Evaluación de la calidad de agua de la laguna Cucho Yanaoco 2025

Kenia Marleny Quispe Saavedra[a],Luz Clarita Callacondo Chambilla[a], Paola Alexandra Mayta Coaquira[a]

[a]*Universidad Peruana Unión, Facultad de Ingenieria y Arquitectura, EP Ingenieria Ambiental Juliaca, Peru.*

Resumen

El agua es un recurso esencial para el mantenimiento de los ecosistemas acuáticos, sin embargo, su calidad se encuentra amenazada por diversas actividades humanas, la agricultura y el cambio climático, que impactan negativamente los cuerpos de agua dulce en Perú. En este contexto, el presente estudio tiene por objetivo es evaluar la calidad del agua de la laguna de Cucho Yanaoco, ubicada en Huancané, Puno. Para determinar se analizaron las propiedades físicos, químicos y microbiológicos del agua para la flora y fauna acuática, de acuerdo con los Estándares de Calidad Ambiental (ECA) de categoría 4. Se aplicó la recolección de muestras de agua en dos puntos de monitoreo, seguidas de análisis en laboratorio de parámetros críticos como pH, conductividad eléctrica, temperatura, sólidos disueltos, dureza y alcalinidad. Los resultados obtenidos revelaron que el pH fue de 8.64±1.5 se encuentra dentro del rango establecido por el ECA, aunque el valor del punto PM-02 supera ligeramente este límite, lo cual podría afectar a especies acuáticas sensibles; asimismo, la conductividad fue de 2144 µS/cm±15.5 adecuado para categoría 3, indicando una elevada salinidad. Los coliformes totales y termo tolerantes se encuentran muy por debajo del ECA en la categoría 3 y 4, indicando buena calidad en esos parámetros. Los hallazgos indican una posible contaminación, atribuida a actividades antropogénicas y procesos naturales. Este análisis nos permite observar la calidad de agua en esta Laguna.

Palabras clave: Agua; Calidad; Lago; Recurso; Parametros.

1. Introducción

El agua es un recurso natural vital e indispensable para el desarrollo de la vida. Este líquido se extrae de manantiales, se transporta, se trata y se consume, y su calidad tiene un impacto directo en la preservación de los ecosistemas y el bienestar de las personas (Misari-Chuquipoma et al., 2024). Además, el agua forma parte de diversos ecosistemas acuáticos como estuarios, lagunas, humedales y ríos, los cuales permiten la conservación de una gran variedad de especies de flora y fauna (Xochichua et al., 2023). En el Perú, el aumento de actividades como la minería, agricultura, pesca, saneamiento, energía y explotación de hidrocarburos ha contribuido significativamente al deterioro de la calidad del agua a nivel nacional (Chimborazo, 2024). A esto se suma el agravamiento por el cambio climático y fluctuaciones en parámetros fisicoquímicos e inorgánicos, influenciados no solo por la actividad antrópica, sino también por procesos naturales como condiciones geológicas y erosión (Jamanca, 2021).

El deterioro de lagunas, lagos y ríos en el país se ha incrementado notablemente, siendo la eutrofización el principal problema relacionado con la calidad del agua (Abdel-Satar et al., 2024). Aunque este proceso es natural y lento, se ha acelerado debido a la urbanización, agricultura, desarrollo energético y turismo (Quigla, 2023). Muchas poblaciones se ven obligadas a consumir agua de fuentes con calidad deficiente, por lo que el agua tratada se convierte en un elemento clave para el desarrollo regional (Huamán,

2020). Los lagos y lagunas, como la laguna Cucho Yanaoco ubicada en Huancané, son fuentes principales de agua dulce y proveen servicios ambientales esenciales, tales como suministro de agua, generación hidroeléctrica, captura de CO2, control de erosión e inundaciones, además de ser hábitat de especies como pejerrey y carachi (Quigla, 2023). Esta laguna representa un interés colectivo por los beneficios ambientales y el valor ecológico que ofrece tanto a la población local como a las instituciones (Sigüenza Jetón & Loja Suco, 2022).

El valor económico, social, cultural y ecológico de la laguna Cucho Yanaoco para Huancané demanda especial atención y cuidado, ya que de ello depende el aprovechamiento sostenible de su potencial hídrico, ecológico y paisajístico para los pobladores e instituciones locales (Huaman Vilca et al., 2020). Por ello, el objetivo de esta investigación es evaluar la calidad del agua en la laguna Cucho Yanaoco, ubicada en el distrito de Huancané, a través del análisis de parámetros físicos, químicos y microbiológicos, en cumplimiento con los estándares de calidad ambiental de agua (ECA).

2. Materiales y Métodos

2.1. Área de estudio

El área de estudio corresponde a la Laguna Cucho Yanaoco, ubicada en la Comunidad de Cucho Yanaoco, Distrito de Huancané, provincia y departamento de Huancané y Puno, Perú, respectivamente. Sus coordenadas geográficas son 15º13'01"S de latitud y 69º51'17"W de longitud, a una altitud aproximada de 3836 metros sobre el nivel del mar (msnm). La zona presenta un clima frío con variabilidad térmica característica de la región andina.

La comunidad se caracteriza por un entorno rural andino, con presencia de formaciones geográficas típicas de la sierra peruana y cuerpos de agua que influyen en el ecosistema local. La economía regional está fundamentada principalmente en actividades agropecuarias y pesqueras, las cuales constituyen las principales fuentes de subsistencia para la población local. (DePeru, nd)

Figura 1

Mapa de Ubicación de la Laguna Cucho Yanaoco

2.2. Muestras de agua

La toma de muestras se realizó en puntos que ofrecían facilidad de acceso, seguridad, representatividad y un flujo permanente de agua (Misari-Chuquipoma et al., 2024). se procedió a la extracción de un total de dos muestras de agua, empleando protocolos estandarizados para muestreo en cuerpos acuáticos.

Figura 2

Puntos de muestras de agua.

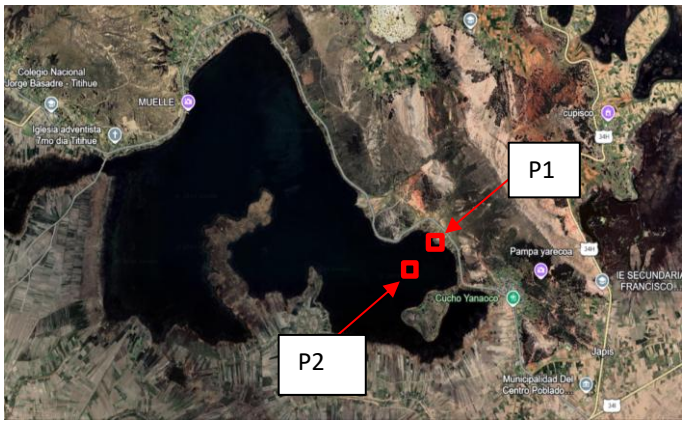

Tabla 1

Muestras de agua tomadas en la Laguna Cucho Yanaoco.

Muestra	Código	Ubicación		
		Este	Norte	Altitud
P1	LCY-01	409210	8317049	3806m
P2	LCY-02	409144	8317040	3820m

2.3. Metodología de análisis

Se analizaron los siguientes parámetros fisicoquímicos y microbiológico: Oxígeno disuelto, Conductividad, Ph, DBO, DQO, Tº, Dureza, Alcalinidad, Sulfatos, Nitratos, Calcio, Magnesio, Solidos disueltos totales, Coliformes Totales y Coliformes Termo tolerantes. Siguiendo las metodologías presentadas en la Tabla 2.

Tabla 2

Metodologías de análisis para cada uno de los parámetros.

Parámetros	Método de Análisis
pH	Electrométrico
C.E	Conductímetro
Temperatura (°C)	Termómetro
Solidos Disueltos Totales	Evaporación y pesaje
Dureza Total (como $CaCO_3$)	Titulación con EDTA
Alcalinidad (como $CaHCO_3$)	Titulación ácido-base
Cloruros (como Cl^-)	Titulación de Mohr

Sulfatos (como $SO^{=}_4$)	Espectrofotometría (Método de bario)
Nitratos (como NO^{-}_3)	Método colorimétrico
Calcio (como Ca^{++})	Titulación con EDTA
Magnesio (como Mg^{++})	Titulación con EDTA
Demanda Química de Oxigeno (DQO)	Digestión Cerrada
Demanda Bioquímica de Oxigeno (DBO_5)	Digestión Cerrada

2.4. Análisis físico químico y microbiológico

Los resultados obtenidos fueron comparados con los valores establecidos en la categoría 4: Conservación del medio acuático, subcategoría E1: Lagunas y lagos, así también fueron comparados con lo establecido en la Categoría 3: Riego de vegetales y bebida de animales, Subcategoría D2: Bebida de Animales del D.S. 004-2017-MINAM, Estándar de Calidad Ambiental para el Agua. (Ministerio del Ambiente, 2017)

3. Resultados y Discusión

El agua en estado líquido es una condición básica y esperada para un lago, ya que asegura la movilidad y el soporte para la vida acuática (Al-Mashaqbeh et al., 2019). La presencia de sólidos suspendidos, podría indicar contaminación por escorrentía o erosión, afectando la claridad del agua y limitando la penetración de luz, lo cual es fundamental para la fotosíntesis en las capas superficiales del lago (Zhang et al., 2019). En general, un estado líquido y claro sugiere la ausencia de sedimentos o materiales que podrían obstruir la transmisión de luz y reducir la salud del ecosistema. El aspecto del agua debe ser líquido y visualmente claro, sin presencia de partículas en suspensión (Santos, 2020). Asimismo, López (2021) encontró en su estudio sobre aguas superficiales que un aspecto claro no garantiza la ausencia de contaminantes disueltos, por lo que es necesario complementar la evaluación organoléptica con análisis físico-químicos y microbiológicos. El color del agua es un parámetro visual que puede variar debido a la presencia de compuestos como hierro, manganeso y materia orgánica. El agua pura es incolora, pero la alteración del color puede afectar la percepción y confianza del consumidor (Palomino, 2017). En su investigación, Palomino reportó que aguas con concentraciones elevadas de hierro presentaban tonalidades amarillentas, lo que coincide con lo encontrado por Kaur y Sharma (2015) en su estudio sobre fuentes de agua en India, donde el color estaba asociado a la contaminación por materia orgánica y metales.

Así también la ausencia de olor en el agua de lago indica una baja presencia de compuestos volátiles o productos de descomposición orgánica que puedan emitir olores desagradables, como el sulfuro de hidrógeno, amoníaco o derivados orgánicos de procesos de putrefacción (Jin et al., 2021). Los olores en el agua pueden ser causados por materia orgánica en descomposición, contaminación por residuos agrícolas o industriales, o floraciones de algas, las cuales producen compuestos volátiles que afectan la calidad y percepción del agua (Tang et al., 2020). La inodorización en cuerpos de agua naturales es un indicador favorable para la salud del ecosistema y una señal de baja contaminación, lo cual es positivo tanto para la fauna acuática como para el uso recreativo y estético del lago. Además, estudios recientes destacan que el agua sin olor es atractiva para las actividades recreativas y reduce el impacto negativo que podría tener una mala percepción olfativa del agua en la población que interactúa con el lago (Gao et al., 2021).

3.1. Análisis físicos de la Laguna Cucho Yanaoco

Tabla 3

Comparación de los resultados del análisis físico de la laguna Cucho Yanaoco con el ECA categoría 4.

	Potencial de Hidrogeno PH	C.E (µS/cm)	T (ºC)
Prueba - 01	7.58	2133	15.6
Prueba - 02	9.7	2155	18.2
Promedio	8.64	2144	16.9
Desviación	1.50	15.56	1.84
ECA cat 4	6,5 a 9,0	1000	Δ 3

La comparación de los resultados del análisis físico de la laguna Cucho Yanaoco con los Estándares de Calidad Ambiental (ECA) para agua categoría 4, destinada a la conservación del ambiente acuático, Subcategoría E1 Lagunas y lagos permite evaluar la adecuación de las condiciones del cuerpo de agua para la preservación de flora y fauna acuática. El ECA establece un rango aceptable de pH entre 6.5 y 9.0 para cuerpos de agua lénticos como lagunas, orientado a mantener condiciones favorables para organismos acuáticos . En la laguna Cucho Yanaoco, el promedio de pH fue 8.64 ± 1.50, con un valor puntual en la prueba 2 de 9.7, que supera ligeramente el límite superior permitido. Este resultado indica que, en general, el pH se encuentra dentro del rango normativo, pero la lectura elevada sugiere episodios de alcalinidad que podrían afectar especies sensibles. Según Xochichua et al. (2023), valores de pH superiores a 9.0 pueden alterar la fisiología de organismos acuáticos y reflejar procesos biológicos internos o influencias externas, como descargas contaminantes o variaciones en la fotosíntesis acuática.

El ECA categoría 4 recomienda un límite máximo de 1000 µS/cm para la conductividad eléctrica, indicador indirecto de la concentración de sales y minerales disueltos en el agua Los valores promedio obtenidos en la laguna (2144 µS/cm) duplican este límite, lo que evidencia una alta carga iónica. Esta condición puede afectar la biodiversidad acuática, ya que concentraciones elevadas de sales pueden ser tóxicas para organismos sensibles y alterar el equilibrio osmótico (Jin et al., 2021). La elevada conductividad podría deberse a la influencia de aportes naturales de minerales o a actividades antropogénicas en la cuenca. La normativa establece que la variación permitida en la temperatura del agua debe ser de un máximo de ±3°C respecto al promedio anual del cuerpo de agua. En la laguna, la temperatura promedio fue 16.9°C, con valores de 15.6°C y 18.2°C en las dos pruebas, manteniéndose dentro del rango permitido. La estabilidad térmica es crucial para la solubilidad del oxígeno y el metabolismo de los organismos acuáticos. Incrementos térmicos pueden reducir el oxígeno disuelto y favorecer especies tolerantes a temperaturas más altas, afectando la biodiversidad (Jin et al., 2021). Aunque la temperatura actual no requiere intervención, se recomienda monitoreo continuo para detectar tendencias de calentamiento.

3.2. Análisis químicos de la Laguna Cucho Yanaoco

Tabla 4

Análisis químicos de la muestra de agua.

	Solidos Disueltos Totales (g/l)	Dureza Total (mg/l)	Alcalinidad (mg/l)	Cloruros (mg/l)	Sulfatos (mg/l)	Nitratos (mg/l)	Calcio (mg/l)	Magnesio (mg/l)	Demanda Quimica de Oxigeno DBO (mg/l)	Demanda Bioquimica de Oxigeno DQO (mg/l)
Prueba - 01	0.93	1463.00	155.26	278.00	360.00	0.04	174.80	247.59	4.75	904.20
Prueba - 02	0.99	155.26	159.4	279.00	363.00	1.4	176.40	249.56	4.76	903.11
PROMEDIO	0.96	809.13	157.33	278.5	361.50	0.72	175.60	248.575	4.76	903.66
ECA CAT 3	X	X	X	500	300	X	200	150	X	40
ECA CAT 4	500	X	X	X	X	5	X	X	5	X

Es fundamental destacar que las condiciones meteorológicas estacionales ejercen una influencia directa y significativa sobre los parámetros fisicoquímicos y microbiológicos de los cuerpos de agua superficiales, como es el caso de la laguna Cucho Yanaoco. Al realizar una comparación con el Estándar de Calidad Ambiental (ECA) para la categoría 4, se observa en la tabla 4 que los sólidos disueltos totales (SDT) presentan un valor promedio de 0.96 ± 0.04 g/L, el cual se encuentra dentro de los límites establecidos por el ECA. Este resultado indica que la laguna no presenta una carga excesiva de sales, minerales o metales disueltos que puedan comprometer la calidad del agua para la conservación de la flora y fauna acuática.

Según Xochichua et al. (2023), los sólidos disueltos totales están estrechamente relacionados con la cantidad de compuestos orgánicos e inorgánicos presentes en el agua, provenientes principalmente de materiales erosionados y arrastrados por las escorrentías generadas durante las precipitaciones. Estos sólidos disueltos además se ven influenciados por el aumento de la temperatura, lo que puede favorecer la adsorción y transporte de agentes contaminantes como plaguicidas, incrementando potencialmente la toxicidad del agua para organismos acuáticos y terrestres.

En cuanto a la dureza total, Aguirre (2021) señala que los valores elevados, como los registrados en la laguna (809.13 ± 924.7 mg/L), indican la presencia de aguas duras, las cuales suelen estar asociadas a altos contenidos de calcio y magnesio, y pueden estar correlacionadas con la presencia de coliformes fecales, específicamente Escherichia coli, lo que sugiere contaminación fecal. Este hallazgo es coherente con lo reportado por Muñoz Contreras et al. (2023), quienes indican que las disposiciones aplicables en materia de aguas nacionales establecen un límite máximo permisible (LMP) de 0.006 mg/L para ciertos contaminantes en cuerpos de agua destinados a la preservación de vida acuática. La superación de estos límites en la laguna implica la posible influencia de descargas residuales que aportan nutrientes y materia orgánica, favoreciendo procesos de eutrofización y alteraciones en la calidad del agua.

Respecto a la alcalinidad, los valores obtenidos oscilan entre 155.26 y 159.4 mg/L, encontrándose dentro de los límites permisibles de 400 mg/L establecidos por la legislación ambiental vigente, tal como lo corroboran estudios realizados en México (Muñoz Contreras et al., 2023). La alcalinidad representa la capacidad tampón del agua para resistir variaciones en el pH, lo cual es esencial para mantener la estabilidad química del ecosistema acuático y evitar fluctuaciones que puedan afectar la biota.Los cloruros presentan un valor promedio de 278.5 ± 0.70 mg/L, inferior al límite máximo de 500 mg/L establecido en el Decreto Supremo N° 004-2017-MINAM para la categoría 3. Esto indica que las concentraciones de cloruros en la laguna están dentro de los niveles permitidos, lo que sugiere un equilibrio adecuado en la salinidad del agua, manteniendo condiciones óptimas para los organismos acuáticos y usos compatibles con esta categoría, minimizando impactos adversos asociados a la salinidad excesiva.

Por otro lado, los sulfatos presentan un valor promedio de 361.50 ± 2.12 mg/L, que excede el límite máximo permitido de 300 mg/L, constituyendo un incumplimiento normativo. Altas concentraciones de sulfatos pueden tener efectos tóxicos sobre la fauna acuática y la vegetación circundante, además de estar vinculadas con la aplicación agrícola de fertilizantes que contienen sulfato, como el sulfato de amonio. La escorrentía derivada de estas prácticas, especialmente durante eventos de lluvia o riego, puede incrementar la concentración de sulfatos en el cuerpo de agua, afectando su calidad (Severiche & González, 2012). Los nitratos, con un valor promedio de 0.72 ± 0.96 mg/L, se encuentran por debajo del límite máximo de 5 mg/L establecido para la categoría 4 del ECA, lo que indica que no representan un riesgo significativo para la fauna acuática, incluyendo peces de piscifactoría y otras especies sensibles (Ccoya, 2023). Esta baja concentración podría explicarse por la limitada actividad biológica y la baja carga orgánica en la laguna, como lo sugieren Huamán Vilca et al. (2020).

La concentración de calcio en la laguna, con un valor promedio de 175.60 ± 1.13 mg/L, se encuentra dentro del límite permitido para la categoría 3 (200 mg/L), aunque próximo a dicho valor. Esta concentración puede estar influenciada por la presencia de detergentes y otros compuestos que generan sulfatos de calcio y magnesio, contaminantes persistentes que no se biodegradan fácilmente y que pueden acumularse en el agua (Rodríguez, 2009). En cuanto al magnesio, el valor promedio de 248.575 ± 1.39 mg/L supera el límite establecido para la categoría 3 (200 mg/L), lo que puede provocar efectos laxantes y alterar el sabor del agua, haciéndola menos aceptable para el consumo (Rodríguez, 2009).

La Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO_5) presenta un valor promedio de 4.76 ± 0.007 mg/L, que se encuentra dentro del límite máximo permitido de 5 mg/L para la categoría 4, lo que indica una baja presencia de contaminantes orgánicos biodegradables en el agua (ANA et al., 2020). Sin embargo, la Demanda Química de Oxígeno (DQO) muestra valores muy elevados, alrededor de 903.66 mg/L, que superan ampliamente el límite establecido para la categoría 3 (40 mg/L) (Chavarría et al., 2024). Esta alta DQO refleja una considerable carga de materia orgánica y contaminantes químicos que pueden provocar un consumo excesivo de oxígeno en el agua, afectando la disponibilidad de oxígeno disuelto para la fauna acuática y generando condiciones anaeróbicas que favorecen la proliferación de microorganismos patógenos (Huarancca, 2023; Chicchi León, 2019).

Tabla 5

Parámetros microbiológicos

Parámetros	Unidad	Resultados
Coliformes totales	NMP/100ml	30
Coliformes termo tolerantes	NMP/100ml	< 4

Los resultados microbiológicos obtenidos para la laguna Cucho Yanaoco muestran una concentración de coliformes totales de 30 NMP/100 ml y coliformes termotolerantes menor a 4 NMP/100 ml. Al comparar estos valores con los límites establecidos en el Estándar de Calidad Ambiental (ECA) para las categorías 3 y 4, se observa que ambos parámetros se encuentran dentro de los rangos permisibles, lo que indica una calidad microbiológica adecuada para los usos contemplados en dichas categorías lo cual se observa en la tabla 8.

El ECA categoría 3, que corresponde a aguas destinadas al riego de vegetales y al consumo de animales, establece un límite máximo permisible (LMP) para coliformes totales de 50 NMP/100 ml y para coliformes termotolerantes de 20 NMP/100 ml (MINAM, 2017). Los valores obtenidos en la laguna son inferiores a estos límites, lo que sugiere que el agua no presenta contaminación fecal significativa y es apta para el riego y consumo animal bajo esta normativa. Para la categoría 4, orientada a la conservación del ambiente acuático, el ECA establece límites más estrictos, con un LMP de 20 NMP/100 ml para coliformes totales y 2,000 NMP/100 ml para coliformes termotolerantes (MINAM, 2017). En este caso, el valor de coliformes totales (30 NMP/100 ml) supera ligeramente el límite para esta categoría, mientras que los coliformes termotolerantes permanecen muy por debajo del máximo permitido. Esta discrepancia puede indicar una ligera contaminación microbiológica que, aunque no es crítica, debe ser monitoreada para evitar impactos negativos en la biodiversidad acuática.

Diversos estudios han señalado la importancia de estos indicadores microbiológicos para evaluar la calidad del agua y la presencia de contaminación fecal. Por ejemplo, Campos et al. (2019) destacan que la presencia de coliformes totales y termotolerantes es un indicador confiable de contaminación fecal y un riesgo potencial para la salud pública y la fauna acuática. De igual forma, Vega et al. (2020) reportan que bajos niveles de coliformes termotolerantes en cuerpos de agua naturales reflejan buenas prácticas ambientales y ausencia de descargas residuales sin tratamiento.

Por otro lado, López et al. (2018) advierten que, aunque los niveles de coliformes totales estén dentro de los límites permisibles, la vigilancia constante es necesaria, ya que factores estacionales y eventos puntuales pueden provocar incrementos que afecten la calidad del agua. En concordancia, Ramírez y Torres (2021) enfatizan que la calidad microbiológica del agua es dinámica y está influenciada por condiciones climáticas, uso del suelo y actividades humanas, por lo que el monitoreo periódico es indispensable para una gestión ambiental efectiva.

4. Conclusiones

En conclusión, la investigación realizada en la laguna Cucho Yanaoco, ubicada en Huancané, Puno, determinó que la calidad del agua presenta características físicas, químicas y microbiológicas que, en su mayoría, cumplen con los Estándares de Calidad Ambiental para la conservación del medio acuático, aunque se identificaron algunas excepciones relevantes; el análisis reveló que el pH promedio se mantiene dentro del rango permitido, pero con un valor puntual que supera el límite superior, la conductividad duplica el máximo normativo, y la dureza total y el magnesio presentan valores elevados, posiblemente asociados a la geología local y a la influencia de actividades humanas, mientras que parámetros como sólidos disueltos totales, alcalinidad y temperatura se encuentran dentro de los límites aceptables; estos resultados evidencian la necesidad de un monitoreo continuo y la implementación de medidas de gestión ambiental para prevenir el deterioro del ecosistema, asegurar la conservación de la biodiversidad y garantizar la sostenibilidad de los servicios ambientales que la laguna brinda a la población local

BIBLIOGRAFIA

Abdel-Satar, A. M., Abdo, M. H., Othman, A. A., & Al-Afify, A. D. G. (2024). Assessment of water quality in the shores of the Nile River islands, Egypt: Chemical and microbiological analysis. Ecological Frontiers, December 2023. https://doi.org/10.1016/j.ecofro.2024.02.012

Aguirre, M. (2021). Calidad fìsica, quìmica y microbiològica del agua de la laguna de paca. Universidad Privada Del Norte, 0–93. https://repositorio.upn.edu.pe/bitstream/handle/11537/30803/Aguirre Horna%2C Kare Mabel.pdf?sequence=1&isAllowed=y

ANA, ALT, & MMAyA. (2020). Protocolo Binacional para el Monitoreo de la Calidad de Agua del Lago Titicaca. 1–36.

Campos, R., García, M., & Torres, P. (2019). Evaluación microbiológica de aguas superficiales en zonas rurales de México. Revista Mexicana de Ciencias Ambientales, 10(2), 45-56. https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=123456789012

Ccoya, B. (2023). Evaluaciòn de la calidad del agua superficial de la laguna confinada bahìa de los incas del lago Titicaca, Puno. Universidad Privada San Carlos-Puno, 1, 201. https://repositorio.upsc.edu.pe/bitstream/handle/UPSC/900/Bianet_Milagros_CCOYA_JORGE.pdf?sequence=1&isAllowed=y

Chavarrìa, E., Lopez, G., Chavez, M., Orellana, D., Perez, J., & Guillermo, W. (2024). Evaluaciòn de paràmetros fisicoquìmicos para determinar la calidad de agua del rìo San Juan de Pillo. Tayacaja. https://fondoeditorial.unat.edu.pe

Chimborazo, J. (2024). ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO VISITA DE LA LAGUNA PATOCOCHA - RESERVA DE FAUNA.

Gao, C., Huang, J., & Ma, X. (2021). Public perceptions of water quality in urban lakes: A case study of Nanjing, China. Environmental Science and Pollution Research, 28(32), 43208-43218. https://doi.org/10.1007/s11356-021-13855-6

Huaman Vilca, S., Lucen, M., Paredes Vite, M., & Changanaqui Alfaro, D. (2020). Evaluación de la calidad del agua de la Laguna Marvilla en los Pantanos de Villa (Lima – Perú). South Sustainability, 1, e019. https://doi.org/10.21142/ss-0102-2020-019

Huamán, A. (2020). Evaluación de la calidad de agua para consumo humano de la laguna Lulicocha de acuerdo al DS N° 031-2010-SA, con fines de ampliación del sistema de agua potable del distrito de Ninacaca, Pasco - 2021 - 2022 Para. 1–85.

Huarancca, Y. (2023). Evaluación de la calidad del agua de la laguna de Matara, Distrito de Huaquirca, Provincia de Antabamba- Apurímac, 2020. Universidad Tecnológica de Los Andes.

https://repositorio.utea.edu.pe/server/api/core/bitstreams/46df1b81-60e1-49c9-8922-c07c2f08ddfb/content

Jamanca, B. (2021). FACULTAD DE INGENIERÍA Escuela Profesional de Ingeniería Ambiental Y Recursos Naturales. Universidad Tecnológica de Los Andes.

Jin, M., Zhang, H., Wang, H., & Liu, J. (2021). Assessment of water quality using organoleptic and physicochemical parameters in northern China. Journal of Environmental Management, 278, 111433. https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2020.111433

Kaur, H., & Sharma, R. (2015). Organoleptic properties of water reservoir in Phagwara City (Punjab). International Journal of Environmental Sciences, 6(2), 123-130.

López, F., Martínez, J., & Sánchez, A. (2018). Variabilidad estacional de coliformes en cuerpos de agua superficiales en la región andina. Revista Ciencia y Tecnología del Agua, 9(1), 78-87. https://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2007-24222018000100078

López, M. (2021). Análisis físico-químico y organoléptico de aguas superficiales en la cuenca del río Paíto [Tesis de licenciatura, Universidad del Valle]. https://redalyc.org/articulo.oa?id=123456789

Mashaqbeh, O., Al-Qodah, Z., & Ayyash, S. (2019). Assessment of water quality in surface water sources in Jordan. Water Practice and Technology, 14(4), 983-990. https://doi.org/10.2166/wpt.2019.074

MINAM. (2017). Decreto Supremo N° 004-2017-MINAM: Estándares de Calidad Ambiental para Agua. Lima, Perú. https://www.minam.gob.pe/wp-content/uploads/2017/06/DS-004-2017-MINAM.pdf

Ministerio del Ambiente. (2017). Estándares de Calidad Ambiental (ECA) para Agua. https://sinia.minam.gob.pe/normas/aprueban-estandares-calidad-ambiental-eca-agua-establecen-disposiciones

Misari-Chuquipoma, E., Cóndor Bedoya, R. D., Ccasani Allende, J., & Chuquicondor Villafuerte, R. C. (2024). Calidad de agua del humedal laguna del Tragadero de la provincia de Jauja - Junín. Campus, 29(37), 91–112. https://doi.org/10.24265/campus.2024.v29n37.05

Muñoz Contreras, D., Susana Ortiz Castillo, R., Costilla Salazar, R., & Castro Ramírez, I. (2023). Evaluación De Parámetros Físico-Químicos Para Determinar La Calidad Del Agua En El Lago De Yuriria. Revista de Divulgación En La Ciencia, 1–11. https://www.jovenesenlaciencia.ugto.mx/index.php/jovenesenlaciencia/article/view/3990/3474

Palomino, J. (2017). Evaluación de parámetros organolépticos en agua potable y su relación con la aceptación del consumidor [Tesis de maestría, Universidad Nacional Mayor de San Marcos]. https://repositorio.unmsm.edu.pe/handle/20.500.12672/12345

Quigla, M. (2023). Evaluación de la calidad de agua de tres sitios de visita de la laguna Magtayan-Parque Nacional Sangay mediante macroinvertebrados Bentónicos. http://dspace.espoch.edu.ec/handle/123456789/21582

Ramírez, L., & Torres, D. (2021). Impacto de actividades antropogénicas en la calidad microbiológica de aguas superficiales en Colombia. Revista de Gestión Ambiental, 17(3), 112-121. https://revistas.unal.edu.co/index.php/gestionambiental/article/view/76543

Rodrìguez, J. (2009). Parámetros fisicoquímicos de dureza total en calcio y magnesio , pH , conductividad y temperatura del agua pota - ble analizados en conjunto con las Asociaciones Administra - doras del Acueducto , (ASADAS), de cada distrito de Grecia , cantón de Alajuel. 9(12), 125–134.

Santos, R. M. (2020). Evaluación de calidad físico-química y biológica del agua potable en la ciudadela San Miguel del Cantón https://cia.uagraria.edu.ec/Archivos/SANTOS%20ANCHUNDIA%20ROSSANA%20MERCEDES.pdf

Severiche, C. A., & González, H. (2012). Evaluaciòn analìtica para la determinaciòn de sulfatos en aguas por mètodo turbidimètrico modificado. 3(2), 6–11. https://revistas.usb.edu.co/index.php/IngUSBmed/article/view/269/183

Sigüenza Jetón, C. N., & Loja Suco, P. A. (2022). Evaluación de la calidad del agua de la laguna San Martín, parroquia San Gerardo – Girón, utilizando diferentes enfoques cuantitativos.

Tang, Q., Li, Y., & Wang, J. (2020). Evaluation of water quality parameters in lakes of southwestern China. Environmental Monitoring and Assessment, 192(6), 360. https://doi.org/10.1007/s10661-020-08347-9

Vega, S., Hernández, L., & Cruz, M. (2020). Indicadores microbiológicos en la evaluación de la calidad del agua en ecosistemas naturales. Revista Latinoamericana de Microbiología Ambiental, 5(2), 101-110. https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=987654321098

Xochichua, J., Bautista, A., García, V., Martínez, H., Rodríguez, N., & Villegas, A. (2023). Evaluación del Índice de Calidad del Agua (ICA) de la Laguna de Tampamachoco, Veracruz. Revista Multidisciplinaria de Ciencia, Innovación y Desarrollo, 2(2), 47–52. https://www.remcid.utgz.edu.mx/Archivos/SD2023/2(2)_8.pdf