



Calidad del agua en el río Puyo y sus afluentes a partir de evidencias científicas y retos en Pastaza Ecuador

Water Quality in the Puyo River and Its Tributaries Based on Scientific Evidence and Challenges in Pastaza, Ecuador

Álvaro Luis José Reyes Córdova 

Universidad Estatal Amazónica, Ecuador

al.reyesc@uea.edu.ec

Resumen

Se realizó una revisión bibliográfica de investigaciones sobre la calidad del agua en el río Puyo y sus afluentes, recopilando estudios de bases científicas y repositorios institucionales que reportan parámetros fisicoquímicos, microbiológicos y de metales pesados. Los resultados indican que las principales fuentes de contaminación son las descargas de aguas residuales, la presencia de coliformes fecales y la acumulación de metales pesados como plomo y mercurio, asociados a actividades urbanas, agrícolas y mineras. La percepción comunitaria coincide con los hallazgos técnicos, pues la mayoría de la población considera el agua de mala calidad y la relaciona con problemas de salud. En los últimos veinte años se evidencia un deterioro progresivo en los parámetros de calidad del agua, con incrementos en turbidez y microorganismos patógenos, pese a algunos esfuerzos aislados de recuperación. Se concluye que la falta de atención del municipio y la prefectura, junto con la ausencia de monitoreo continuo, agrava la crisis hídrica, demandando un enfoque integral de gestión y gobernanza participativa.

Palabras clave: Río Puyo; calidad del agua; contaminación; Pastaza; Amazonía ecuatoriana.

Recibido: 10-08-2025

Aceptado: 03-09-2025

Publicado: 10-09-2025



Abstract

A literature review was carried out on water quality in the Puyo River and its tributaries, gathering studies from scientific databases and institutional repositories reporting physicochemical, microbiological, and heavy metal parameters. Results show that the main pollution sources are wastewater discharges, fecal coliforms, and heavy metals such as lead and mercury, linked to urban, agricultural, and mining activities. Community perception matches technical findings, as most residents consider the water to be of poor quality and associate it with health problems. Over the past twenty years, there has been progressive deterioration in water quality indicators, including increased turbidity and pathogenic microorganisms, despite isolated recovery efforts. It is concluded that the lack of attention from municipal and provincial authorities, together with the absence of continuous monitoring, exacerbates the water crisis, requiring an integrated management approach with participatory governance to ensure the sustainability of the Puyo River.

Key Words: Puyo River; water quality; pollution; Pastaza; Ecuadorian Amazon.

Introducción

Los ríos amazónicos del Ecuador, y en particular los que atraviesan la provincia de Pastaza, enfrentan serios problemas de contaminación hídrica derivados de actividades antrópicas como la deforestación, la agricultura intensiva y la inadecuada gestión de residuos. Estas presiones no solo comprometen la calidad del agua, sino que también representan riesgos significativos para la salud de las comunidades locales que dependen de estos recursos para su subsistencia.

Figura 1

Personas bañándose en el río Puyo



Fuente: captura tomada de un medio informativo local (EcoAmazonico)

En la ciudad de Puyo, capital de la provincia, se ha evidenciado un incremento alarmante de la percepción de deterioro en la calidad del agua. Galarraga-Macancela et al. (2024) reportan que el 75 % de los encuestados percibe un aumento en la contaminación del río Puyo y que un 60 % lo califica como “malo”. Esta situación se refleja en la salud de la población, pues el 65 % de los entrevistados manifiesta experimentar problemas que consideran vinculados a la contaminación hídrica, lo que evidencia la brecha entre el marco normativo que protege los derechos de la naturaleza y la realidad cotidiana en la región (Galarraga-Macancela et al., 2024).

Las descargas de aguas residuales no tratadas constituyen uno de los principales factores de deterioro de los ecosistemas acuáticos amazónicos. Freire et al. (2020) señalan que las altas concentraciones de materia orgánica e inorgánica derivadas de estas descargas amenazan tanto la biodiversidad como la salud pública, al estar relacionadas con enfermedades gastrointestinales y otros problemas en la población. A ello se suman las prácticas agropecuarias intensivas que, mediante el uso indiscriminado de agroquímicos y un manejo inadecuado de desechos, incrementan la presencia de contaminantes en los cuerpos de agua (Freire et al., 2020; Huamán et al., 2022).

La degradación de las riberas, producto de la expansión agrícola y urbana, también influye en la calidad del agua. Escalona-Domenech et al. (2022) destacan que esta alteración facilita la entrada de nutrientes y contaminantes, comprometiendo tanto la



biodiversidad acuática como la seguridad alimentaria y el bienestar de las comunidades locales. En paralelo, el río Puyo continúa siendo una fuente estratégica para la provisión de agua, el riego agrícola y la pesca en comunidades rurales y urbanas (Velázquez et al., 2023; Sucoshañay-Villalba et al., 2021).

En este contexto, el río Puyo no solo cumple un papel funcional como recurso hídrico, sino que también constituye un eje económico y cultural. Su degradación representa una amenaza para las prácticas tradicionales, la producción agrícola y las actividades turísticas de la región, lo que convierte su estudio en una prioridad. Por ello, este trabajo se desarrolló mediante una revisión bibliográfica de las investigaciones existentes, con el fin de integrar las evidencias científicas disponibles y analizar los retos que enfrenta la provincia de Pastaza en materia de calidad del agua.

Metodología

La presente investigación se basó en una revisión bibliográfica de estudios sobre calidad del agua en ríos amazónicos del Ecuador, con énfasis en la provincia de Pastaza. Para ello, se consultaron bases de datos científicas como Scopus, Web of Science, SciELO y Redalyc, además de repositorios institucionales y literatura técnica nacional. La búsqueda se realizó utilizando combinaciones de palabras clave como “calidad del agua”, “río Puyo”, “contaminación hídrica”, “Amazonía ecuatoriana” y “metales pesados en agua”, abarcando publicaciones entre los años 2000 y 2025.

Los criterios de inclusión consideraron investigaciones que reportaran datos analíticos sobre parámetros fisicoquímicos, microbiológicos y de metales pesados, así como artículos que aplicaran metodologías de evaluación estandarizadas (por ejemplo, el Índice de Calidad del Agua – ICA). Se excluyeron aquellos documentos que no presentaban información cuantitativa o que no estaban vinculados al contexto amazónico.

A partir de la selección de fuentes, se sistematizaron los enfoques metodológicos más frecuentes en la literatura. En el ámbito fisicoquímico, los parámetros comúnmente evaluados incluyen pH, turbidez, oxígeno disuelto, sólidos totales disueltos y demanda biológica de oxígeno (DBO), integrados en varios casos a través del ICA, como se reporta en estudios aplicados a ríos ecuatorianos (Peñaranda et al., 2023). Asimismo, se



identificó un uso limitado de análisis multivariados en el contexto amazónico, lo que refleja un vacío metodológico (Rodríguez y López, 2014).

En el componente microbiológico, predominan los análisis de coliformes fecales y totales como indicadores de contaminación de origen fecal y de riesgo sanitario, relevantes para el consumo humano y la actividad agropecuaria (Contero & Cachipundo, 2021). Finalmente, los estudios sobre metales pesados se centran en elementos como plomo, mercurio y arsénico, cuya presencia representa una amenaza tanto para la biodiversidad acuática como para la salud de las comunidades amazónicas (Rodríguez, 2021).

De este modo, la revisión permitió integrar y comparar los diferentes enfoques metodológicos reportados en la literatura, resaltando tanto los avances como las limitaciones en la evaluación de la calidad del agua en ríos amazónicos del Ecuador.

Resultados del análisis

Los estudios revisados señalan que los principales contaminantes presentes en el río Puyo y sus afluentes corresponden a aguas residuales, metales pesados y contaminantes microbiológicos. La ausencia de un sistema eficiente de alcantarillado ha generado que se descarguen aguas servidas directamente en el cauce, lo que incrementa la presencia de microorganismos patógenos y compromete la salud de las comunidades locales (Velázquez et al., 2023).

En cuanto a la contaminación microbiológica, destacan los elevados niveles de coliformes fecales, que evidencian contaminación de origen fecal y la necesidad de potabilización para reducir riesgos de enfermedades transmitidas por el agua. Esto se ejemplifica en la Tabla 1 y Figura 1, donde se presentan parámetros de referencia obtenidos en estudios de aguas de consumo, mostrando que las fuentes no controladas superan ampliamente los límites recomendados (Contero & Cachipundo, 2021).



Tabla 1.

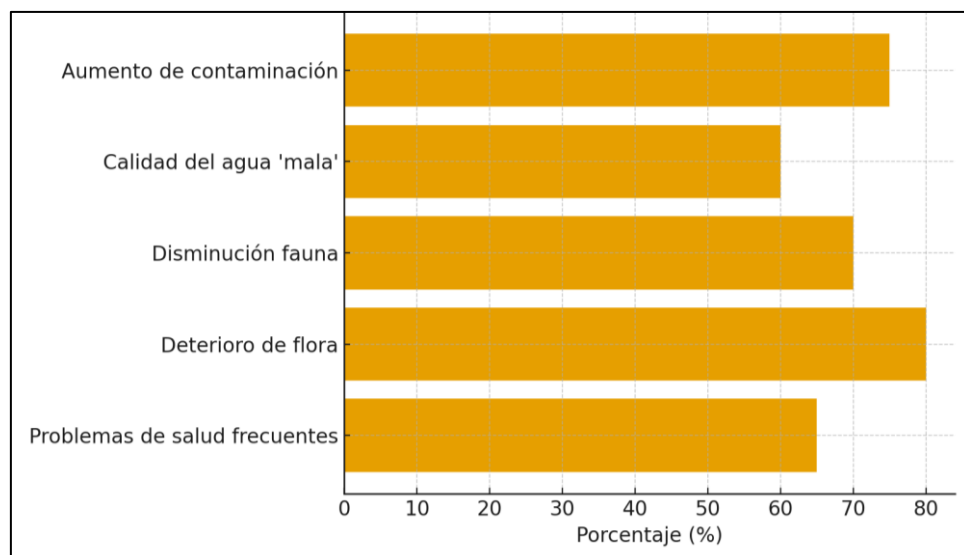
Percepción comunitaria sobre contaminación en el río Puyo

Variable	Porcentaje (%)
Aumento de contaminación	75
Calidad del agua 'mala'	60
Disminución fauna	70
Deterioro de flora	80
Problemas de salud frecuentes	65

La tabla muestra cómo la mayoría de los habitantes perciben un deterioro significativo en el río Puyo, destacando el aumento de la contaminación y los problemas de salud vinculados.

Figura 2.

Percepción comunitaria sobre el río Puyo.



Fuente: Galarraga-Macancela et al., (2024).

La literatura muestra una tendencia general de deterioro progresivo de la calidad del agua en ríos amazónicos de Ecuador. Las descargas de aguas residuales no tratadas



siguen siendo uno de los problemas más críticos, con efectos directos en el incremento de coliformes fecales y patógenos (Contero & Cachipundo, 2021). En paralelo, se observa un aumento en la contaminación por metales pesados como mercurio, plomo y arsénico, estrechamente ligada a la expansión de la minería y la actividad industrial (González et al., 2021).

En la Tabla 2 y Figura 2 se resumen los valores normativos internacionales (RD 140/03 y EPA) para metales pesados en agua de consumo. Estos límites permiten visualizar el riesgo que representan las actividades extractivas en la cuenca del Puyo, dado que estudios como el de Guerrero et al. (2020) ya reportan presencia de plomo y mercurio en este río.

Tabla 2.

Parámetros microbiológicos de referencia en aguas

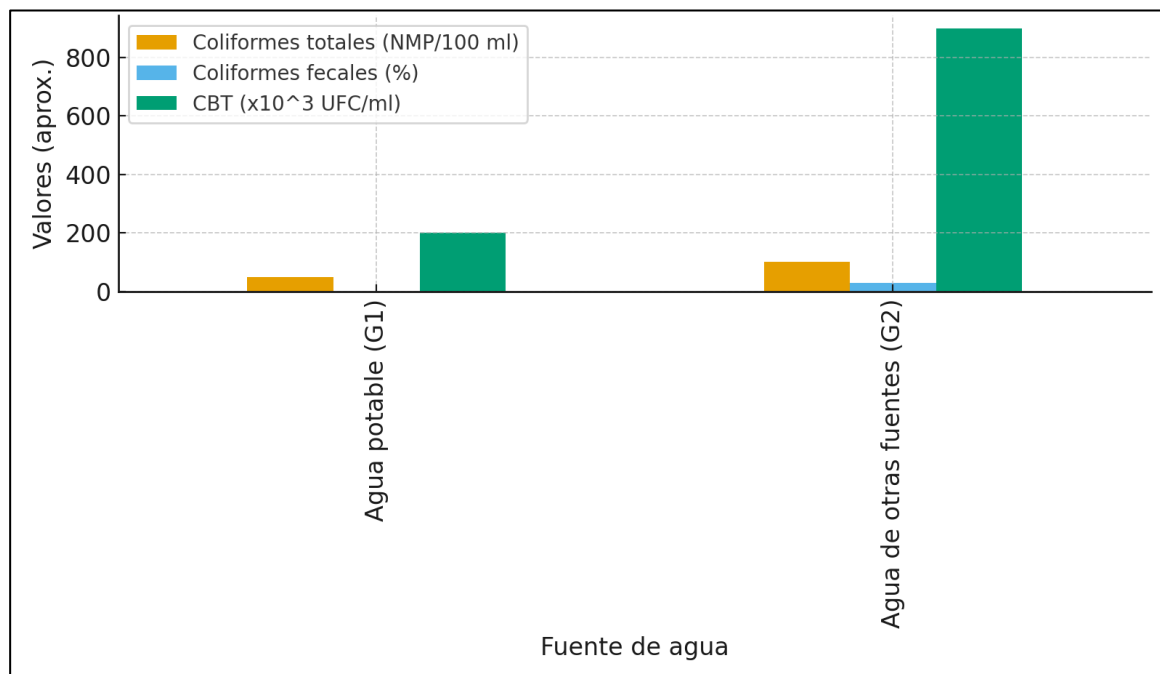
Fuente de agua	Coliformes totales (NMP/100 ml)	Coliformes fecales (%)	CBT ($\times 10^3$ UFC/ml)
Agua potable (G1)	50	0	200
Agua de otras fuentes (G2)	100	29	900

Los parámetros microbiológicos evidencian diferencias significativas entre agua potable y fuentes no controladas, resaltando la presencia de coliformes y altos valores de carga bacteriana total.



Figura 3.

Parámetros microbiológicos de referencia



Fuente: Contero & Cachipundo, (2021).

La revisión evidencia que las actividades urbanas, agrícolas y mineras generan impactos diferenciados pero igualmente significativos en la calidad del agua. En el caso de la minería artesanal amazónica, se ha documentado una disminución severa de la calidad del agua y degradación de suelos, con riesgos directos para la agricultura y la salud comunitaria (Medina-Bueno et al., 2023).

La percepción de la población confirma este deterioro. Según Galarraga-Macancela et al. (2024), el 75 % de los habitantes percibe un aumento de la contaminación, el 60 % califica la calidad del agua como “mala” y el 65 % reporta problemas de salud vinculados al uso del río Puyo. Estos hallazgos se presentan en la Tabla 3 y Figura 3, donde se resumen los principales indicadores de percepción comunitaria.



Tabla 3.

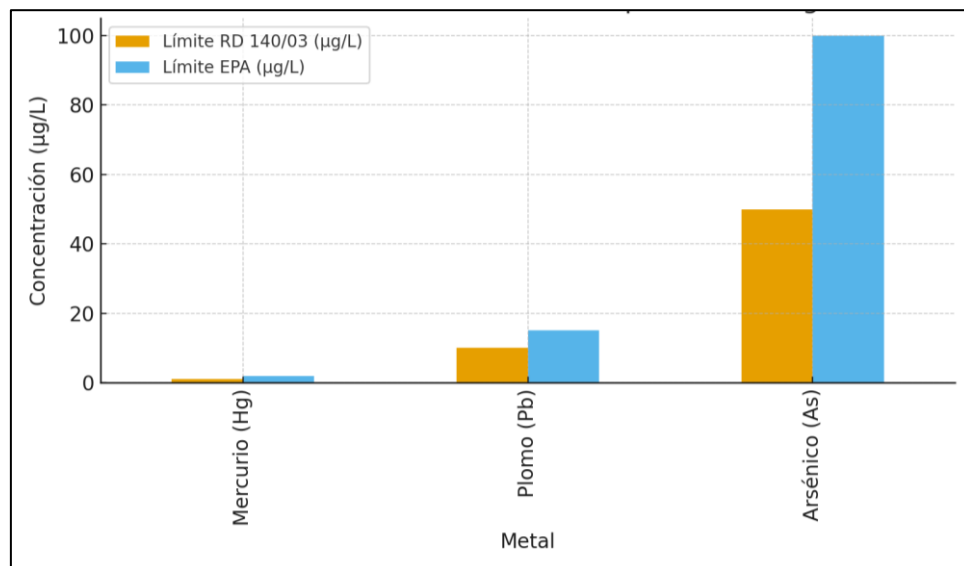
Límites normativos de metales pesados en agua de consumo

Metal	Límite RD 140/03 (µg/L)	Límite EPA (µg/L)
Mercurio (Hg)	1.0	2.0
Plomo (Pb)	10.0	15.0
Arsénico (As)	50.0	100.0

Los valores normativos internacionales muestran límites permisibles estrictos para metales pesados como mercurio, plomo y arsénico, los cuales se utilizan como referencia para evaluar el estado del río Puyo.

Figura 3.

Límites normativos de metales pesados.



Fuente: RD 140/03 y EPA

Discusión

Los resultados evidencian que el río Puyo enfrenta una problemática multifactorial en la que confluyen contaminación microbiológica, presencia de metales pesados y



descargas de aguas residuales urbanas. La alta percepción comunitaria de deterioro (Galarraga-Macancela et al., 2024) concuerda con los hallazgos analíticos que muestran incrementos en coliformes fecales y en la carga bacteriana total, lo que confirma que el deterioro no es solo una percepción subjetiva, sino una condición ambiental objetiva. Este vínculo entre la percepción social y la evidencia científica representa un punto clave para fortalecer las políticas públicas, ya que legitima las demandas locales de saneamiento y protección del recurso hídrico.

La presencia de coliformes fecales en niveles superiores a los recomendados (Contero & Cachipuendo, 2021) sugiere un riesgo directo de enfermedades hídricas, especialmente en zonas donde el agua se utiliza sin tratamiento previo. Este resultado es consistente con investigaciones en otras cuencas amazónicas, donde la deficiencia en infraestructura sanitaria se traduce en una contaminación crónica de los ríos. Sin embargo, en el caso del río Puyo, la falta de monitoreo sistemático limita la posibilidad de establecer tendencias precisas a largo plazo, lo cual constituye un vacío que debe ser cubierto mediante programas de vigilancia continua.

En cuanto a los metales pesados, aunque los datos disponibles son más limitados, la evidencia de la presencia de plomo y mercurio (Guerrero et al., 2020) representa una amenaza significativa dada su persistencia y capacidad de bioacumulación. Los valores normativos internacionales (RD 140/03 y EPA) muestran umbrales estrictos, y aunque aún no se cuenta con una serie temporal amplia de datos locales, es probable que la actividad minera artesanal y la expansión agrícola contribuyan a sobrepasar estos límites. Este hallazgo refuerza la necesidad de estudios que cuantifiquen de manera periódica los niveles de metales pesados en el río Puyo y su biota acuática, considerando su impacto en la seguridad alimentaria de las comunidades que consumen peces.

La comparación entre actividades urbanas, agrícolas y mineras permite concluir que no existe un único factor responsable del deterioro de la calidad del agua, sino una interacción acumulativa de múltiples presiones. La urbanización sin alcantarillado adecuado genera descargas de aguas residuales que afectan directamente al río (Velázquez et al., 2023). La agricultura intensiva, por su parte, favorece la erosión y el arrastre de nutrientes que conducen a procesos de eutrofización (Escalona-Domenech et al., 2022), mientras que la minería artesanal introduce contaminantes de alta toxicidad como el mercurio (Medina-Bueno et al., 2023). Esta convergencia de factores



explica por qué la población percibe el agua del río Puyo como de mala calidad, con impactos directos en la salud y la biodiversidad.

Finalmente, los esfuerzos de recuperación reportados, como la reforestación de riberas y proyectos de tratamiento de aguas residuales (Alvarado-García et al., 2020), muestran que existen alternativas viables para revertir la tendencia de deterioro. Sin embargo, la efectividad de estas medidas dependerá de su integración en un marco de gobernanza participativa que incorpore tanto el conocimiento científico como las percepciones y prácticas locales. La combinación de monitoreo técnico con el involucramiento comunitario representa una oportunidad para avanzar hacia una gestión sostenible del agua en Pastaza.

Conclusiones

El río Puyo evidencia un deterioro progresivo ocasionado por descargas de aguas residuales, expansión agrícola y actividades mineras, lo que ha comprometido su calidad microbiológica y favorecido la presencia de metales pesados. Estas condiciones representan riesgos directos para la salud de la población y afectan de manera creciente la biodiversidad.

La percepción comunitaria de contaminación coincide con los hallazgos técnicos, lo que refuerza la urgencia de intervención. Sin embargo, persiste una marcada falta de atención por parte del municipio y la prefectura de Pastaza, reflejada en la ausencia de infraestructura de saneamiento adecuada y en la débil implementación de políticas ambientales.

La carencia de programas de monitoreo continuo y de control efectivo limita la capacidad de respuesta institucional y dificulta la construcción de políticas basadas en evidencia. Superar esta situación requiere no solo inversión en obras de saneamiento y control de descargas, sino también voluntad política para asumir la gestión del agua como prioridad estratégica.



Un enfoque integral, que articule a autoridades, academia y comunidades, es indispensable para revertir la tendencia de deterioro y asegurar la sostenibilidad del río Puyo como recurso vital para Pastaza.

Agradecimientos

Se agradece a los autores de las investigaciones revisadas por sus valiosos aportes al conocimiento sobre la calidad del agua en la cuenca del río Puyo y en otros sistemas amazónicos. Sus trabajos constituyen la base fundamental de este análisis y permiten visibilizar una problemática ambiental de gran relevancia para la provincia de Pastaza.

Declaraciones

Conflicto de intereses: El autor declara que no existe ningún conflicto de intereses relacionado con este estudio.

Contribución del autor: El autor realizó la búsqueda bibliográfica, el análisis crítico de la literatura, la elaboración de tablas y gráficos, así como la redacción del manuscrito.

Disponibilidad de datos: Los datos analizados en este trabajo provienen exclusivamente de investigaciones previamente publicadas y citadas en el texto.

Financiamiento: Este trabajo no recibió financiamiento externo.

Aprobación ética: No aplica, al tratarse de una revisión bibliográfica sin involucramiento de sujetos humanos ni experimentación animal.

Uso de inteligencia artificial: Se utilizó inteligencia artificial como apoyo en la organización de información, generación de tablas y gráficos, y en la redacción preliminar de algunos apartados, bajo la supervisión y revisión crítica del autor.



Referencias

- Alvarado-García, V., Pérez-Gómez, G., & Gastezzi-Arias, P. (2020). Evaluación de la calidad del ecosistema urbano río Torres, San José Costa Rica. *Uned Research Journal*, 12(2), e3016. <https://doi.org/10.22458/urj.v12i2.3016>
- Contero, R., & Cachipundo, C. (2021). Calidad del agua y de la leche en sistemas de ordeño manual de la Sierra Norte del Ecuador. *Revista de Investigaciones Veterinarias del Perú*, 32(4), e20937. <https://doi.org/10.15381/rivep.v32i4.20937>
- Díaz, N., & Castro, J. (2023). Actividades económicas y calidad del agua del río Moche, Puente Constancia y Puente Concón. *UCV Hacer*, 11(4), 51-60. <https://doi.org/10.18050/revucvhacer.v11n4a5>
- Escalona-Domenech, R., Infante-Mata, D., García-Alfaro, J., Ramírez-Marcial, N., Ortiz-Arrona, C., & Macías, E. (2022). Evaluación de la calidad del agua y de la ribera en la cuenca del río Margaritas, Chiapas, México. *Revista Internacional de Contaminación Ambiental*, 38, 37-56. <https://doi.org/10.20937/rica.54092>
- Freire, R., Pino-Vallejo, M., Andrade, P., & Mejía, A. (2020). Evaluación de la calidad del agua del río Chambo en época de estiaje utilizando el índice de calidad del agua ICA-NSF. *Perfiles*, 1(23), 54-60. <https://doi.org/10.47187/perf.v1i23.248>
- Galarraga-Macancela, H., Ramos-Calles, K., Galeas-Inchilema, M., & Correa-Troya, S. (2024). Repercusiones, referente al irrespeto integral hacia la naturaleza Pachamama en Puyo – Pastaza – Ecuador. *VD*, 3(especial2), 98-105. <https://doi.org/10.62574/g5d2v703>
- González, J., Osorio-Ortega, M., Saquicela-Rojas, R., & Cadme, M. (2021). Determinación del índice de calidad del agua en ríos de Santo Domingo de los Tsáchilas, Ecuador. *Ingeniería del Agua*, 25(2), 115. <https://doi.org/10.4995/ia.2021.13921>
- Guerrero, S., Benítez, R., Villa, R., & Corredor, J. (2020). Contaminación del agua por metales pesados, métodos de análisis y tecnologías de remoción: una revisión. *Entre Ciencia e Ingeniería*, 14(27), 9-18. <https://doi.org/10.31908/19098367.1734>
- Huamán, W., Pastrana, P., Victoria, H., & Córdova, L. (2022). Aguas residuales en la calidad de agua del río. *Gnosiswisdom*, 2(3), 30-36. <https://doi.org/10.54556/gnosiswisdom.v2i3.43>
- Medina-Bueno, F., Simbaña-Tasiguano, M., Aguinaga-Barragán, A., & Salgado-Revelo, A. (2023). Análisis del impacto de la pequeña minería en una comunidad amazónica ecuatoriana, dentro del contexto geológico, ambiental y socioeconómico. *Boletín de Ciencias de la Tierra*, (54), 48-63. <https://doi.org/10.15446/rbct.109598>
- Mir, J., Pascual, M., Rufat, J., & Villar, P. (2015). El impacto del riego en la calidad del agua de drenaje en una nueva zona regable. *Ingeniería del Agua*, 19(4), 241. <https://doi.org/10.4995/ia.2015.4113>
- Ortega, D., Ortega, J., Moncayo, P., Delgado-Vargas, I., & Pompêo, M. (2018). Uso del suelo y su influencia en la presión y degradación de los recursos hídricos en cuencas hidrográficas. *Revista de Investigación Agraria y Ambiental*, 9(1), 41-57. <https://doi.org/10.22490/21456453.2089>
- Peñaranda, C., Carrasco, V., Alvarez, H., Celi, B., Pérez, C., & Acosta, A. (2023). Aplicación del índice de calidad del agua (ICA). Caso de estudio: río Jubones, Ecuador. *Ciencia Latina Revista Científica Multidisciplinar*, 7(4), 1264-1277. https://doi.org/10.37811/cl_rcm.v7i4.6953



- Rodríguez, M., & López, D. (2014). Estudio multivariante de la calidad del agua: aplicación al río Júcar en el período 1990-2013. *M+A Revista Electrónica de Medioambiente*, 15(1). https://doi.org/10.5209/rev_mare.2014.v15.n1.45568
- Rodríguez, R. (2021). Análisis de la calidad del agua en ríos de la cuenca Chancay - Lambayeque, Perú. *Revista Veritas et Scientia - UPT*, 10(2), 298-309. <https://doi.org/10.47796/ves.v10i2.568>
- Ronquillo, M., Solís, T., & Beltrán, G. (2017). Percepción de la población sobre los niveles de contaminación ambiental del río Milagro y grado de conocimiento preventivo social sobre el efecto de su carga contaminante. *Ciencia UNEMI*, 9(21), 125-134. <https://doi.org/10.29076/issn.2528-7737vol9iss21.2016pp125-134p>
- Sucoshañay-Villalba, D., Gutiérrez-Hernández, J., & García, A. (2021). Diagnóstico ambiental integrado de la cuenca del río Puyo, Ecuador. *Revista Geográfica Venezolana*, 62(2), 348-366. <https://doi.org/10.53766/rgv/2021.62.02.03>
- Velázquez, M., Silva, K., Quishpe, J., & Tipán, J. (2023). Consecuencias de la contaminación del río Puyo en los moradores. *Dilemas Contemporáneos: Educación, Política y Valores*. <https://doi.org/10.46377/dilemas.v11i1.3787>