

Estado Ecológico de la Laguna de Usphaq'ocha, Santuario Nacional de Ampay, Abancay – Apurímac.

Ecological status of the Usphaq'ocha Lagoon, Ampay National Sanctuary, Abancay – Apurímac.

Wilber Alviz - Soncco^{1*} , Marco Maldonado-Cevalloz¹  & Percy Yanque-Yucra¹ 

¹ Escuela Profesional de Biología, Facultad de Ciencias Biológicas, Universidad Nacional de San Antonio Abad del Cusco, Av. La Cultura 733, Cusco, Perú.

*Autor correspondiente: Wilber Alviz - Soncco, walvizsoncco@gmail.com

RESUMEN

Se evaluó el estado ecológico de la laguna de Usphaq'ocha, ubicada en el Santuario Nacional del Ampay, durante el periodo de noviembre de 2017 a febrero de 2018. La profundidad máxima registrada fue de 7.5 m. Se identificaron 6 géneros de fitoplancton pertenecientes a 4 divisiones, mientras que los macrófitos fueron representados por 34 especies circundantes, con las familias más abundantes siendo Asteraceae, Brassicaceae, Berberidaceae, Lamiaceae, Melastomataceae, Rosaceae y Urticaceae. En cuanto a la fauna, se identificaron 7 familias de macroinvertebrados de 3 clases, así como 8 especies de aves terrestres y acuáticas. Durante el periodo de estudio, no se observaron peces, anfibios, reptiles ni mamíferos silvestres asociados a la laguna. La evaluación física y química del cuerpo de agua reveló una temperatura promedio de 14 °C, un pH de 8, una concentración de oxígeno disuelto de 7.4 mg/L, una conductividad eléctrica de 170 µS/cm, y niveles de fósforo total de 0.2 mg/L y nitrógeno total de 0.1 mg/L. No se detectó la presencia de coliformes fecales, evidenciando la ausencia de descargas contaminantes al agua (<1000 NMP/100 ml). Según la valoración de los indicadores morfológicos, el estado fue clasificado como “bueno”; los indicadores biológicos como “malo”; y los indicadores físicos, químicos y bacteriológicos como “bueno/muy bueno”. El estado ecológico de la laguna Usphaq'ocha es de “bueno”.

Palabras clave: Estado ecológico, indicadores morfológicos, biológicos, físicos, químicos, microbiológicos.

ABSTRACT

This study evaluated the ecological state of the Usphaq'ocha lagoon, located in the Santuario Nacional del Ampay, during the period from November 2017 to February 2018. The maximum recorded depth was 7.5 m. Six genera of phytoplankton belonging to four divisions were identified, while macrophytes were represented by 34 surrounding species, with the most abundant families being Asteraceae, Brassicaceae, Berberidaceae, Lamiaceae, Melastomataceae, Rosaceae, and Urticaceae. Regarding fauna, seven families of macroinvertebrates from three classes were identified, as well as eight species of terrestrial and aquatic birds. During the study period, no fish, amphibians, reptiles, or wild mammals associated with the lagoon were observed. The physical and chemical evaluation of the water body revealed an average temperature of 14 °C, a pH of 8, a dissolved oxygen concentration of 7.4 mg/L, an electrical conductivity of 170 µS/cm, and total phosphorus levels of 0.2 mg/L and total nitrogen levels of 0.1 mg/L. No fecal coliforms were detected, indicating the absence of contaminating discharges into the water (<1000 NMP/100 ml). Based on the assessment of morphological indicators, the status was classified as “good”; biological indicators as “poor”; and physical, chemical, and bacteriological indicators as “good/very good.” Together, these evaluations yielded an average corresponding to a general ecological state of “good”.

Key words: Ecological state, biological indicators, physical indicators, chemical indicators, microbiological indicators.

INTRODUCCIÓN

Los humedales en América Latina han sido ampliamente estudiados, revelando su rica biodiversidad y las presiones ambientales que enfrentan. En Chile, Hauenstein et al. (2008) documentaron 82 especies de macrófitas vasculares en lagunas costeras de La Araucanía, destacando especies indicadoras de contaminación por nitrógeno, como *Callitriche palustris*. En Colombia, Pilar y Gómez (2006) observaron una mayor prevalencia de *euglenofitas* y *cianofitas* en humedales urbanos afectados por la intervención humana.

En Perú, Gamarra (2013) identificó 39 especies de plantas vasculares en la laguna Los Milagros (Huánuco), siendo las familias *Poaceae* y *Cyperaceae* las más abundantes. En Cusco, Flores (2007) reportó la presencia de algas asociadas a procesos de eutrofización en el humedal de Lucre-Huacarpay. Otros estudios locales, como los de Castro y Ríos (2000) y Jarufe (1999), describieron la vegetación y avifauna de Huacarpay, donde predominan especies hidrófitas y una alta diversidad de aves acuáticas. Zamalloa (1990) y Latorre (1993) evaluaron la calidad del agua en este mismo humedal, encontrando una alta presencia de coliformes que indican contaminación bacteriológica.

Estos antecedentes reflejan una biodiversidad considerable y presiones ambientales significativas, resaltando la necesidad

de monitoreo y manejo para la conservación de estos ecosistemas.

Los humedales altoandinos, como la laguna de Usphaq'ocha, ubicada en el Santuario Nacional del Ampay, desempeñan un papel fundamental en la regulación de las cuencas andinas y en la biodiversidad local. Estos ecosistemas, reconocidos como frágiles por la Convención Ramsar, están amenazados tanto por factores naturales, como sequías, como por actividades humanas no sostenibles, incluyendo la agricultura y la minería. La eutrofización en la laguna de Usphaq'ocha, impulsada por la acumulación de nutrientes de origen antropogénico, compromete su biodiversidad y el equilibrio ecológico, poniendo en riesgo los servicios ecosistémicos que proporciona a las comunidades locales.

Este estudio evaluó el estado ecológico de la laguna Usphaq'ocha durante los años 2017 y 2018, enfocándose en su biodiversidad y niveles de eutrofización mediante la aplicación de la metodología de Rico E. (2006).

Dicha metodología permite un análisis exhaustivo de los parámetros ambientales relevantes, brindando una visión integral sobre el estado de conservación de la laguna. Los resultados de este trabajo buscan contribuir a la formulación de políticas ambientales que promuevan la sostenibilidad y preservación de este ecosistema altoandino, cuya funcionalidad es crucial para la región debido a sus servicios ecológicos y su importancia socioambiental.

METODOLOGÍA

Área de estudio

La laguna Usphaq'ocha, ubicada dentro del Santuario Nacional de Ampay en los Andes del departamento de Apurímac, se encuentra a una altitud de 3,750 msnm, aproximadamente 400 metros al noreste de la Laguna Angasq'ocha. Esta laguna presenta una variabilidad estacional en su volumen, alcanzando hasta 10 metros de profundidad y 500,000 m³ durante la temporada de lluvias, mientras que en época seca puede reducirse significativamente. Esta fluctuación hídrica es clave para la regulación del agua en la zona y resalta su importancia en el contexto local de conservación ambiental y de los recursos hídricos (Fig.1)

Evaluación del Estado Ecológico de Ecosistemas Acuáticos Lacustres

La evaluación del estado ecológico de masas de agua tipo lago se ha realizado de acuerdo con los lineamientos de la Directiva Marco del Agua (DMA). La metodología se basa en la comparación de indicadores específicos con valores de referencia que representan las mejores condiciones posibles para cada tipología de laguna.

Los indicadores evaluados incluyen variables biológicas, hidromorfológicas, químicas y fisicoquímicas, los cuales determinan tanto el estado ecológico como el químico de la masa de agua, proporcionando una visión integral de su calidad.

Indicadores de Estado Ecológico

Indicadores Biológicos: Estos se basan en comunidades de organismos como el fitoplancton y los macroinvertebrados bentónicos. El fitoplancton se utiliza para medir la productividad y eutrofización, mientras que los macroinvertebrados actúan como indicadores de la calidad del agua debido a su diversidad y a los diferentes requerimientos ecológicos de sus taxones. Se seleccionaron indicadores específicos para detectar presiones físicas y químicas, como variaciones de caudal, eutrofización y contaminación por metales.

Indicadores Microbiológicos: Los coliformes termotolerantes se analizaron como indicadores de contaminación fecal. Su presencia sugiere contaminación reciente y el riesgo de organismos patógenos, dado que provienen del intestino de animales de sangre caliente.

Indicadores Físicos y Químicos: La evaluación incluye variables como temperatura, transparencia, oxígeno disuelto, pH, conductividad eléctrica y concentraciones de fósforo y nitrógeno. La temperatura y el oxígeno disuelto, por ejemplo, son esenciales para la actividad biológica acuática, mientras que las concentraciones de nutrientes son clave para detectar procesos de eutrofización.

Indicadores Batimétricos y Morfométricos: Se realizaron estudios batimétricos y morfométricos para evaluar el relieve y la profundidad de los cuerpos de agua, aspectos que influyen en la interacción entre los ecosistemas terrestre y acuático. Se incluyeron datos de la zona litoral y bentónica para evaluar la influencia del sistema terrestre y su variación según la profundidad del lago.

Problemas Ambientales Impactantes:

- **Contaminación:** Se identificaron fuentes de contaminación asociadas a actividades humanas, como la presencia de metales pesados, desechos orgánicos e inorgánicos, y contaminantes industriales.
- **Colmatación:** El análisis morfométrico incluyó la evaluación de los efectos de la sedimentación en los ecosistemas acuáticos, especialmente debido a la erosión y sedimentación resultante de la cobertura vegetal reducida en las cuencas.
- **Procedimientos de Muestreo y Análisis:** El muestreo de los indicadores biológicos y microbiológicos fue diseñado para capturar información a medio y largo plazo, mientras que los análisis de temperatura y transparencia se realizaron mediante instrumentos calibrados. La metodología incorporó prácticas de muestreo estandarizadas y análisis laboratoriales para asegurar la precisión de los datos.

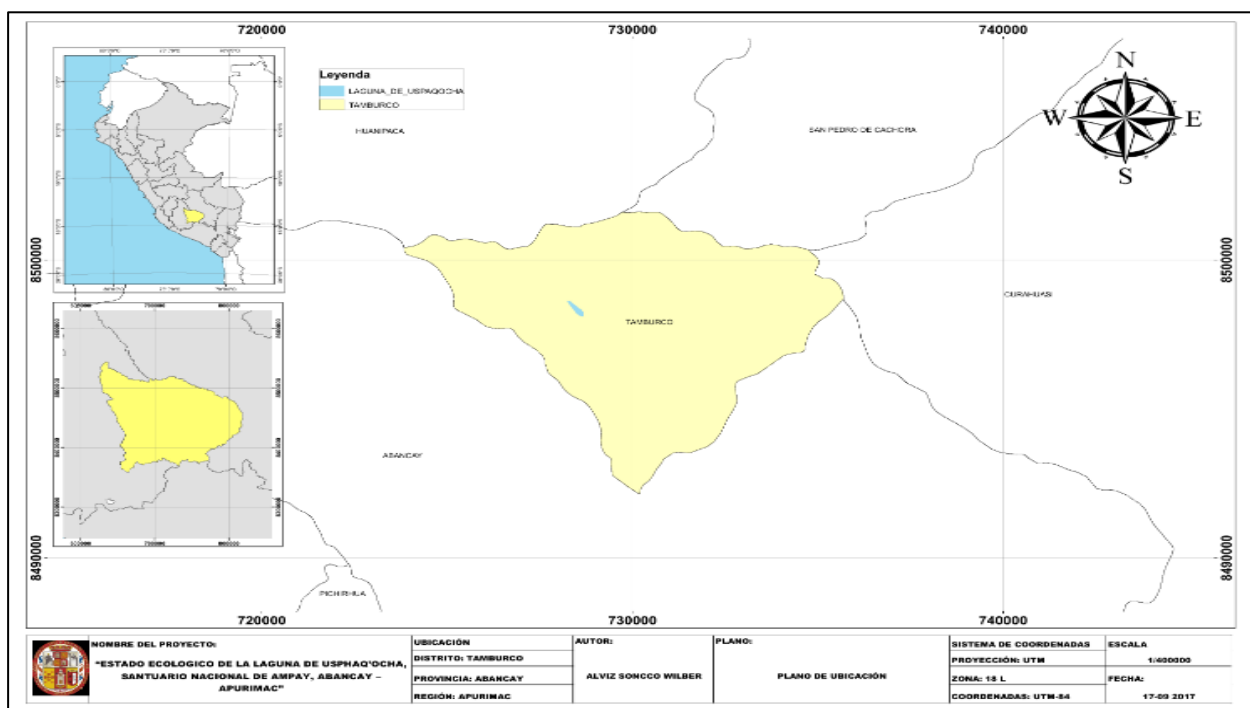


Figura 1. Mapa de la ubicación de la laguna Usphaq'ocha

RESULTADOS

La batimetría de la laguna de Usphaq’ocha reveló los siguientes parámetros: El Área Superficial (5220 m²) sugiere una importante capacidad de soporte para la biodiversidad y la regulación climática local. Las Dimensiones (Longitud Máxima de 460 m, Mínima de 200 m; Ancho Máximo de 146 m, Mínimo de 20 m), reflejan una morfología irregular que proporciona múltiples zonas de hábitat y que puede influir en el flujo de agua y sedimentación. La Profundidad Máxima (8 m), refleja que aumenta la capacidad de almacenamiento de agua y su estabilidad térmica. El Volumen de (500,100 m), indica una alta capacidad de retención de agua, esencial para la regulación hidrológica y la resiliencia del humedal frente a variaciones estacionales. El Perímetro de (1352 m), destaca la complejidad del borde del humedal, facilitando interacciones ecológicas en zonas de transición (ecotonos), que son cruciales para la biodiversidad y el intercambio de nutrientes entre el humedal y su entorno terrestre. Los parámetros batimétricos indican que el humedal tiene una gran capacidad de almacenamiento, diversidad de hábitats y conectividad ecológica, factores que son fundamentales para su función como ecosistema de regulación hídrica y conservación de biodiversidad (Tabla 1)

Tabla 1. Características Batimétricas y Morfométricas de la Laguna de Usphaq’ocha

Características	Unidades
Área Superficial	5220 m ²
Longitud máxima	460 m
Longitud mínima	200 m
Ancho máximo	146 m
Ancho mínimo	20m
Profundidad máxima	8m
Volumen	500100 m ³
Perímetro	1352 m ²

Indicadores Biológicos

La diversidad de fitoplancton, presentada en la, muestra la presencia de seis géneros identificados durante el estudio. Según la tabla de calificación de indicadores, este nivel de diversidad se clasifica como Muy Bueno (tabla 2)

Tabla 2. Fitoplancton

División	Grupo Taxonómico
Charophyta	<i>Closterium</i>
Charophyta	<i>Spyrogira</i>
Chlorophyta	<i>Gonatozygon</i>
Cyanophyta	<i>Nostoc</i>
Euglenophyta	<i>Euglena</i>
Euglenophyta	<i>Phacus</i>

En la vegetación circundante de la laguna de Usphaq’ocha, se identificaron 34 especies de flora distribuidas entre 20 familias. Esta diversidad resalta la importancia ecológica del ecosistema acuático. La variedad de especies es crucial para mantener la salud del hábitat, así como para proporcionar recursos y refugio a diversas formas de vida. Además, esta riqueza de especies puede servir como base para futuras investigaciones sobre la conservación y el manejo sostenible de este entorno. La calificación de la vegetación circundante fue clasificada como Muy Bueno (Tabla 3).

Tabla 3. Vegetación circundante

Familia	Especie
	<i>Ageratina pentlandiana</i>
	<i>Bacharis latifolia</i>
	<i>Bacharis odonata</i>
	<i>Bacharis sp</i>
Asteraceae	<i>Bidens andicola</i>
	<i>Coniza bonariensis</i>
	<i>Gnophalium aff dombeyanum</i>
	<i>Senecio rudbeckiaefolius</i>
	<i>Senecio sp</i>
	<i>Capsella bursa-pastoris</i>
Brassicaceae	<i>Descuraria aff. Mycrophyla</i>
	<i>Berberis boliviano</i>
Berberidaceae	<i>Berberis carinata</i>
	<i>Arenaria sp</i>
Cariophyllaceae	<i>Poronichya sp</i>
Coryphyllaceae	<i>Scirpus sp.</i>
Cyperaceae	<i>Vallea stipularis</i>
Elaeocarpaceae	<i>Escallonia mirtiloides</i>
Escalloniaceae	<i>Astragulus garbancillo</i>
Fabaceae	<i>Gentiana sedifolia</i>
Gentianaceae	<i>Ribes bachibotris</i>
Grossulariaceae	<i>Minthostachys setosa</i>
Lamiaceae	<i>Salvia sp</i>
	<i>Dendrophthora clavate</i>
Loranthaceae	<i>Brachyotum sp.</i>
Melastomataceae	<i>Miconia alpine</i>
	<i>Muehlenbeckia volcanica</i>
Poligonaceae	<i>Ranunculus praemorsus</i>
Ranunculaceae	<i>Acaena argentea</i>
Rosaceae	<i>Alchemilla pinnata</i>
	<i>Veronica humifusa</i>
Schraphylonaceae	<i>Saracha punctate</i>
Solanaceae	<i>Pilea dombeyana</i>
Urticaceae	<i>Urtica magellanica</i>

Se presenta la riqueza taxonómica de macroinvertebrados acuáticos en la laguna de Usphaq’ocha, donde se identificaron 7 familias clasificadas en 3 clases. La clase más abundante fue Insecta, seguida de Malacostraca y Turbellaria. Esta diversidad refleja la complejidad del ecosistema y su capacidad para sustentar diversas formas de vida acuática, lo que es indicativo de un ambiente saludable. Según los criterios de calificación del estado ecológico, la riqueza taxonómica de los macroinvertebrados acuáticos se clasifica como "Muy mala", dado que el número de familias identificadas es inferior a 15. Esta baja riqueza taxonómica se atribuye al aislamiento del ecosistema, más que a las condiciones físicas y químicas del ambiente, que en general son favorables (Tabla 4).

Se detalla la riqueza taxonómica de aves en la laguna de Usphaq’ocha, donde se identificaron 8 especies. De acuerdo con los intervalos de evaluación del estado ecológico, la riqueza taxonómica de aves en esta laguna se clasifica como "Muy buena." Esta clasificación indica un alto nivel de diversidad de especies, lo que sugiere un ecosistema saludable y funcional en el que las aves desempeñan un papel crucial en la dinámica ecológica (Tabla 5).

Se reporta la identificación de 3 especies de mamíferos en la laguna de Usphaq'ocha. Según los intervalos de evaluación del estado ecológico, la riqueza taxonómica de mamíferos en este ecosistema se califica como "Buena." Esta evaluación sugiere una presencia significativa de diversas especies de mamíferos, indicando que las condiciones del hábitat son adecuadas para su desarrollo y sostenibilidad (Tabla 6).

Tabla 4. Riqueza Taxonómica de Macroinvertebrados

Clase	Orden	Familia
Insecta	Hemiptera	<i>Notonectidae</i>
Insecta	Hemiptera	<i>Corixidae</i>
Insecta	Coleoptera	<i>Coxinalidae</i>
Insecta	Coleoptera	<i>Hydraenidae</i>
Malacostraca	Amphipoda	<i>Hyaellidae</i>
Insecta	Diptera	<i>Chironomidae</i>
Turbellaria	Tricladida	<i>Planariidae</i>

Tabla 5. Riqueza taxonómica de aves acuáticas, terrestres, residentes y visitantes

Especie	Nombre Común
<i>Orossochen melanopterus</i>	Huallata
<i>Lophonetta specularioides alticola</i>	Pavo crestón
<i>Chroicocephalus serranus</i>	Gaviota andina
<i>Colaptes rupicola puna</i>	Carpintero andino
<i>Turdusfuscater ockendeni</i>	Zorzal grande
<i>Coinirostrum cinereum cinereum</i>	Pico de cono cinereo
<i>Xenodacnis parina parina</i>	Azulito altoandino
<i>Vanellus resplendes</i>	Avefria andina

Tabla 6. Riqueza taxonómica de mamíferos

Especie	Nombre común
<i>Lagidium peruvianum</i>	Vizcacha
<i>Conepatus Chinga</i>	Zorrino

Indicadores Físicos y Químicos

La transparencia del agua en la laguna de Usphaq'ocha supera los 3 m, lo que sugiere una baja concentración de partículas suspendidas. Esta característica es crucial, ya que permite una adecuada penetración de la luz solar, favoreciendo la fotosíntesis de las comunidades de fitoplancton y macrófitos. Según las categorías de calificación del estado ecológico, este nivel de transparencia se clasifica como bueno/muy bueno, lo que indica un ambiente acuático saludable.

La temperatura del agua en la laguna se registró en 14°C, mientras que la temperatura atmosférica alcanzó los 16°C. La estabilidad térmica observada puede atribuirse a la ausencia de descargas de residuos orgánicos e inorgánicos, lo que minimiza las fluctuaciones térmicas que podrían impactar negativamente a la biota acuática. Este rango de temperatura es favorable para la mayoría de las especies acuáticas, y, según los criterios de evaluación, se clasifica como muy bueno/bueno.

La concentración de oxígeno disuelto medida fue de 7.4 mg/L, cifra que supera el umbral crítico de 5 mg/L recomendado para ecosistemas acuáticos. Este valor es indicativo de un ambiente que, a pesar de la baja diversidad de fitoplancton observada, mantiene condiciones adecuadas para la vida acuática. No obstante, este nivel de oxígeno sugiere que podría existir una limitación en la productividad primaria, lo

que se traduce en una clasificación de bueno/muy bueno en la evaluación del estado ecológico.

La conductividad eléctrica de 170 $\mu\text{S}/\text{cm}$ se considera aceptable y se sitúa dentro de los estándares de calidad ambiental establecidos por la normativa (D.S. N°015-2015-MINAM). Este parámetro es esencial para evaluar la cantidad de sales disueltas en el agua, que influyen en la salinidad y, por ende, en la salud del ecosistema acuático. La clasificación obtenida es de bueno/muy bueno, lo que indica que el equilibrio iónico del agua se encuentra en un estado propicio para la fauna y flora acuática.

El valor de pH registrado en la laguna fue de 8, lo que está alineado con los estándares de calidad ambiental para agua (categoría 4). Un pH en este rango es favorable para diversas especies acuáticas, y su estabilidad es un indicador de un sistema ecológico balanceado. Este valor se clasifica como bueno/muy bueno, lo que sugiere condiciones adecuadas para el desarrollo de organismos acuáticos.

Los análisis de laboratorio arrojaron una concentración de fósforo total de 0.2 mg/L, un nivel que no se considera excesivo y que se encuentra dentro de los límites seguros para la conservación de la calidad del agua. Este resultado es indicativo de un ecosistema que no está sufriendo de eutrofización, lo cual es crucial para mantener el equilibrio ecológico. Por lo tanto, este parámetro se clasifica como muy bueno. La medición de nitrógeno total en el agua del humedal fue de 0.1 mg/L, un valor que indica una carga nitrogenada baja. Este nivel puede ser atribuido a la presencia de vegetación flotante, que actúa como un biofiltro, absorbiendo nutrientes y contribuyendo a la estabilidad del ecosistema. Esta concentración de nitrógeno total se clasifica como muy bueno, lo que refuerza la idea de un ambiente acuático sano y equilibrado.

Estado Ecológico General

El análisis del estado ecológico de la Laguna de Usphaq'ocha (Tabla 7) revela una situación mixta en función de los diferentes indicadores evaluados.

- **Indicadores Batimétricos y Morfométricos:** presentan una calificación de bueno/muy bueno. Esta evaluación sugiere que la configuración física del cuerpo de agua, incluida su profundidad y morfología, favorece la salud del ecosistema acuático al permitir una adecuada circulación de nutrientes y luz, elementos esenciales para el desarrollo de comunidades biológicas.
- **Indicadores Biológicos:** muestran un estado calificado como muy malo en general, a excepción de los mamíferos, aves y cobertura vegetal, que se clasifican como muy buenos. La baja diversidad de macroinvertebrados observada puede ser consecuencia del aislamiento ecológico de la laguna, lo que limita el flujo genético y la colonización de nuevas especies. No obstante, la riqueza de especies circundantes y la presencia de aves y mamíferos reflejan un ecosistema en recuperación, lo cual es alentador para la biodiversidad local.
- **Indicadores Físicos y Químicos:** evidencian un estado ecológico muy bueno. Las condiciones de temperatura, pH, oxígeno disuelto y conductividad eléctrica son favorables y se encuentran dentro de los estándares óptimos para la vida acuática, lo que sugiere que el ambiente físico está en condiciones saludables.
- **Indicadores Microbiológicos:** se clasifican como bueno/muy bueno, indicando que la laguna no está siendo afectada significativamente por actividades antrópicas. La ausencia de evidencia de vertidos de aguas residuales sugiere un manejo adecuado de las fuentes de contaminación en las inmediaciones del ecosistema.

De acuerdo con la valoración general de todos los indicadores analizados, el estado ecológico de la laguna de Usphaq'ocha se determina como bueno. Sin embargo, se reconoce que las variaciones en los valores y la composición de los indicadores están principalmente influenciadas por la actividad antrópica. Es imperativo implementar estrategias de conservación y manejo sostenible para proteger este ecosistema valioso y asegurar su continuidad a largo plazo.

DISCUSIÓN

El estudio de Hurtado et al. (2013) sobre el humedal Aguas Claras en Villavicencio, pone en evidencia una destacada capacidad social de conservación, donde el compromiso de actores locales es un pilar en la sostenibilidad del ecosistema. Sin embargo, en el humedal Usphaq'ocha se advierte una carencia de educación ambiental, un aspecto crítico que limita la conservación y que además se refleja en un débil compromiso por parte de los visitantes. Esto se manifiesta a través de la acumulación de residuos sólidos y la presencia de animales en áreas de acceso, afectando no solo la calidad del agua, sino también el equilibrio ecológico del hábitat. Para promover una sostenibilidad similar a la de Aguas Claras, es imperativo desarrollar estrategias de educación ambiental en Usphaq'ocha, involucrando a las comunidades y visitantes para fortalecer la conciencia ambiental y el compromiso social.

En su estudio sobre el humedal Lucre-Huacarpay, Flores (2007) reporta indicadores de eutrofización como elevados niveles de DBO, nitratos y fosfatos, junto con la presencia de géneros de algas indicadoras como *Euglena* y *Chroococcus*, lo que confirma un estado de eutrofización avanzado.

Este proceso afecta la biodiversidad del humedal, mostrando una composición de 52 géneros de algas de 25 familias. Comparativamente, Usphaq'ocha presenta una menor diversidad algal, registrándose solo cuatro divisiones, incluidas *Closterium* y *Euglena* como indicadores de calidad del agua. Esta menor diversidad sugiere un ecosistema menos afectado por la eutrofización, aunque el seguimiento de sus niveles de nutrientes y la implementación de controles periódicos son

esenciales para preservar la calidad del agua y la estabilidad de las comunidades acuáticas en Usphaq'ocha.

El censo de Jarufe (1999) en Huacarpay muestra una avifauna diversa con 17 especies de aves acuáticas y densidades de hasta 114 individuos por hectárea en épocas de lluvia, lo cual está correlacionado con la abundancia de hábitats. Esta diversidad no solo es un reflejo de la calidad del ecosistema, sino también un factor crítico en la función ecológica del humedal. En Usphaq'ocha, se identificaron únicamente ocho especies de aves, tanto acuáticas como terrestres, lo que representa una diversidad significativamente menor. Aunque esta cantidad es suficiente para la supervivencia de las especies registradas, la menor riqueza avifaunística sugiere posibles limitaciones en la oferta de hábitats o recursos. Se requiere un análisis continuo para evaluar cómo la reducción en diversidad puede impactar la función ecológica del humedal, especialmente en un contexto donde las aves juegan roles clave en la dinámica del ecosistema.

Nina. et. al. (2017), en su análisis del humedal Cajonahuaylla, destacan una rica diversidad de fitoplancton y vegetación acuática emergente, con *Basillariophyta* como la división dominante y una variada cobertura vegetal circundante. En Usphaq'ocha, la ausencia de flora flotante y emergente refleja un hábitat menos complejo en términos de vegetación acuática, aunque se mantiene una notable diversidad en la vegetación circundante. Esta situación sugiere una presión ecológica específica que está impactando la vegetación acuática. La falta de vegetación emergente podría tener implicancias en la regulación de nutrientes y el refugio de fauna acuática, aspectos que subrayan la necesidad de intervenciones para restaurar el equilibrio del hábitat en Usphaq'ocha.

Estos estudios resaltan marcadas diferencias en términos de biodiversidad, eutrofización y compromiso ambiental entre el humedal Usphaq'ocha y otros ecosistemas comparables. Las carencias en educación ambiental y en diversidad de especies identificadas en Usphaq'ocha subrayan la necesidad de establecer programas de gestión específicos para su conservación. Estos deberían incluir estrategias de sensibilización, monitoreo de calidad del agua, y restauración

Tabla 7. Determinación del Estado Ecológico de la Laguna de Usphaq'ocha

Grupo de indicadores	Indicadores	Indicador parcial	Valoración	Estado de calidad ecológico de indicador parcial	Promedio de valoración	Estado ecológico del indicador general	Estado ecológico general
Indicadores biológicos	Comunidad Macrofítica	Cobertura vegetal	4	Muy Bueno	3.25	Bueno	Bueno 3.66
		Riqueza taxonómica de Macroinvertebrados	3	Bueno			
	Fauna	Riqueza taxonómica de avifauna	4	Muy bueno			
		Riqueza taxonómica de mamíferos	2	Moderado			
Indicadores Físicos y Químicos	Transparencia (disco sechi)		4	Muy bueno	3.5	Bueno	
	Temperatura		4	Muy bueno			
	Oxígeno		4	Muy bueno			
	pH		3	Bueno			
	Salinización (conductividad eléctrica)		3	Bueno			
	Nutrientes	Fosfato total	3	Bueno			
Indicadores Microbiológicos	Nitrógeno total		3	Bueno	4	Muy Bueno	
	Coliformes termo tolerantes (NMP/100ml)		4	Muy bueno			

de hábitats, alineados a la preservación de la biodiversidad local y a la sostenibilidad ecológica del humedal a largo plazo.

Presentado: 16/10/2024

Aceptado: 06/12/2024

Publicado: 20/12/2024

CONCLUSIONES

La laguna de Usphaq'ocha alberga comunidades fitoplanctónicas compuestas por 4 divisiones y 6 géneros, destacando *Charophyta* y *Euglenophyta*. Su flora circundante incluye 34 especies de 20 familias, sin flora flotante ni emergente. Se identificaron 7 familias de macroinvertebrados acuáticos, siendo *Planariidae* la más representativa, y se registraron 8 especies de aves y dos especies de mamíferos, la vizcachita y el zorrino. No se encontraron peces, anfibios ni reptiles. Los parámetros fisicoquímicos del agua cumplen con los Estándares de Calidad Ambiental (D.S. N°015-2015-MINAM), con pH 8, conductividad de 170 $\mu\text{S}/\text{cm}$, fósforo total de 0.2 mg/l, nitrógeno total de 0.1 mg/l, oxígeno disuelto de 7.4 mg/l y coliformes termotolerantes <1500 NMP/100ml.

La laguna tiene un área total de 5,360 m², un espejo de agua de 5,220 m², longitud máxima de 460 m, ancho de 146 m, profundidad de 8 m, volumen de 500,100 m³ y perímetro de 1,352 m.

El estado ecológico de la laguna de Usphaq'ocha se clasifica como BUENO, indicando un ambiente saludable para su conservación.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Castro, L. & Rios, M. (2000). Diversidad Fanerogámica del humedal de Huacarpay (Lucre-Quispicanchis-Cusco). Seminario de Investigación, UNSAAC, Cusco
- Flores, C. (2007) algas del humedal lucre – Huacarpay. Seminario UNSAAC
- Gamarra, O. et al. (2013). Composición florística, descripción fisonómico-estructural y distribución geográfica de macrofitas del humedal Laguna los Milagros, Huánuco, Perú. Revista de Investigación y Amazonia, 2(1-2), 12-19.
- Gobierno de Chile. (2011). Guía para la conservación y seguimiento ambiental de Humedales andinos. Edit. Común & K Ltda, Chile.
- Hauenstein, E. et al. (2008). Comparación florística y estado trófico basado en plantas indicadoras de lagunas costeras de la región de Araucaria, Chile. Revista Ecología Austral, 18, 43.
- Hurtado, Quintero, Y., & Ramirez, J. (2013). Evaluación Ecológica y Ambiental del Humedal Aguas Claras, Barrio de la Alborada, Villavicencio, Meta. Tesis de grado, Universidad Nacional Abierta y a Distancia, Meta.
- Jarufe, E. (1999). Censo de Aves en Ambientes Acuáticos en lagunas de Huacarpay. Seminario de Investigación, UNSAAC, Cusco
- Latorre, A. (1993). Análisis Bacteriológico del Agua de la Laguna de Huacarpay. Seminario de investigación, UNSAAC, Cusco.
- Pilar, M. & Gomez, A. (2006). Microalgas perifíticas como indicadoras del estado de las aguas de un humedal Urbano: Jaboque, Bogotá D.C., Colombia. Revista NOVA, 4 (6): 60-79.
- Rico, E. (2005-2006) Red de seguimiento de humedales interiores de la CAPV (2005/06)
- Nina, Y. Yanque, Y. Arce, M. y (2019). Estado ecológico del humedal urbano Phuyuqocha - Cajonahuaylla, San Jerónimo – Cusco – Perú. CANTUA Vol. 18 (1): 1-8
- Zamalloa, A. (1990) Composición, Biomasa y Mapeo de la vegetación Acuática- Laguna de Urcos, seminario Curricular. UNSAAC, Cusco