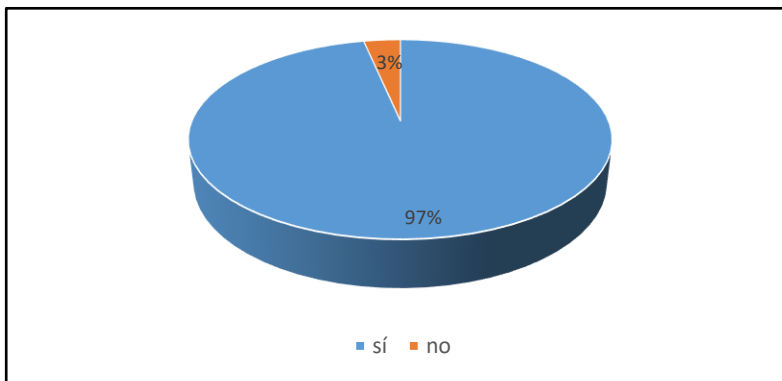


Las últimas preguntas tienen un enfoque de percepción de la población de Marcapomacocha hacia las actividades externa que pueden estar afectando a su bofedal. Toda la población encuestada conoce de la actividad minera en el distrito por parte de la empresa Minera Ariana y su impacto que tuvo y tendrá dentro del distrito y que afectará a su ecosistema de bofedales,

la mayoría indica que se quedarán más de 25 años (Figura 35). El 97 % de la población encuestada indicó que la actividad minera “sí” afecta a sus bofedales, así como su recurso hídrico. Asimismo, estaría afectando por las rutas que se abrirían para el tránsito de los vehículos con sus minerales y la contaminación por relave minero, el 3 % indicó que la actividad minera “no” podría causar daño alguno al ecosistema de bofedales.

Figura 34

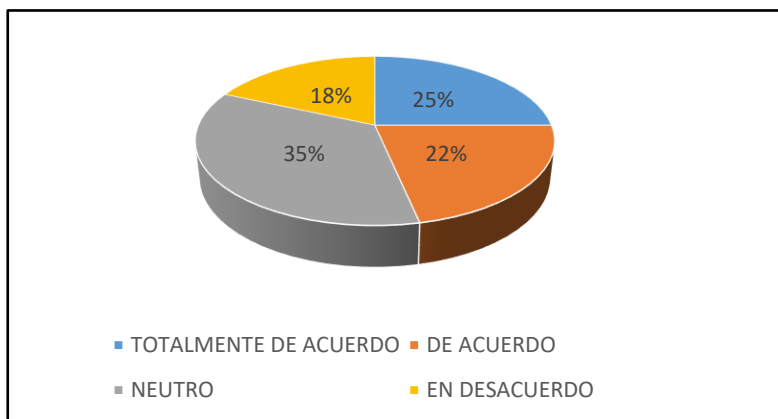
¿Usted cree que la actividad minera afecta a los bofedales?



El total de encuestados indicaron que “sí” se realiza campamentos y/o visitas turísticas en el bofedal. Asimismo, se preguntó si considera que los visitantes estarían causando daño al bofedal. De acuerdo a ello, 15 pobladores indicaron que están totalmente de acuerdo, 13 pobladores están de acuerdo, 21 se mantiene neutro con su respuesta y 11 pobladores están en desacuerdo que el turismo haga daño al bofedal de Marcapomacocha (Figura 36).

Figura 35

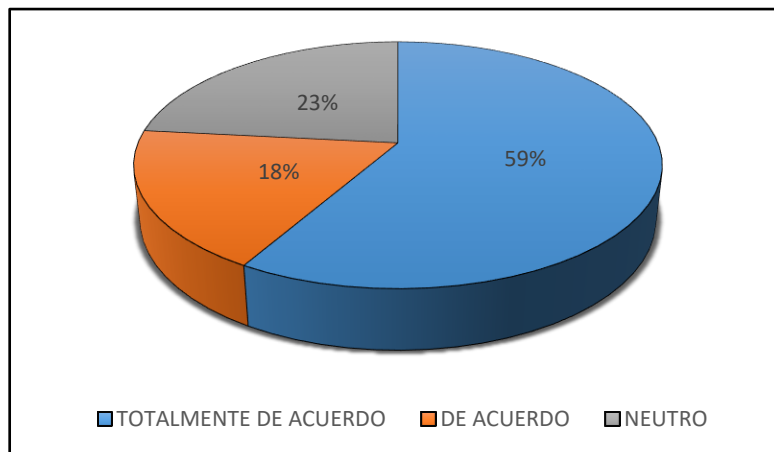
¿Considera que, en general, los visitantes causan daño al bofedal?



Derivando de la pregunta anterior, el 59 % de encuestados, indicó que están totalmente de acuerdo que el turismo es una oportunidad económico y cultural para el distrito, 11 pobladores están de acuerdo y 14 pobladores se mantienen neutros en su respuesta (Figura 37).

Figura 36

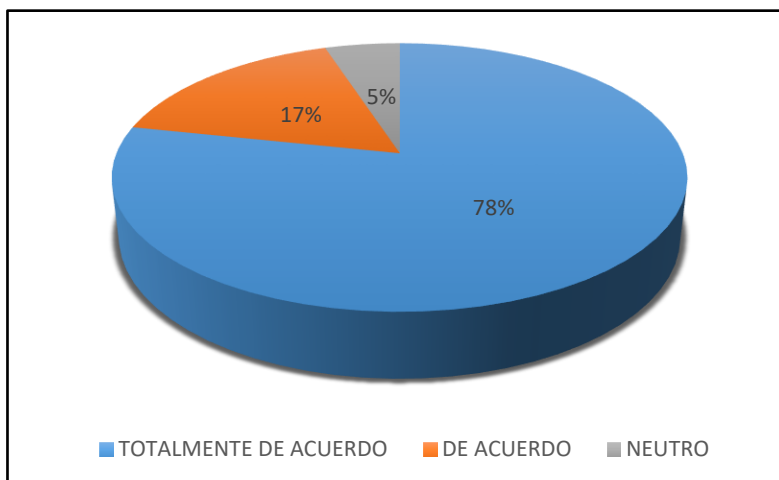
¿Usted cree que el turismo podría ser una oportunidad económica para el distrito?



El 78 % de la población encuestada afirma que el bofedal se encuentra contaminado, 10 pobladores se encuentran de acuerdo y 3 pobladores se mantienen neutros a su respuesta (Figura 38).

Figura 37

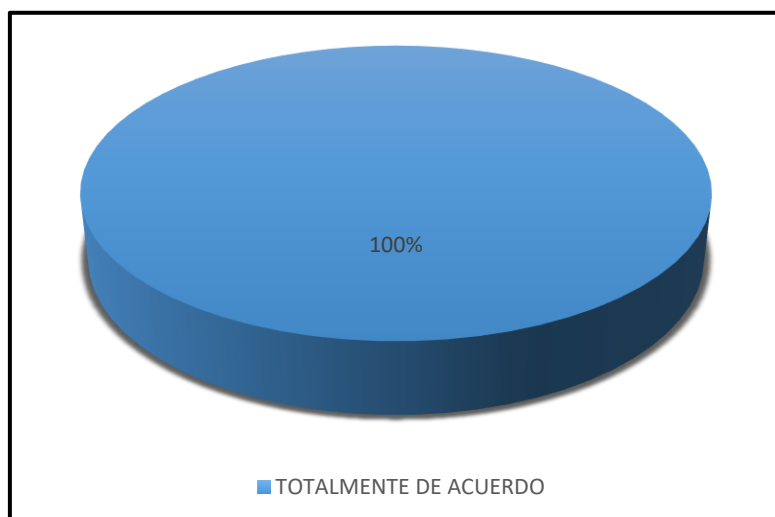
¿Considera que el bofedal está contaminado?



El total de la población encuestada (100 %) indicó que el bofedal requiere ser protegido tanto por la misma población como por las autoridades del lugar (Figura 39).

Figura 38

¿Considera que el bofedal requiere ser protegido?



3.4. Identificación de la composición florística en los dos bofedales “A” y “B” de Marcapomacocha

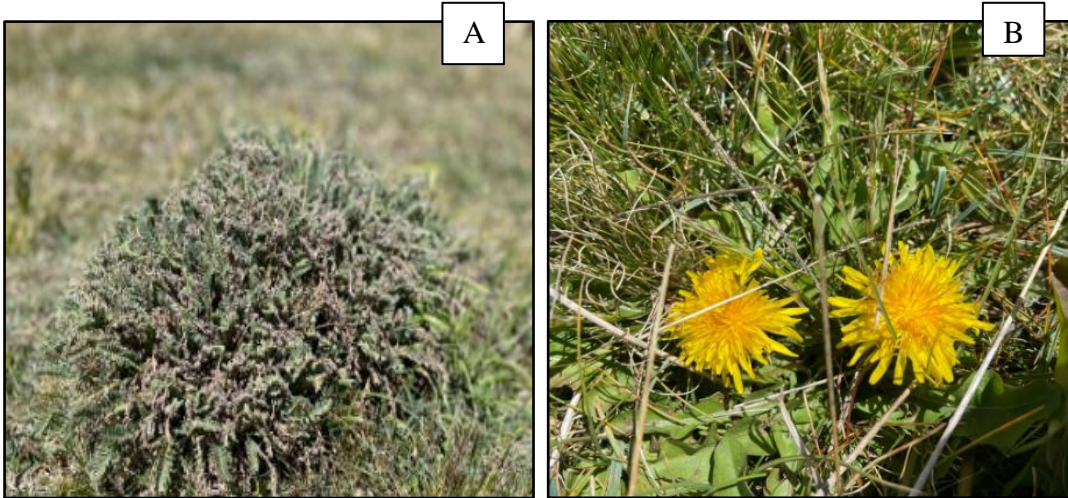
Durante la época húmeda y seca, se identificó en el primer cuadrante del bofedal “A” 5 familias (Asteraceae, Poaceae, Solanaceae, Cyperaceae, Urticaceae) siendo la más representativa la familia Poaceae, *Calamagrostis* sp. con 6 individuos. Asimismo, en el segundo cuadrante se obtuvo 5 familias (Urticaceae, Asteraceae, Juncaceae, Asteraceae, Cyperaceae) siendo el más representativo la familia Asteraceae, *Perezia multiflora* con 5 individuos. Finalmente, en el bofedal “B”, como se muestra en la Tabla 16 se identificaron 6 familias como Asteraceae, Fabaceae, Poaceae, Solanaceae, Juncaceae, Urticaceae; siendo el más significativo Poaceae, *Calamagrostis curvula* con 6 individuos, asimismo, en el cuarto cuadrante se obtuvieron 5 familias (Asteraceae, Cactaceae, Poaceae, Juncaceae, Cyperaceae) siendo el destacado la familia Poaceae, *Calamagrostis* sp. con 7 individuos, como se muestra en las Figuras 40 y 41.

Tabla 16 Familia, género y número de individuo en el bofedal de Marcapomacocha “A” y “B”

Nº	Familia	Nombre científico	Nombre común	Nº de individuo
BOFEDAL A HUMEDA (PRIMER CUADRANTE)				
1	Asteraceae	<i>Hypochaeris taraxacoides</i>	Psiñe de burro	3
2	Poaceae	<i>Calamagrostis curvula</i>	Ichu	6
3	Solanaceae	<i>A. Solanum acaule</i>	Papa silvestre	2
4	Urticaceae	<i>Urtica flabella</i>	Ortiga	5
5	Astereaceae	<i>Baccharis caespitosa</i>	Hierba carbonera	3
6	Asteraceae	<i>Senecio</i> sp.	Flor amarillo	5
7	Cyperaceae	<i>Eleocharis albibracteata</i>	quemillo	5
8	Poaceae	<i>Calamagrostis minima</i>	-	2
BOFEDAL A SECA (SEGUNDO CUADRANTE)				
1	Urticaceae	<i>Urtica flabella</i>	Ortiga	4
2	Asteraceae	<i>Perezia multiflora</i>	Escorsonera	5
3	Juncaceae	<i>Distichia muscoides</i>	Kunkuna	3
4	Asteraceae	<i>Senecio</i> sp.	Flor amarillo	4
5	Cyperaceae	<i>Eleocharis albibracteata</i>	quemillo	2
BOFEDAL B HUMEDA (TERCER CUADRANTE)				
1	Astareaceae	<i>Perezia multiflora</i>	Escorsonera	4
2	Fabaceae	<i>Astragalus arequipensis</i>	Hierba baja	5
3	Poaceae	<i>Calamagrostis curvula</i>	Ichu	6
4	Solanaceae	<i>Solanum acaule</i>	Papa silvestre	5
5	Juncaceae	<i>Distichia muscoides</i>	-	5
6	Poaceae	<i>Calamagrostis minima</i>	-	5
7	Urticaceae	<i>Urtica flabella</i>	Ortiga	2
8	Solanaceae	<i>A. Solanum acaule</i>	Papa silvestre	3
BOFEDAL B SECA (CUARTO CUADRANTE)				
1	Asteraceae	<i>Perezia multiflora</i>	Escorsonera	5
2	Cactaceae	<i>Austrocyllindropuntia f.</i>	Huaraco	5
3	Poaceae	<i>Calamagrostis curvula</i>	Ichu	7
4	Juncaceae	<i>Distichia muscoides</i>	Kunkuna	5
5	Asteraceae	<i>Senecio</i> sp.	Flor amarillo	3
6	Cyperaceae	<i>Eleocharis albibracteata</i>	quemillo	5
7	Poaceae	<i>Calamagrostis minima</i>	-	3

Figura 39

Flora de pajonal de puna del bofedal de Marcapomacocha

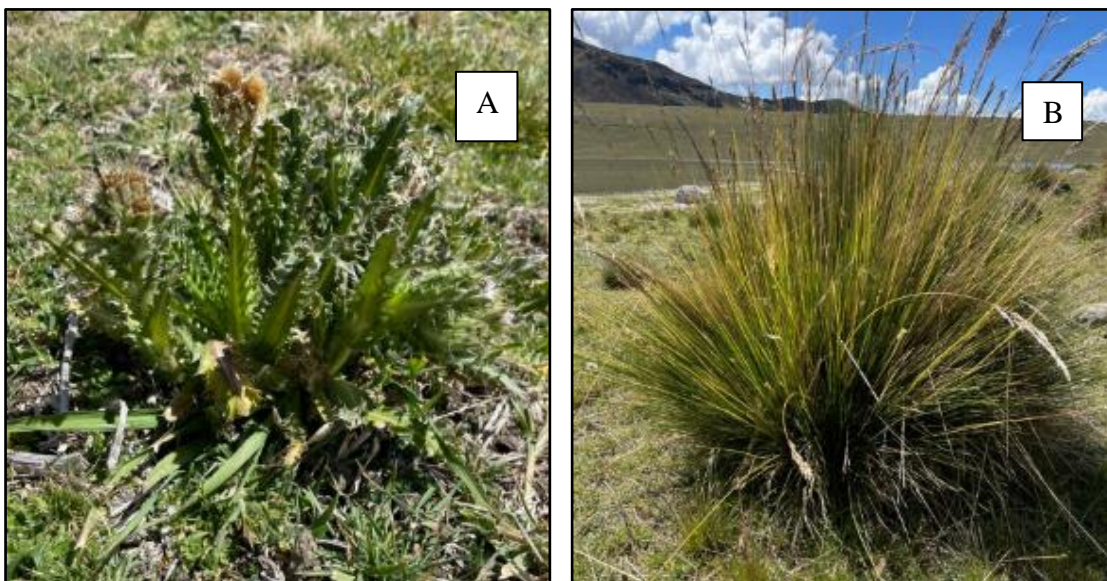


Nota. A. *Astragalus arequipensis*

B. *Hypochaeris taraxacoides*

Figura 40

Flora del pajonal de puna del bofedal de Marcapomacocha



Nota. A. *Perezia multiflora*

B. *Calamagrostis curvula*

CAPÍTULO IV: DISCUSIÓN

4.1. Determinar el índice de vegetación de diferencia normalizada (NDVI), para la cobertura vegetal de los dos bofedales de Marcapomacocha en época húmeda y época seca

Los resultados al determinar el índice de vegetación de diferencia normalizada (NDVI) durante el periodo de 10 años desde el año 2010 al 2020, se puede observar que en el bofedal “A” para el año 2010 en época seca, predomina más la clase de vegetación baja a escasa (66,86 %) y los siguientes dos periodos evaluados predomina más la clase de vegetación moderada y con vigorosidad media. Es por ello, que los valores de NDVI del bofedal “A” muestran un aumento ligero de la vegetación vigorosa, siendo contrario a lo encontrado en otros estudios (Chambe *et al.*, 2021 y Pamo, 2022), donde se ha evidenciado en los bofedales estudiados presentan una disminución considerable de la vegetación y, por ende, la disminución de los valores de NDVI. Esa diferencia se puede deber a la cercanía que tiene el bofedal “A” con la laguna Marcapomacocha, ya que los bofedales altoandinos dependen mucho de la presencia de agua. Tal como indican Luz *et al* (2021) que existe una correlación alta e inversa de 97 % para las variables (Área de vegetación y napa freática), los cuales varían en composición por estacionalidad, es decir; a menor distancia de la napa freática con el suelo, mayor será la vegetación. Es por ello, que requieren cantidad y calidad constante para mantener los bofedales en condiciones adecuadas (García y Otto, 2015).

Por otro lado, para el bofedal “B” se presentaron valores bajos de NDVI, predominando más la clase de vegetación baja y con vigorosidad escasa seguida de la vegetación baja a escasa de las 6 categorías identificadas, es similar al encontrado en el estudio de Mamani y Román (2021), donde indican que los resultados más alto de NDVI corresponden a los meses de diciembre a mayo, por el contrario, en los meses de julio y agosto (época seca) los valores de NDVI disminuyen. Dicha similitud se podría dar por el factor precipitación, causas del cambio climática y actividades antrópicas (ganadería).

4.2. Analizar las variaciones multitemporales para los dos bofedales del distrito de Marcapomacocha mediante el uso de la teledetección período 2010, 2015 y 2020

La cobertura de vegetación de los bofedales “A” y “B”, en época seca, se ha observado una dinámica de cambio de la vegetación, según lo siguiente: para el periodo 2010 al 2015 se ha observado para el bofedal “A” una disminución de vegetación densa y vigorosa de 9,6075 ha (-28,40%); para el periodo 2015 al 2020 tuvo una pérdida de vegetación de 2,1825 ha (-54,18%) y para el periodo de 10 años se registró una pérdida de vegetación densa y vigorosa de 11,79 ha (-67,19%). Para el bofedal “B” se evidenció una disminución de cobertura de vegetación densa y vigorosa en el periodo 2010 al 2015 de 25,875 ha y para el periodo 2010 al 2020 una disminución de 1,395 ha. Dichas pérdidas de cobertura de vegetación tienen similitud a lo encontrado en otros estudios (Mamani, 2024; Huanca, 2024 y Pamo, 2022). La pérdida de cobertura de vegetación se genera principalmente por las actividades antrópicas (pastoreo) y los efectos del cambio climático como las altas temperaturas y/o la escasa dotación de agua (Chávez, 2015).

En el distrito de Marcapomacocha, se ha evaluado el bofedal altoandino de Marcapomacocha el cual fue delimitado en dos áreas “A” y “B”, se ha determinado un cambio de la cobertura vegetal significativo en una disminución del área del bofedal “A” en la época húmeda en el periodo del 2010, así como también la vegetación densa y vigorosa tuvo 78,21 ha y en el 2015 presentó una reducción de 21,92 ha. En el bofedal “B”, periodo 2010, la vegetación densa y vigorosa presentó 601,38 ha, mientras que en el 2015 la vegetación densa y vigorosa presentó un área de 39,623 ha equivalente a 41 % de pérdida, en la cobertura vegetal que se realizó a través de las imágenes satelitales. Toribio (2023), indica que uno de los factores significativo de la pérdida o reducción de los bofedales es por causa del cambio climático relacionadas con las actividades antrópicas, puesto que la temperatura es un valor importante a través de la glaciación que se presenta en los andes.

4.3. Identificar los factores antrópicos relacionados con las variaciones - temporales de los períodos 2010, 2015 y 2020 de la cobertura vegetal

En la encuesta aplicada en función a la opinión de los pobladores de Marcapomacocha, Yauli- Junín, se tuvo que más del 90 % de la población encuestada tienen la necesidad de

proteger sus bofedales de los diferentes impactos antrópicos que estarían afectando sus servicios ambientales, económicos y sociales. El 87 % total de la población encuestada se dedica a la ganadería, siendo el sobrepastoreo y/o pastoreo intenso uno de los principales factores que pueden afectar la calidad del bofedal. Lo dicho concuerda con el estudio de Deustua (2019) donde se observan características cualitativas negativas que estarían afectado dicho ecosistema. No obstante, no se puede afirmar de manera cuantitativa que las actividades antrópicas (sobrepastoreo) perjudiquen significativamente los dos bofedales. Finalmente, siendo la ganadería una actividad muy importante para la comunidad, se debe adoptar más medidas de programas sustentables para concientizar a la población y así poder evitar malas prácticas de manejo (Chamorro *et al*, 2021).

4.4. Estimar la composición florística en los bofedales de Marcapomacocha

La composición florística del bofedal de Marcapomacocha se caracteriza por una alta presencia de especies pertenecientes a las familias Asteraceae y Poacea, lo que es coherente con lo reportado en otros bofedales altoandinos del Perú. Esta comunidad vegetal es conocida por su capacidad de adaptación a condiciones extremas como bajas temperaturas, suelos saturados de agua, alta radiación UV y vientos intensos, características típicas de zonas por encima de los 4 000 m s.n.m., entre las especies más representativas del bofedal de Marcapomacocha se encuentran *Pycnophyllum* sp. y *Azorella* sp., ambas con formas de crecimiento almohadillado. Esta forma estructural no solo les permite resistir condiciones climáticas severas, sino también contribuir a la estabilidad del sustrato y a la retención de humedad, funciones ecológicas críticas en estos ecosistemas. La dominancia de este tipo de especies indica un sistema adaptado a suelos húmedos, con bajos nutrientes y un régimen hídrico controlado principalmente por la precipitación y el derretimiento de nieve. Comparativamente, en el bofedal de Huacracocha (Junín), se ha documentado una composición similar, con presencia notable de *Distichia muscoides*, *Calamagrostis* spp. y *Azorella* spp., aunque con menor representación de *Pycnophyllum*. Esta diferencia podría deberse a variaciones en el microclima, el relieve y la influencia de los glaciares cercanos. A diferencia de Huacracocha, Marcapomacocha presenta un relieve más accidentado y modelado glaciar, lo que puede favorecer la creación de microhábitats que permitan el establecimiento de especies especializadas y más tolerantes al estrés hídrico.

CAPÍTULO V: CONCLUSIONES

- En la investigación se determina los siguientes tipos y clases de cobertura vegetal conformada por: Bofedal con vegetación densa y vigorosa, vegetación moderada y con vigorosidad media media, vegetación baja y con vigorosidad escasa, vegetación baja a escasa, vegetación muy escasa, y suelo desnudo sin vegetación. En la época húmeda en el bofedal A para los años 2010, 2015 y 2020, la cobertura que se mantiene con mayor porcentaje fue la clase vegetación baja y con vigorosidad con 22,12 %, 28,39 y 30,37 respectivamente, a diferencia del bofedal B que es más dinámica. Por otro lado, en la época seca la vegetación densa y vigorosa para los 3 años comprende 11,834 ha, 2,2275 ha, 0,045 ha con 1,92 %, 0,36 % y 0,01 % respectivamente, mientras que, en el bofedal B la misma clase de vegetación comprende 26,5950 ha; 0,72 ha y 25,2 ha con 2,56 %, 0,07 % y 2,43 % respectivamente.
- La tasa de cambio de cobertura vegetal para los bofedales A y B para el periodo 2010 al 2020 en la época húmeda, destaca una reducción en la vegetación densa vigorosa con 2,20 % y mientras que en el bofedal B obtiene una pérdida de 21,35 %. En la temporada seca en el bofedal “A” el mayor porcentaje de disminución se dio en el periodo 2015 al 2020 de 54,18 % para la superficie con vegetación densa y vigorosa, con respecto al bofedal “B”, se obtuvo el mayor porcentaje de disminución para los periodos 2015 al 2020 equivalente a -70,26 % que corresponden a la clase de vegetación suelo desnudo sin vegetación. Se concluye que, el bofedal “A” a través de los periodos cortos (5 años) está obtenido una disminución de la cobertura vegetal rápida, a causa de las actividades antrópicas con la presión del sobre pastoreo y el cambio climático, afectando la conservación de la cobertura vegetal y el cuerpo de agua.
- El sobrepastoreo es la principal actividad antrópica que afecta a la vegetación de los dos bofedales, la exploración minera por parte de la empresa Ariana, sus actividades afectarían tanto en la calidad del agua como el sistema de bofedales.

Por otro lado, en el trabajo a campo se pudo observar que las aguas servidas del camal del distrito no tienen un tratamiento en sí y son vertidas directamente al bofedal, la carretera que se traspasa el bofedal “B” y la actividad turística también son factores de impacto negativo al bofedal de Marcapomacocha. Es por ello, que se debe tomar la importancia en conjunto con todas las partes interesadas para proteger y conservar de manera adecuada este tipo de ecosistema muy importante.

- El bofedal de Marcapomacocha presenta una composición florística típica de los ecosistemas altoandinos, pero con elementos distintivos que podrían estar asociados a su ubicación geográfica, topografía y origen glaciar. Este ecosistema representa un reservorio importante de biodiversidad especializada, y su estudio contribuye a mejorar la comprensión sobre la dinámica y vulnerabilidad de los bofedales andinos frente al cambio climático y a las presiones antrópicas. La importancia ecológica obtiene diversas funciones ecosistémicas, el hábitat está conformado por numerosos individuos de flora y fauna silvestre, asociadas en el ciclo biológico e hidrológico, como control y regulación de corrientes acuíferas, control de la erosión, asimilación de agua y provisión de fuentes de sedimentos.

CAPÍTULO VI: RECOMENDACIONES

- Se recomienda promover más investigaciones sobre bofedales altoandinos, por su alto valoración ambiental, asimismo realizarlo a través del NDVI por que brindan las clases de vegetación del área de la cobertura vegetal y en conjunto con otros índices de vegetación como el NDWI (índice Diferencial de Agua Normalizada) ayudan a observar el comportamiento del estado hídrico de los bofedales y evaluar el contexto de cambio de la superficie.
- Se recomienda aplicar como otro objetivo de trabajo, el estudio de la calidad del cuerpo de agua de la laguna Marcapomacocha, ya que su estado de conservación de sus aguas será un indicador adicional sobre la calidad de la cobertura vegetal del bofedal “A”. Asimismo, estudios e investigaciones de bofedales y la ganadería para obtener una visión y gestión adecuada sobre el sobrepastoreo.
- Se recomienda seguir impulsando el estudio la cobertura vegetal en ambos bofedales, ya que presenta especies altamente dominantes e indicadoras, como la *Distichia muscoides*. Esta especie es un indicador clave de bofedales con una alta capacidad de almacenamiento de carbono, lo que justifica la profundización de su investigación.
- Se recomienda la utilización de los resultados de la presente tesis como línea base para futuro estudios científicos, así como para sustentar la concientización y la toma medidas de gestión enfocados en la protección de los bofedales. De igual manera, esta información puede integrarse al sistema de alerta temprana ambiental para facilitar la adopción de acciones preventivas oportunas contra futuros impactos y daños en estos valiosos ecosistemas altoandinos.
- Se recomienda desarrollar e implementar campañas activas y permanentes de cuidado, protección y conservación del ecosistema de bofedal, orientadas a la sensibilización

ambiental, control de actividades antrópicas y fortalecimiento de las prácticas de manejo sostenible. Estas campañas resultan fundamentales, ya que a largo plazo se prevé una progresiva degradación del bofedal, manifestada en la pérdida de cobertura vegetal, disminución de la diversidad florística y alteración de sus funciones ecológicas, lo cual podría comprometer la capacidad de regulación hídrica y la estabilidad del ecosistema. En ese sentido, las acciones de conservación deben articularse con programas de monitoreo ambiental, participación de actores locales y medidas preventivas, con el fin de asegurar la sostenibilidad y resiliencia del bofedal en el tiempo.

- Se recomienda realizar un monitoreo periódico y continuo de la cobertura vegetal del bofedal, orientado a la evaluación cuantitativa y cualitativa de la composición florística y su dinámica espaciotemporal. Dicho monitoreo permitirá identificar variaciones en la estructura, diversidad y vigor de la vegetación, así como detectar la presencia de especies indicadoras de condición ecológica y especies con algún grado de vulnerabilidad. Considerando que cada taxón vegetal cumple funciones ecológicas específicas dentro del ecosistema de bofedal, tales como la regulación hídrica, la retención de sedimentos y el mantenimiento de la biodiversidad, el seguimiento continuo constituye una herramienta clave para evaluar el estado de conservación del bofedal y sustentar medidas de manejo y conservación adecuadas.
- Finalmente, se recomienda al Ministerio del Ambiente y su entidad adscrita, el Instituto Nacional de Investigación en Glaciares y Ecosistemas de Montaña (INAIGEM), que lideran el inventario y estudio de estos ecosistemas, mientras que entidades como el Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental (OEFA), el Servicio Nacional Forestal y de Fauna Silvestre (SERFOR) y , como ente del cuidado del medio ambiente, establezca las medidas necesarias para la protección de los bofedales de Marcapomacocha sobre todo en la actividad minera y su impacto que tendría en zona de estudio y aledañas.

REFERENCIAS

- Aduvire, O. y Aduvire, H. (2021). Diagnóstico y rehabilitación de bofedales afectados por pasivos ambientales. *Revista de Medio Ambiente y Minería*, 6(1), 17-16. http://www.scielo.org.bo/pdf/mamym/v6n1/v6n1_a02.pdf
- Arenas, R. (2016). *Aplicación de la teledetección en la exploración geominera y de recursos naturales* [Tesis maestría, Universidad de Oviedo]. https://digibuo.uniovi.es/dspace/bitstream/handle/10651/38502/TFM_RominaArenasCorujo.pdf;jsessionid=EECA69AD9C5CB6B35C6D80E94795225D?sequence=3
- Arias Gómez, Jesús., Villasís Keever, Miguel Ángel y Miranda Novales, María. (2016). El protocolo de investigación III: la población de estudio. *Revista Alergia México*, 2(63), 1-7. <https://www.redalyc.org/pdf/4867/486755023011.pdf>
- Arteaga, P. (2018). *Determinación de la cobertura vegetal de los bofedales mediante el índice de vegetación de diferencia normalizada en la Subcuenca Pachacoto. Cátac-Ancash, 2018* [Tesis de grado, Universidad Cesar Vallejo]. Lima. <https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/27644>
- Autoridad Nacional del Agua, (2016). *Priorización de cuencas para la gestión de los recursos hídricos*. Lima: MINAM. <https://www.ana.gob.pe/publicaciones/priorizacion-de-cuencas-para-la-gestion-de-los-recursos-hidricos>
- Bravo Morales, Nino. (2017). Teledetección espacial Landsat, Sentinel2, Aster it y Modis. *Geomática Ambiental*, 1 (1), 7-104. https://acolita.com/wp-content/uploads/2018/01/Teledeteccion_espacial_ArcGeek.pdf
- Cascón, K., Lopez, H., Ruiz, R. y Herrera, V. (2019). Proyecto Histocarto: aplicación de SIGs (georreferenciación y geolocalización) para mejorar la recuperación de la documentación histórica gráfica. *El profesional de la información*, 28 (4), 1- 7. http://eprints.rclis.org/38985/1/280416_Cascon_Lopez_Ruiz_Herrera.pdf
- Castañeda Villanueva, A. y Flores López, H. (2014). Tratamiento de aguas residuales domésticos mediante plantas macrófitos en los Altos de Jalisco, México. *Revista de tecnología y sociedad*, 3 (5), 4-14. <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=499051554003>
- Castro, I. (2021). *Variación de cobertura vegetal de los bofedales en los centros poblados de Tinyaclla y Pueblo Libre en los años 2016 – 2018 - Huancavelica* [Tesis de

posgrado, Universidad Nacional de Huancavelica]. Lima, Perú.
[file:///C:/BIBLIOGRAFIA/VARIACION%20DE%20COBERTURA%20VEGETAL%20DE%20HUANCAVELICA%20%20\(1\).pdf](file:///C:/BIBLIOGRAFIA/VARIACION%20DE%20COBERTURA%20VEGETAL%20DE%20HUANCAVELICA%20%20(1).pdf)

Cayambe, Y. y Simancas, Q. (2020). *Estudio de cobertura vegetal mediante SIG para la formulación de medidas de recuperación en espacios degradados en la cuenca alta del Río Jubones* [Tesis de posgrado, Universidad Agraria del Ecuador]. Guayaquil, Ecuador.
<https://cia.uagraria.edu.ec/Archivos/SINMANCA%20QUIZHPE%20PABLO%20IVAN.pdf>

Chambe, J. F., Quintana, D. S., y Sanga, F. (2021). Análisis Multitemporal de la Laguna Suches y el vigor de la vegetación del bofedal de Huaytiri, Tacna. *Ciencia & Desarrollo*, 20 (1), 27-39.
<https://revistas.unjbg.edu.pe/index.php/cyd/article/view/1106/122>

Chamorro, C. A., Salcedo, P. D., Flores, M. M., y Gonnet, J. (2021). Manual de buenas prácticas en manejo restauración de bofedales en Junín, Perú. *Asociación Ecosistemas Andinos*, 37(1), 1. <https://lac.wetlands.org/publicacion/publicaciones-del-programa-humedales-altoandinos/>

Chávez, B. (2018). La teledetección en investigaciones ecológicas como apoyo a la conservación de la biodiversidad: una revisión. *Revista científica*, 33(3), 243-253.
<http://www.scielo.org.co/pdf/cient/n33/2344-8350-cient-33-00243.pdf>

Chávez, M. (2015). *Inventario y variación multianual de bofedales en la cuenca alta del río Cachi, del 2003 al 2013*. [Tesis de grado, Universidad Nacional San Cristóbal de Huamanga]. Ayacucho, Perú. <https://repositorio.unsch.edu.pe/items/26111657-b022-4a5f-8cfb-fc535c438ee7>

Crispín Cunya, M y Jimenez Diaz, L. (2015). *Valoración económica ambiental de los bofedales del distrito de Pilpicacha, Huancavelica, Perú* [Tesis de grado, Universidad Nacional Agraria la Molina], Lima, Perú.
<https://revistas.lamolina.edu.pe/index.php/ne/article/view/1299>

Decreto Supremo N°015-2012-AG. (2012). [Ministerio de Agricultura y Riesgo]. Reglamento Sanitario del Faenado de Animales de Abasto. 10 de noviembre del 2012. https://cdn.www.gob.pe/uploads/document/file/1117335/DS_015_2012_AG-REGLAMENTO-SANITARIO-DEL-FAENADO-DE-ANIMALES-DE-ABASTO20200731-107894-pad8u9.pdf?v=1596210511

Delgado, J. (2016). *Detección semiautomatizada de cuerpos de agua y bofedales a partir del tratamiento de imágenes Landsat TM (generación de un modelo predictivo)*

- escena 001/071 La Paz – Bolivia* [Tesis de doctorado, Universidad Mayor de San Andrés]. La Paz, Bolivia.
<https://repositorio.umsa.bo/bitstream/handle/123456789/18636/PG2077.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Deustua Aris, Iris. (2019). *Efecto del sobrepastoreo en el estado de conservación del bofedal Conocochoa, Ancash* [Tesis de Maestría, Universidad Ricardo Palma]. Repositorio Institucional Ricardo Palma.
<https://repositorio.urp.edu.pe/entities/publication/b0c90f05-969f-45a2-a55f-a5946152fac7>
- Environmental Systems Research Institute (ERSI). (2023). Introducción a las imágenes. *ERSI*.
<https://learn.arcgis.com/es/projects/get-started-with-imagery/#:~:text=Landsat%20es%20uno%20de%20los,ser%C3%ADan%20invisibles%20al%20ojo%20humano.>
- Eos Data Analytics (2023). NDVI: Índice de Vegetación de Diferencia Normalizada. *EOS DATA ANALYTICS*.
<https://eos.com/es/make-an-analysis/ndvi/>
- Flores, E., Tácuna, R. y Calvo V. (2014). *Marco conceptual y Metodológico para estimar el estado de salud de los bofedales*. Lima: MINAM.
<http://repositorio.lamolina.edu.pe/bitstream/handle/UNALM/2604/P01-C349-T.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Fonkén, M. (2015). An introduction to the bofedales of the Peruvian High Andes. *Lima: Peat and Mires*, 2 (15), 1-13.
- Garces, B., y Jiménez, A. (2023). *Análisis de la diversidad florística y suelos en relación al impacto del pastoreo en páramos herbáceos de la subcuenca del río San Francisco. Shaglli Azuay* [Tesis de grado, Universidad de Cuenca]. Cuenca, Ecuador.
<https://rest-dspace.ucuenca.edu.ec/server/api/core/bitstreams/442aa32b-be38-4045-8fb5-68477badb172/content>
- García, E., y Otto, M. (2015). *Caracterización ecohidrológica de humedales alto andinos usando imágenes de satélites multitemporales en la cabecera de cuenca del río Santa, Ancash, Perú* [Tesis de grado, Universidad Nacional Agraria la Molina]. Lima, Perú.
<http://www.scielo.org.pe/pdf/ecol/v14n2/a04v14n2.pdf>
- García, J., y Willems, B. (2015). *Metodología para el estudio de bofedales en cabeceras de cuenca usando datos imágenes de los sensores TM, OLI a bordo de los Satélites Landsat- caso estudio: Bofedal Chuncal, Cuenca Alta del río Chillón.: Avances* [Tesis de grado, Universidad Nacional Mayor de San Marcos]. Lima, Perú.
<http://www.dsr.inpe.br/sbsr2015/files/p1122.pdf>

- Gonnet, J., y Damian, A. (2021). Evaluación rápida del servicio ecosistémico de provisión de agua de los humedales altoandinos en la Cuenca del Rímac a la ciudad de Lima. *Asociación Ecosistemas Andinos*, 25(1), 8-12. <https://lac.wetlands.org/publicacion/publicaciones-del-programa-humedales-altoandinos/>
- Gonzaga, C. (2014). *Aplicación de índices de vegetación derivados de imágenes satelitales Landsat 7 ETM+ y Aster para la caracterización de la cobertura vegetal en la zona centro de la Provincia de Loja, Ecuador* [Tesis de maestría, Universidad Nacional de La Plata], Loja, Ecuador. http://sedici.unlp.edu.ar/bitstream/handle/10915/34487/Documento_completo.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- Gutiérrez, Y. (2018). *Determinación de la dinámica espacial de bofedales mediante imágenes satelitales landSat frente a escenarios del cambio climático en la cuenca del río Coata durante el período de 1984-2016* [Tesis de grado, Universidad Nacional del Altiplano], Puno, Perú. file:///C:/ProgramData/BlueStacks/UserData/Library/My%20Apps/Downloads/Guti%C3%A9rrez_Quenta_Yessica.pdf
- Hernández R., Fernández C. y Baptista M. (2014). *Metodología de la Investigación (6a edición)*. McGraw-Hill / Interamericana Editores. https://apiperiodico.jalisco.gob.mx/api/sites/periodicooficial.jalisco.gob.mx/files/metodologia_de_la_investigacion_-_roberto_hernandez_sampieri.pdf
- Huanca, E.Y. (2024). *Determinación de la cobertura vegetal de los bofedales en la microcuenca del río Zapatilla, El Collao, Puno* [Tesis de grado, Universidad Nacional del Altiplano], Puno, Perú. <https://repositorio.unap.edu.pe/handle/20.500.14082/22462>
- Hoyos, M., León, P., Bias, S. y Francisco, C. (2022). Evaluación de la exactitud de posicional de imágenes Google Earth en zonas de Brasil para aplicaciones cartográficas. *Revista cartográfica 8/10*, 105(1), 74-94. <https://doi.org/10.35424/rcarto.i105.1105>
- Javier, L. A., Portal, E., y Alcántara, F. (2021). *Evaluación de la cobertura vegetal en bofedales altoandinos en función de la napa freática y precipitación utilizando imágenes de satélite*. *Rev. Inst. investig. Fac. minas metal. cienc. Geogr*, 24 (48), 299-306. <https://revistasinvestigacion.unmsm.edu.pe/index.php/iigeo/article/view/19521>
- La Matta, R. F. (2017). *Percepciones, actores y manejo actual de los humedales altoandinos de la comunidad campesina Santiago de Carampoma, Huarochirí, Lima* [Tesis de maestría, Pontificia Universidad Católica del Perú]. Escuela de Posgrado, Lima, Perú. <http://tesis.pucp.edu.pe/repositorio/bitstream/handle/20.500.12404/9123/LA>

[MATTA ROMERO PERCEPCIONES ACTORES Y MANEJO ACTUAL DE LOS HUMEDALES ALTOANDINOS.pdf?sequence=6&isAllowed=y](#)

- León, P. F. (2019). Evaluación socio-ambiental del bofedal Huaytire de la provincia de Candarave-Tacna. *Ciencia y Desarrollo*, 12, 93-98. <https://revistas.unjbg.edu.pe/index.php/cyd/article/view/259>
- López, T. L. (2015). *Diccionario de Geografía aplicada y profesional. Terminología de análisis, planificación y gestión del territorio*. Universidad de León. [https://www.uv.es/~javier/index_archivos/Diccionario Geografia%20Aplicada.p](https://www.uv.es/~javier/index_archivos/Diccionario_Geografia%20Aplicada.p)
- Lozano, R. J. (2024). *Evaluación temporal de la cobertura vegetal mediante teledetección en la provincia de Huanta – Ayacucho, 2017 – 2021* [Tesis de grado, Universidad Continental]. Huancayo, Perú. <https://repositorio.continental.edu.pe/item/817dd90c-825f-4547-b103-b68957384007>
- Maldonado, M. (2018). *Dinámica espacio temporal de la flora de bofedales en Ayacucho y Huancavelica 2010-2012* [Tesis de grado, Universidad Nacional Agraria la Molina]. Lima, Perú. <http://repositorio.lamolina.edu.pe/bitstream/handle/UNALM/3249/maldonado-fonken-monica-sofia.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Mamani, A. J., y Román, C. R. (2021). Índice de vegetación y cambio climático: una evaluación multitemporal de imágenes Landsat en la laguna Paucarani. *Revista Ingeniería Investiga*, 3(2), 97-104. <https://revistas.upt.edu.pe/ojs/index.php/ingenieria/article/view/535/472>
- Mamani, C. S. (2018). *Variación espacio- temporal de los ecosistemas de humedales altoandinos en el anexo de Chalhuanca del distrito de Yanque (Caylloma, Arequipa) entre los años 1986-2016* [Tesis de grado, Universidad Nacional San Agustín de Arequipa]. Arequipa, Perú. <http://repositorio.unsa.edu.pe/bitstream/handle/UNSA/7163/BIramacs.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Mamani, Y. C. (2024). *Análisis multitemporal de bofedales y su relación con la variabilidad climática en la microcuenca de Potojani Grande, período 2003 - 2023 Puno, Perú*. [Tesis de grado, Universidad Nacional Del Altiplano]. Puno, Perú. https://www.repositorio.unap.edu.pe/bitstream/handle/20.500.14082/22286/Mamani_Cahui_Yoni_Cristian.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- Marianella, C. C. (2015). Valorización económica ambiental de los bofedales del distrito de Pilpicacha, Huancavelica, Perú. *Natura@economía*, 4 (1), 1-13. <https://revistas.lamolina.edu.pe/index.php/ne/article/view/1299>

- Ministerio del Ambiente (MINAM). (2015). *Mapa nacional de cobertura vegetal: memoria descriptiva/ Ministerio del Ambiente, Dirección General de Evaluación, Valoración y Financiamiento del Patrimonio Natural*. Lima: MINAM. <https://www.minam.gob.pe/patrimonio-natural/wp-content/uploads/sites/6/2013/10/MAPA-NACIONAL-DE-COBERTURA-VEGETAL-FINAL.compressed.pdf>
- Ministerio del Ambiente (MINAM). (2015b). *Guía de inventario de la flora y vegetación*. Lima: MINAM. https://cdn.www.gob.pe/uploads/document/file/12082/07_guia-a-de-flora-y-vegetacion.pdf?v=1530548605
- Ministerio del Ambiente (MINAM). (2016). *Instrumento técnico normativo del ordenamiento territorial*. Lima: MINAM. https://www.minam.gob.pe/ordenamientoterritorial/wp-content/uploads/sites/18/2013/10/Instrumentos_Tecnicos_Normativos_OT.pdf
- Ministerio del Ambiente (MINAM). (2019). *Guía de evaluación del estado del Ecosistema de bofedal, Viceministerio de Desarrollo Estratégico de los Recursos Naturales*. MINAM. Lima: Ministerio del Ambiente. <https://sinia.minam.gob.pe/documentos/guia-evaluacion-estado-ecosistema-bofedal>.
- Ministerio del Ambiente (MINAM). (2019b). *Mapa Nacional de Ecosistemas del Perú. Conociendo nuestra diversidad*. Lima: MINAM. https://sinia.minam.gob.pe/sites/default/files/sinia/archivos/public/docs/mapa_nacional_de_ecosistemas_del_peru_conociendo_nuestra_biodiversidad.pdf
- Ministerio del Ambiente (MINAM). (2020). *Diagnóstico de servicios ecosistémicos en la cuenca del río Lurín para la implementación de un mecanismo de retribución por servicios ecosistémicos*. Lima: MINAM. <https://www.gob.pe/institucion/minam/informes-publicaciones/1685223-diagnostico-de-servicios-ecosistemicos-en-la-cuenca-del-rio-lurin>
- Moscoso, A. y Gonzales, G. (2023). *Diseño de tareas y acciones para el proceso de conservación y planificación de la restauración ecológica de los bofedales del centro rural Chalhuanca – Yanque, Arequipa 2021 – 2022* [Tesis de grado, Universidad nacional de San Agustín de Arequipa]. Arequipa, Perú. <https://repositorio.unsa.edu.pe/server/api/core/bitstreams/63273cb6-9f70-47d6-b8ee-777bfcfca540/content>
- Navarro, R., Ariza, A., Rodríguez, V. y Ángeles., M. (2024). *Geociencias aplicadas en la gestión forestal*. Editorial Universidad de Córdoba. https://www.researchgate.net/publication/384271785_Tecnicas_de_clasificacion_d_e_imagenes_de_satelite_en_ciencias_forestales

- NASA. (2015). *Landsat 7 Science Data Users Handbook*. https://landsat.gsfc.nasa.gov/wp-content/uploads/2016/08/Landsat7_Handbook.pdf
- NASA. (2023). *Fundamentos de la teledetección (percepción remota) [presentación de diapositivas]*. https://appliedsciences.nasa.gov/sites/default/files/2023-02/Fundamentals_of_RS_Span.pdf
- Ocaña, J.V. (2017). *Análisis situacional del bofedal de origen glaciar en la quebrada de Santa Cruz, una mirada desde el INAIGEM Huaraz 2016* [Tesis de maestría, Universidad César Vallejo], Lima, Perú. https://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12692/6719/Oca%c3%b1a_VJV.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- Ocaña, J.V. (2020). *Análisis de la gobernanza institucional en la gestión de los bofedales alto andinos frente al cambio climático - Huaraz, Áncash 2020* [Tesis de doctorado, Universidad César Vallejo], Lima, Perú. <https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/48767>
- Olaya, V. (2014). *Sistemas de Información Geográfica*. https://www.icog.es/TyT/files/Libro_SIG.pdf.
- Olivares, O. y López, B. (2019). Índice de vegetación de diferencia normalizada aplicado al territorio indígena agrícola de Kashaana, Venezuela. *Revista de cuadernos de investigación UNED*, 11(2), 112-121. <http://dx.doi.org/10.22458/urj.v11i2.2299>
- Otto, E. G. (2015). Caracterización hidrológica de humedales altos andinos usando imágenes de satélites multitemporal en la cabecera de cuenca del río santa, Ancash, Perú. *Ecología Aplicada*, 14 (12), 1-11. <http://www.scielo.org.pe/pdf/ecol/v14n2/a04v14n2.pdf>
- Pacheco, C., Del Valle, H., Delrieux, C., y Bianchi, G. (2014). *Procesamiento Inteligente de Imágenes Satelitales Métodos avanzados y acelerados de segmentación y fusión de información* [Tesis de grado, Universidad Nacional de la Plata]. Argentina. http://sedici.unlp.edu.ar/bitstream/handle/10915/41255/Documento_completo.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- Page, S., y Lliully, A. (2016). Peatlands and global change: Response and resilience. *United Kingdom: Annual Review of Environment and Resources*, 41, 1-23. <https://www.annualreviews.org/doi/pdf/10.1146/annurev-environ-110615-085520>

- Palacios, S., Paz, P., Oropeza, M., Figueroa, S., Martínez, M., Ortiz, S. y Exebio, G. (2018). *Corrector atmosférico en imágenes Landsat* (Revista Edificio del Departamento de suelos, Universidad Autónoma de Chapingo, (52-55). México. <https://terralatinoamericana.org.mx/index.php/terra/index>
- Palomino, D. (2010). *Evaluación y determinación de la soportabilidad de los pastizales en la comunidad de Yauli – La Oroya* [Tesis de pregrado, Universidad Nacional del centro del Perú]. Huancayo, Perú. <https://repositorio.uncp.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12894/2938/Palomino%20Leon.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Pamo, S. (2022). *Determinación de la tasa de cambio histórico de bofedales del anexo de Ancomarca haciendo un análisis multitemporal en la zona altoandina de Tacna* [Tesis de grado, Universidad Privada de Tacna]. Tacna, Perú. <file:///C:/Users/51996/Documents/CERTIFICADO%20DE%20TRABAJO/Pamo-Sedamo-Johan.pdf>
- Paz, A. P. (2018). *Determinación de la cobertura Vegetal de los bofedales mediante el índice de vegetación de diferencia normalizada en la Subcuenca Pachacoto Cátac-Ancash* [Tesis de grado, Universidad Cesar Vallejo]. Lima, Perú. <https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/27644>
- Quina, E. (2015). *Diagnóstico de la crianza y caracterización fenotípica de las llamas Kára (llama glama) en Marcapomacocha, Región Junín* [Tesis de grado, Universidad Nacional Agraria la Molina]. Lima, Perú. <https://repositorio.lamolina.edu.pe/server/api/core/bitstreams/dc0adc3b-7868-4ec3-acf6-b90e653970c6/content>
- Salvador, F., Monerris, J., y Rochefort, L. (2014). Peatlands of the Peruvian Puna ecoregion: types, characteristics and disturbance. *Mires and Peat, International Mire Conservation Group and International Peat Society*, 15 (3), 1-17. https://www.gretperg.ulaval.ca/uploads/tx_centrecherche/Salvador_etal_Mires_Peat_2014.pdf
- Samaniego, J. L., Mostacedo, S. J., Carbonell, Alatorre, J.E. y Reyes O. (2017). *El cambio climático y sus efectos en la biodiversidad de América Latina. División de Desarrollo Sostenible y Asentamientos Humanos de la Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL)*. https://www.cepal.org/sites/default/files/news/files/sintesis_pp_cc_cc_y_sus_efectos_en_la_biodiversidad.pdf
- Sánchez Díaz, B. (2021). La teledetección en investigaciones ecológicas como apoyo a la conservación de la biodiversidad: una revisión. *Revista Mexicana de Ciencias*

Forestales, 33 (3), 243-253. <http://www.scielo.org.co/pdf/cient/n33/2344-8350-cient-33-00243.pdf>

Sandoval, G., Gonzáles, C. y Jiménez P. (2021). Análisis multitemporal del cambio en la cobertura del suelo en la Mixteca Alta Oaxaqueña. *Revista Científica Vol. 33* (3), 243-253. <https://doi.org/10.29298/rmcf.v12i66.816>

Saucedo, B. (2023). *Análisis de la deforestación del distrito Huabal – Región Cajamarca durante el periodo 2005 – 2020 y su proyección al año 2050 con teledetección* [Tesis de grado, Universidad Nacional de Cajamarca]. Jaén, Perú. <https://repositorio.unc.edu.pe/handle/20.500.14074/5608>

Servicio Nacional Forestal y de Fauna Silvestre. (SERFOR). (2021). *Ficha técnica de estado de conservación- Pajonal de Púna Húmeda - Marcapomacocha*. Lima (SEFOR). https://cdn.www.gob.pe/uploads/document/file/2054879/FT_JUN_02_PAJONAL_DE_PUNA_HUMEDA_MARCAPOMACOCHA.pdf.pdf

Sotil y Flores (2014). Marco conceptual y Metodológico para estimar el estado de salud de los bofedales. Laboratorio de Utilización de Pastizales. Universidad Nacional Agraria La Molina. https://sinia.minam.gob.pe/sites/default/files/siar-ancash/archivos/public/docs/himap-tmi_minam-bid_imacc_bofedales_nota-tecnica-10-04-2015.pdf-ilovepdf-compressed.pdf

Toribio, Q. (2023). *Análisis del efecto espacio – temporal del retroceso glaciar del nevado Huaytapallana en los bofedales del área de conservación regional Huaytapallana en el periodo de 1990 – 2020, Junín – 2022* [Tesis de grado, Universidad Continental]. Huancayo, Perú. <https://repositorio.continental.edu.pe/item/9f61dd6a-4d4a-4cd5-a1c8-2f9489fc296c>

Troya, M. y Villareal, P. (2021). *Análisis de la variación de erosión hídrica por efectos de cambio de uso de suelo en la Cuenca media – alta del río Mira*. Ibarra [Tesis de grado, Universidad Técnica del Norte]. Ibarra, Ecuador. <https://repositorio.utn.edu.ec/bitstream/123456789/11874/2/03%20RNR%20394%20TRABAJO%20GRADO.pdf>

Xu, Ting., Baisha, Weng., Denghua, Yan., Kun, Wang., Xiangnan, Li., Wuxia, Bi., Meng, Li., Xiangjun, Cheng., y Yinxue Liu. (2019). Wetlands of International Importance: Status, Threats, and Future Protection. *Rev. International Journal of Environmental Research and Public Health*, 16 (10), 1-23. <https://www.mdpi.com/1660-4601/16>

TERMINOLOGÍA

Aguas servidas. Son aquellas que tienen origen en las actividades de la rutina diaria del ser humano, las descargas son a través de sistemas de alcantarillado o de vertimientos directos sobre el ambiente (Castañeda y Flores, 2014).

Área altoandina con escasa y sin vegetación. Se caracteriza por tener formaciones caracterizadas nula o escasa en vegetación (SERFOR, 2021).

Camal o matadero. Según el Anexo N°1 del Reglamento Sanitario del Faenado de Animales de Abasto, aprobado mediante el Decreto Supremo N°015-2012-AG. Define como instalaciones que son autorizados por el Servicio Nacional de Sanidad Agraria que contribuyan a la inocuidad de los alimentos en proceso productivo.

Comunidad vegetal. Se considera un conjunto de plantas de una o más especies que crecen en un mismo lugar y que muestran cierta afinidad entre ellas, tanto en estructura como en forma de vida, patrón espacial, composición de especies, estado de sucesión o biomasa, entre otros (MINAM, 2015).

Ecosistema. Es un sistema en el que interactúan dos elementos muy importantes, los organismos vivos o seres bióticos (microorganismo, vegetación y fauna) y su espacio físico o seres abióticos (suelo, aire, agua, minerales, etc.). Cada ecosistema tiene su propio clima, humedad, disponibilidad de agua y alimentos, entre otros (MINAM, 2019).

Factores antrópicos. Son aquellos producidos debido a la acción directa o indirecta del hombre y de las sociedades humanas. Estas acciones generan desequilibrio en el medio (Peralta, 2018).

Imágenes satelitales. Son la representación visual de la información obtenida de un satélite artificial por medio de un sensor montado (Pamo, 2022).

Landsat. Es una sucesión de satélites, que proporcionan información de la tierra mediante imágenes satelitales. Sus datos de alta calidad abarcan muchos rangos de longitud de onda del espectro electromagnético (ERSI, 2023).



Pajonal andino. La cobertura vegetal está compuesta principalmente por herbazales, este se encuentra ubicado a una altitud de 3 800 a 4 800 msnm (SERFOR, 2021).

Sobrepastoreo. Se genera sobrepastoreo, cuando se tiene una carga ganadera superior a la conveniente por unidad de superficie de pastizales y/o bofedales (Deustua, 2019).

APÉNDICES

Apéndice 1

Validación de encuesta de identificación de actividades antrópicas

	Facultad de Ingeniería Agraria Programa de Estudios de Ingeniería Ambiental					
FICHA DE OPINIÓN DE EXPERTO						
I.- DATOS GENERALES DEL INSTRUMENTO						
1.1. Título de la investigación: "Evaluación Multitemporal de la variación de la cobertura vegetal en dos bofedales del distrito Marcapomacocha, Yauli -Junin, periodo 2010-2020"						
1.2. Nombre del instrumento de investigación: Encuesta de identificación de actividades antrópicas						
1.3. Responsables de la investigación: Dextre Marcelo, Brian Chana Valerio Leon, Jackelyn Gissell						
II.- DATOS DEL EXPERTO						
2.1. Nombre y apellidos: José Victor Ruiz Ccancece						
2.2. Título profesional: Ing. Zootecnista						
2.3. Cargo en la institución donde labora: Docente						
2.3. Grado académico: MSc. Nutrición						
2.4. Dirección: Av. Los manzanos N° 389 Chaclacayo, Lima Email: jruizc@ucss.edu.pe Teléfono móvil: 951060111						
III.- ASPECTOS DE VALIDACIÓN						
Dimensión	Indicadores	% 0-20 Deficiente	% 21 - 40 Regular	% 41 - 60 Bueno	% 61 - 80 Muy bueno	% 81 - 100 Excelente
1. CLARIDAD	Formulado con lenguaje apropiado.					95
2. OBJETIVIDAD	Expresado en conductas observables.					95
3. ACTUALIDAD	Adecuado al avance de la ciencia que dirige.					95
4. ORGANIZACIÓN	Tiene organización lógica.					95
5. SUFICIENCIA	Comprende los aspectos en cantidad y calidad.					95
6. INTENCIONALIDAD	Adecuado para el recojo de datos del estudio.					95
7. CONSISTENCIA	Basado en aspectos teóricos científicos.					95
8. COHERENCIA	Presenta coherencia entre las dimensiones, indicadores y preguntas.					95
9. METODOLOGÍA	La estrategia responde a lo que se desea estudiar.					95
10. PERTINENCIA	Adecuado para el estudio.					95
PROMEDIO DE VALORIZACIÓN: 95						
OPINIÓN DE APLICABILIDAD:		Muy malo	Malo	Regular	Bueno	Muy bueno
OBSERVACIONES: Deben de realizar una ensayo de la aplicación de la encuesta para familiarizarse con el procedimiento y la aplicación de la misma a un grupo cerrado de la población en estudio.						
						
FIRMA						
DNI N° 10150044						
Lugar y fecha: Lima 17 octubre de 2022						

Apéndice 2

Validación de encuesta de identificación de actividades antrópicas



Facultad de Ingeniería Agraria
Programa de Estudios de Ingeniería Ambiental

FICHA DE OPINIÓN DE EXPERTO

I.- DATOS GENERALES DEL INSTRUMENTO

- 1.1. Título de la investigación: "Evaluación Multitemporal de la variación de la cobertura vegetal en dos bofedales del distrito Marcapomacocha, Yauli -Junín, periodo 2010-2020"
- 1.2. Nombre del instrumento de investigación: Encuesta de identificación de actividades antrópicas
- 1.3. Responsables de la investigación: Dextre Marcelo, Brian Chana
Valerio Leon, Jackelyn Gissell

II.- DATOS DEL EXPERTO

- 2.1. Nombre y apellidos: Bertha Marcelina Ruiz Jange
- 2.2. Título profesional: Ing. Zootecnista
- 2.3. Cargo en la institución donde labora: Docente
- 2.3. Grado académico: MSc. Producción animal
- 2.4. Dirección: Av. Los Manzanos 389-A Email:
Teléfono móvil:

III.- ASPECTOS DE VALIDACIÓN

Dimensión	Indicadores	% 0-20 Deficiente	% 21 - 40 Regular	% 41 - 60 Bueno	% 61 - 80 Muy bueno	% 81 - 100 Excelente
1. CLARIDAD	Formulado con lenguaje apropiado.					93
2. OBJETIVIDAD	Expresado en conductas observables.					90
3. ACTUALIDAD	Adecuado al avance de la ciencia que dirige.					90
4. ORGANIZACIÓN	Tiene organización lógica.					90
5. SUFICIENCIA	Comprende los aspectos en cantidad y calidad.					90
6. INTENCIONALIDAD	Adecuado para el recojo de datos del estudio.					90
7. CONSISTENCIA	Basado en aspectos teóricos científicos.					90
8. COHERENCIA	Presenta coherencia entre las dimensiones, indicadores y preguntas.					93
9. METODOLOGÍA	La estrategia responde a lo que se desea estudiar.					90
10. PERTINENCIA	Adecuado para el estudio.					93

PROMEDIO DE VALORIZACIÓN: 91

OPINIÓN DE APLICABILIDAD:

Muy malo	Malo	Regular	Bueno	Muy bueno
----------	------	---------	-------	------------------

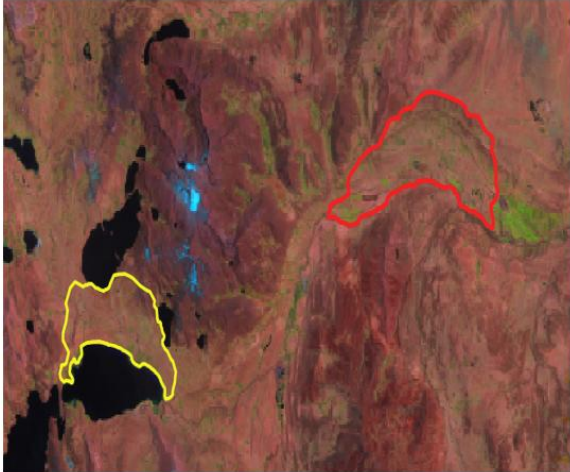
OBSERVACIONES: Se sugiere realizar un ensayo piloto, como para poner a prueba el instrumento elaborado, ello con el fin de que las preguntas sean consistentes y la información que se tome sea confiable.

FIRMA
DNI N°09729256

Lugar y fecha: Chaclacayo 17 de octubre de 2022

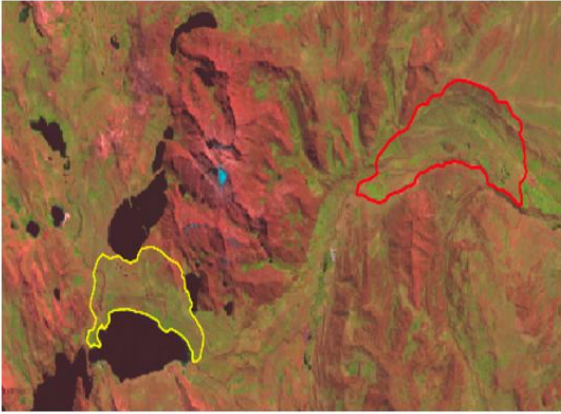
Apéndice 3

Especificaciones técnicas de la imagen LandSat 7, fecha 22 de octubre del 2010

FICHA TÉCNICA	
	Satélite: <u>LandSat 7</u>
	Sensor: EMT+
	Identificador de la escena: LE07_L1TP_007068_20101022_2020 0910_02_T1
	PATH/ROW: 007/068
	Fecha de adquisición: 2010/10/22
	Tamaño del pixel: Multiespectral 30 m Pancromático 15 m
	Fuente: USGS


Apéndice 4

Especificaciones técnicas de la imagen LandSat 7, fecha 09 de agosto del 2015

FICHA TÉCNICA	
	Satélite: <u>LandSat 8</u>
	Sensor: ETM+
	Identificador de la escena: LC08_L1TP_007068_20150809_202008_02_T1
	PATH/ROW: 007/068
	Fecha de adquisición: 2015/08/09
	Tamaño del pixel: Multiespectral 30 m Pancromático 15 m
	Fuente: USGS

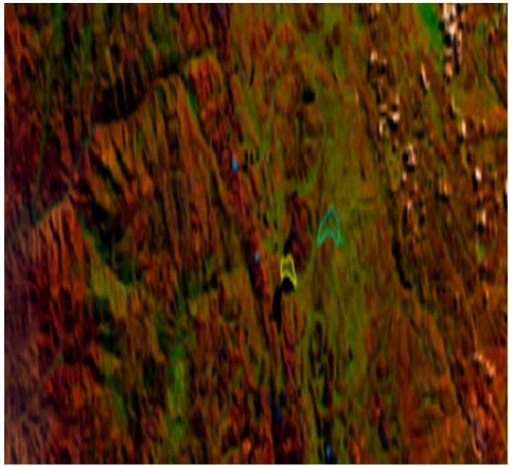
Apéndice 5

Especificaciones técnicas de la imagen LandSat 7, fecha 06 de agosto del 2020

FICHA TÉCNICA	
	Satélite: <u>LandSat 8</u>
	Sensor: OLI TIRS
	Identificador de la escena: LC08_L1TP_007068_20200806_20200916_02_T1
	PATH/ROW: 7/68
	Fecha de adquisición: 2020/08/06
	Tamaño del pixel: Multiespectral 30 m Pancromático 15 m
	Fuente: USGS

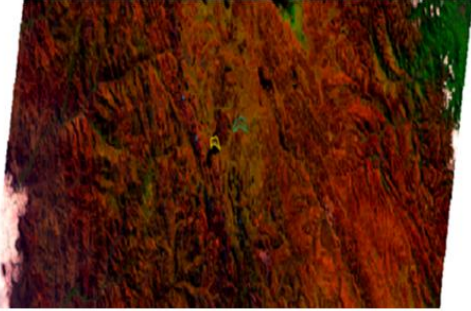
Apéndice 6

Especificaciones técnicas de la imagen LandSat 7, fecha 16 de junio del 2010

FICHA TÉCNICA	
	Satélite: <u>LandSat 7</u>
	Sensor: PARACHOQUE
	Identificador de la escena: LE07_L1TP_007068_20100616_20200911_02_T1
	PATH/ROW: 7/68
	Fecha de adquisición: 2010/06/16
	Tamaño del pixel: Multiespectral 30 m Pancromático 15 m
	Fuente: USGS

Apéndice 7

Especificaciones técnicas de la imagen landsat 7, fecha 30 de junio del 2015

FICHA TÉCNICA	
	Satélite: <u>LandSat 8</u>
	Sensor: OLI TIRS
	Identificador de la escena LC08_L1TP_007068_20200619_20150630_OT1
	PATH/ROW: 7/68
	Fecha de adquisición: 2015/06/30
	Tamaño del pixel: Multiespectral 30 m Pancromático 15 m
	Fuente: USGS

Apéndice 8

Especificaciones técnicas de la imagen LandSat 8, fecha 19 de junio del 2020

FICHA TÉCNICA	
	Satélite: LandSat8
	Sensor: OLI TIRS
	Identificador de la escena: LC08_L1TP_007068_20200619_202824_021
	PATH/ROW: 7/68
	Fecha de adquisición: 2020/06/19
	Tamaño del pixel: Multiespectral 30 m Pancromático 15 m
	Fuente: USGS

Apéndice 9

Cuestionario sobre el bofedal "Marcapomacocha"

CUESTIONARIO CONFIDENCIAL SOBRE EL BOFEDAL "MARCAPOMACOCHA"

UBICACIÓN GEOGRÁFICA *Niel Contreras Jucay.*

1. DEPARTAMENTO	Junín
2. PROVINCIA	Yauli
3. DISTRITO	Marcapomacocha
4. CENTRO POBLADO	Marcapomacocha

Título: "EVALUACIÓN MULTITEMPORAL DE LA VARIACIÓN DE LA COBERTURA VEGETAL EN DOS BOFEDALES DEL DISTRITO MARCAPOMACOCHA, YAULI -JUNÍN, PERIODO 2010-2020"

Edad: 18 años Fecha: / /2023

Sexo: Femenino () Masculino

Número de miembros en el hogar: 5

Responda o marque con una (X) la respuesta con la que se identifique:

1. ¿Desde qué año vive en el distrito "Marcapomacocha"?

2004

2. ¿Hasta la actualidad como fue creciendo el desarrollo urbano?

Poco Regular Medio Alto

3. ¿Qué fuente de agua dispone usted para su consumo?

Agua potable Puquio Del bofedal Otros

4. ¿Separa los residuos sólidos que genera en su hogar (residuos orgánicos, residuos inorgánicos, residuos de productos de limpieza)?

Si No

Si su respuesta es afirmativa, ¿qué tipo de residuos clasifica?

Residuos orgánicos Residuos inorgánicos (papel, cartón, vidrio, lata, plásticos) Envases de pesticidas

¿Usted, hace quema de sus residuos sólidos?

Si No

¿Cómo realiza la disposición de sus residuos sólidos?

Camión recolector Reciclador (Chatarrero) Botaderos Otros

Apéndice 10

Cuestionario sobre el bofedal "Marcapomacocha"

5. ¿A qué se dedica?

Crianza de animales Agricultura Otros

Extracción de especies vegetativas Especifique _____

a) Si trabaja en la agricultura, responda las siguientes preguntas:

- ¿El campo agrícola es cercano al bofedal?
 Sí No
- ¿Qué tipo de cultivo siembran?
 ninguno
- ¿Usa plaguicidas y fertilizantes para el control de plagas?
 Sí No
 ¿Cuáles? _____
- ¿Usa abono orgánico? Por ejemplo, estiércol, compost, etc.
 Sí No
 ¿Cuáles? _____ ¿Cuánto? _____

b) Si usted se dedica a la crianza de animales o trabaja en alguna granja, responda las siguientes preguntas:

- ¿Qué animales crían?
 Alpacas Ovejas Llama Otros
 Especifique: _____
- ¿Cuántos animales crían?
 De 1 a 5 De 6 a 15 De 16 a 25 Más de 25
- ¿Cómo los crían?
 Corrales Libres Cerca del bofedal Otros
- ¿Cuánto tiempo usted realiza el pastoreo?
 Siempre, 10 a 15 años
- ¿En qué área del bofedal usted realiza el pastoreo?
 Campo - con agua
- ¿Qué hace con el estiércol y los residuos que se generan?
 Abono - humano

c) Si realiza la extracción de las especies vegetativas, responda las siguientes preguntas.

- ¿Qué tipo de especies vegetativas?
 Herbáceas Chillhuar Ichu Otros NO X

Apéndice 11

Cuestionario sobre el bofedal "Marcapomacocha"

• ¿Qué hace con estas especies o que uso les da?

Artesanía Combustible para cocinar Otros

Especifique: _____

• ¿Para qué las extrae?

Uso propio Venta Especifique: No

6. Se realizan minería en el distrito, responde las siguientes preguntas:

- ¿Cómo se llama la minera que realiza sus actividades en el distrito y que tipo de minerales extraen?
Operación ariana, Namio, Extracción Pbita, Wsre, ETAPA 0 y plus
- ¿Cuánto tiempo más se van a quedar?
15 años
- ¿Usted cree que la actividad minera afecta a los bofedales? ¿Cómo?
Si, agua.
- ¿Cómo transporta los minerales? ¿Estas son cubiertas por manta de tolva?
Camiones
- ¿Qué programas de conservación ha hecho la minería para el bofedal o comunidad?
Si

7. ¿Considera que el humedal es importante para su comunidad?

Totalmente de acuerdo b) De acuerdo c) Neutro d) En desacuerdo e) Totalmente en desacuerdo

¿Porqué?
Fuente hídrica

8. ¿Ha visitado el bofedal con fines recreativos?

Siempre b) Frecuentemente c) Ocasionalmente d) Nunca

9. ¿Realizan campamento dentro del bofedal?

No

Apéndice 12

Cuestionario sobre el bofedal "Marcapomacocha"

10. ¿Se realiza rutas turísticas en el bofedal?

CaTour

11. ¿Considera que, en general, los visitantes causan daño al bofedal?

- a) Totalmente de acuerdo b) De acuerdo c) Neutro d) En desacuerdo e) Totalmente en desacuerdo

12. ¿Usted cree que el turismo podría ser una oportunidad económica para el distrito?

- a) Totalmente de acuerdo b) De acuerdo c) Neutro d) En desacuerdo e) Totalmente en desacuerdo

13. ¿Considera que el bofedal está contaminado? ¿Por qué?

- a) Totalmente de acuerdo b) De acuerdo c) Neutro d) En desacuerdo e) Totalmente en desacuerdo

¿Por qué? _____

14. ¿Ha visto que algunas personas o alguna empresa podrían estar contaminando al bofedal?

- a) Siempre b) Frecuentemente c) Ocasionalmente d) Rara vez e) Nunca

15. ¿Cree que sus propias actividades podrían afectar al bofedal?

- a) Totalmente de acuerdo b) De acuerdo c) Neutro d) En desacuerdo e) Totalmente en desacuerdo

16. ¿Considera que el bofedal requiere ser protegido?

- a) Totalmente de acuerdo b) De acuerdo c) Neutro d) En desacuerdo e) Totalmente en desacuerdo

17. ¿Se realizan programas de protección para el bofedal?

Si