

Análisis de Plomo, Cadmio y su relación con Macroinvertebrados en los ríos Cutuchi y Pumacunchi de la provincia de Cotopaxi en el año 2025.

Analysis of Lead, Cadmium and their relationship with Macroinvertebrates in the Cutuchi and Pumacunchi rivers in the province of Cotopaxi in the year 2025.

Jacho-Lugmaña, Alison Yadira ¹; Riofrío-Guevara, Marco Antonio ²; Toaza-Iza, Jimmy Xavier ³; Giler-Ormaza, Andy Miguel ⁴.

¹ Universidad Técnica de Cotopaxi; Ecuador, Latacunga; <https://orcid.org/0009-0004-5678-354X>; alison.jacho8918@utc.edu.ec

² Universidad Técnica de Cotopaxi; Ecuador, Latacunga; <https://orcid.org/0009-0002-8916-9656>; marco.riofrío2916@utc.edu.ec

³ Universidad Técnica de Cotopaxi; Ecuador, Latacunga; <https://orcid.org/0000-0002-5859-3385>; jimmy.toaza162@utc.edu.ec

⁴ Universidad Técnica de Cotopaxi; Ecuador, Latacunga; <https://orcid.org/0000-0002-6887-392X>; andy.giler0325@utc.edu.ec

¹ Autor Correspondencia

 <https://doi.org/10.63618/omd/isj/v3/n3/102>

Cita: Jacho-Lugmaña, A. Y., Riofrío-Guevara, M. A., Toaza-Iza, J. X., & Giler-Ormaza, A. M. (2025). Análisis de Plomo, Cadmio y su relación con Macroinvertebrados en los ríos Cutuchi y Pumacunchi de la provincia de Cotopaxi en el año 2025. *Innova Science Journal*, 3(3), 573-586. <https://doi.org/10.63618/omd/isj/v3/n3/102>

Recibido: 17/05/2025

Aceptado: 15/07/2025

Publicado: 31/07/2025



Copyright: © 2025 por los autores. Este artículo es un artículo de acceso abierto distribuido bajo los términos y condiciones de la [Licencia Creative Commons, Atribución-NoComercial 4.0 Internacional. \(CC BY-NC\)](https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/).

[\(https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/\)](https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/)

Resumen: La calidad del agua es esencial en sectores como la agricultura, ganadería y medio ambiente. Esta investigación evaluó la presencia de plomo y cadmio en los ríos Cutuchi y Pumacunchi, en Cotopaxi, relacionándolos con parámetros físico-químicos como pH, temperatura y conductividad eléctrica. Se analizaron seis puntos de muestreo, encontrando concentraciones de plomo entre 0.006 y 0.093 mg/l, y de cadmio entre 0.000538 y 0.0550 mg/l. Algunos valores superan los límites permitidos por la normativa TULSMA (0.05 mg/l), especialmente en los sectores San Felipe (CU05) y Salcedo (CU04), donde el agua es comúnmente utilizada con fines agrícolas y pecuarios. El índice ABI clasificó a los puntos CU05, CU06 y PU03 con mala calidad de agua, y a CU04 con calidad regular. La abundancia de macroinvertebrados tolerantes a la contaminación respalda este deterioro. Las principales fuentes identificadas fueron descargas de aguas residuales sin tratamiento, uso excesivo de pesticidas y residuos domésticos, factores que agravan progresivamente la contaminación y reflejan la urgencia de implementar acciones para proteger los recursos hídricos de la provincia.

Palabras clave: Metales Pesados; Contaminación; Macroinvertebrados; Calidad del Agua.

Abstract: Water quality is essential in sectors such as agriculture, livestock, and the environment. This research evaluated the presence of lead and cadmium in the Cutuchi and Pumacunchi rivers in Cotopaxi, relating them to physicochemical parameters such as pH, temperature, and electrical conductivity. Six sampling points were analyzed, finding lead concentrations between 0.006 and 0.093 mg/l, and cadmium concentrations between 0.000538 and 0.0550 mg/l. Some values exceed the permitted limits. Some values exceed the limits allowed by TULSMA regulations (0.05 mg/l), especially in the San Felipe (CU05) and Salcedo (CU04) sectors, where water is commonly used for agricultural and livestock purposes. The ABI index classified CU05, CU06 and PU03 as poor water quality, and CU04 as fair water quality. The abundance of pollution-tolerant macroinvertebrates supports this deterioration. The main sources identified were untreated sewage discharges, excessive use of pesticides and domestic waste, factors that progressively aggravate pollution and reflect the urgency of implementing actions to protect the province's water resources.

Keywords: Heavy Metals, Contamination; Macroinvertebrates; Water Quality.

1. Introducción

La contaminación por metales pesados en los sistemas hídricos representa una problemática ambiental persistente que afecta a numerosos países, debido a la dificultad de control y los efectos nocivos que implica tanto para la salud humana como para la biodiversidad acuática. En Ecuador, particularmente en la provincia de Cotopaxi, los ríos Cutuchi y Pumacunchi han experimentado un notable deterioro de su calidad hídrica como consecuencia de procesos de urbanización, expansión agrícola y actividades industriales. Según Almeida Calero (2019), gran parte de esta contaminación es atribuible al uso intensivo de la tierra con fines agrícolas, actividad que, si bien impulsa el desarrollo local, genera un considerable volumen de residuos derivados de fertilizantes y pesticidas, los cuales son arrastrados a los cauces fluviales (Martínez, 2009). A esto se suma la influencia geológica, ya que diversos materiales naturales presentes en la corteza terrestre, como sales y minerales, pueden liberar metales pesados como el plomo y el cadmio al ambiente (Prieto et al., 2009). En Cotopaxi, la presencia de estratos de lutitas, calizas volcánicas y residuos de lavas andesíticas piroclásticas —producto de la actividad volcánica— es significativa. Estos materiales pueden contener concentraciones naturales de plomo (20–40 ppm), mientras que, en las lutitas negras, con alto contenido de materia orgánica, los niveles de cadmio pueden oscilar entre 0.1 y 1 ppm (Servicio Geológico Mexicano, 2017).

Informes recientes han advertido que la situación del río Cutuchi es crítica, al punto de considerarlo ecológicamente irrecuperable, debido a la acumulación de metales como plomo, cadmio, hierro, cobre, arsénico y boro (Riofrío Guevara et al., 2024). Tanto el cadmio como el plomo se encuentran entre los metales pesados más tóxicos y dañinos para la salud, incluso a concentraciones relativamente bajas (Liu et al., 2022). A diferencia de metales como el cobre o el hierro —que desempeñan funciones biológicas esenciales—, el plomo y el cadmio son xenobióticos, es decir, no tienen ninguna función fisiológica útil y resultan perjudiciales desde su ingreso al organismo (Huaranga Moreno et al., 2021).

El cadmio, metal volátil y soluble en agua, es introducido al ambiente principalmente por la minería, la industria y el uso de fertilizantes. Su exposición puede provocar desde síntomas gastrointestinales agudos hasta enfermedades crónicas como necrosis renal, osteomalacia y cáncer, debido a su acumulación en riñones e hígado (Aguilar y Olmos, 2022). El plomo, por su parte, es altamente tóxico, especialmente en niños, ya que afecta el sistema nervioso central, pudiendo provocar convulsiones, coma y muerte. También se asocia con nefropatías crónicas y enfermedades cardiovasculares (Ávalos, 2023). En el ámbito agrícola, ambos metales representan un riesgo importante, ya que tienden a acumularse en los suelos y cultivos. El plomo, al ser un elemento no biodegradable, altera la composición del suelo y reduce su fertilidad. A través del viento y la lluvia, este metal puede reincorporarse al ciclo natural, sedimentándose nuevamente y contaminando cultivos destinados al consumo humano (Sarmiento-Sarmiento y Febres-Flores, 2021).

Ante esta problemática, resulta indispensable evaluar de manera confiable el estado de los cuerpos de agua. Entre las herramientas más eficaces destacan los bioindicadores, organismos cuya presencia o ausencia refleja las condiciones ambientales del ecosistema acuático. En este contexto, los macroinvertebrados, como insectos,

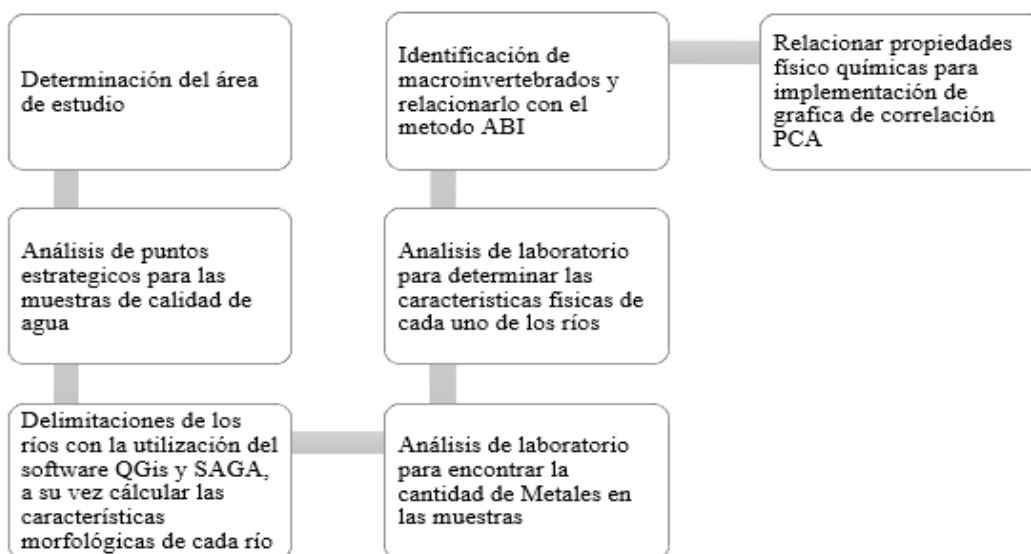
moluscos y crustáceos, son ampliamente utilizados debido a su sensibilidad frente a la contaminación. Su identificación resulta sencilla y efectiva, ya que algunas especies son altamente resistentes mientras que otras sólo sobreviven en aguas de excelente calidad (Ladrera Fernández, 2012; Pérez y Quishpi, 2016).

El Índice Biológico Andino (ABI) constituye una de las metodologías más confiables para este tipo de análisis. Adaptado de la escala BMWP, este índice está diseñado para evaluar ríos de montaña situados entre los 2000 y 4000 msnm, y se basa en la sensibilidad específica de las familias de macroinvertebrados frente a contaminantes. No considera la abundancia de organismos, sino su presencia o ausencia, lo cual permite una interpretación clara de la calidad ecológica del agua. Los resultados se clasifican en cuatro rangos: “muy buena” (>74 puntos), “buena” (45–74), “regular” (27–44) y “mala” (<27), permitiendo un diagnóstico ambiental detallado de las zonas de estudio.

2. Materiales y Métodos

Figura 1.

Proceso metodológico



Dentro de la metodología manejada en la investigación se utilizó el método correlacional ya que su función es entender y analizar resultados de diferentes variables (Chipana, 2020).

Se usó la investigación documental, esto comprende un estudio bibliográfico de fuentes confiables como lo son artículos científicos, libros y documentos avalados como tesis entre otros para encontrar información relevante sobre el tema en específico.

El uso de un método explicativo nos permite revelar situaciones críticas para así definir el origen de la problemática y relacionarlo con diferentes variables y correlacionar con los macroinvertebrados (Neill y Cortez Suárez, 2018).

Además, para la correcta correlación se utilizó el método de análisis de componentes principales PCA la cual es un método que reduce la dimensionalidad de los datos esto sirve para la identificación de patrones y agrupaciones basadas en la varianza, esta varianza debe presentar factores en común, o sea deben correlacionarse entre sí

2.1. Área de estudio

El área de estudio de la presente investigación es dentro de los límites de la provincia de Cotopaxi, en los ríos Cutuchi y Pumacunchi, los cuales se optó por puntos de muestreo en la cuenca alta media y baja resumiéndolos en la siguiente tabla:

Tabla 2

Coordenadas de ubicación para la toma de muestras en el área de estudio.

Muestra	Ubicación	Puntos de referencia	Coordenadas	
			x	y
CU04	Cutuchi	San Felipe	764198	9898321
CU05	Cutuchi	Salcedo	769604	9881058
CU06	Cutuchi	Ilinizas Norte	756283	9924979
PU01	Pumacunchi	Cochapamba	746986	9904815
PU02	Pumacunchi			
PU03	Pumacunchi	San Rafael	765073	9894843

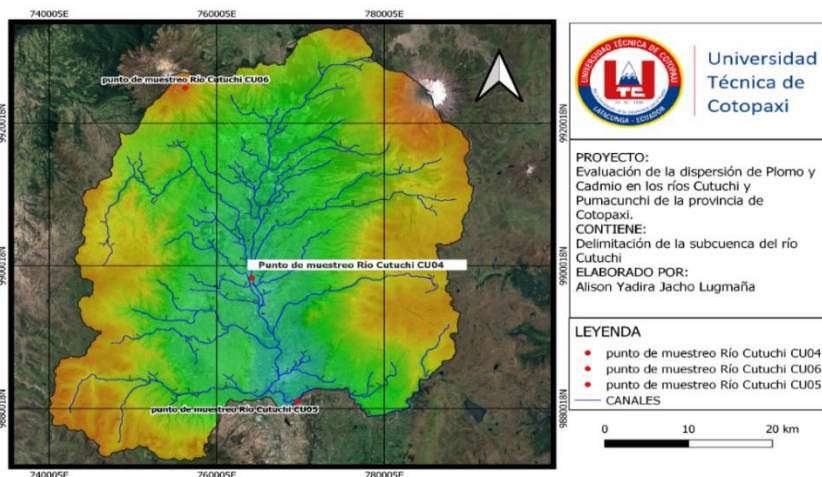
2.2. Delimitaciones de los ríos

2.2.1. Subcuenca del río Cutuchi

El río Cutuchi nace de los deshielos provenientes del volcán Cotopaxi, el mismo va de norte a sur, siendo este utilizado para diferentes actividades agrícolas hasta unirse con el río Ambato formando una de los afluentes que llegan hasta la cuenca de río Pastaza, El río Cutuchi se encuentra en medio de las cordilleras occidental y oriental de los andes, tiene una latitud variada que va desde 2240 hasta los 4004 msnm. (Yupa et al., 2020).

Figura 2.

Ubicación del área de estudio del río Cutuchi

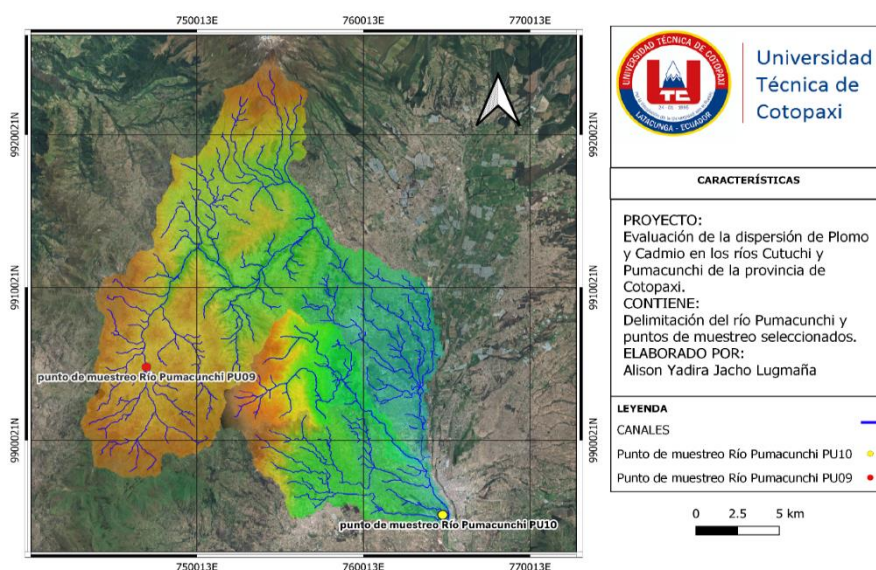


2.2.2. Microcuenca del río Pumacunchi

El río Pumacunchi está a una altitud variable lo que significa que en periodos es mínima, media y máxima, estas elevaciones corresponden a 2800, 3455 y 4600 msnm, esta microcuenca forma parte de los cantones Saquisilí y Latacunga los cuales están dentro de los límites de la provincia de Cotopaxi, el río se forma debido a la unión de los ríos negros y Pintze estos a su vez son formados por riachuelos que provienen principalmente de los deshielos de los Ilinizas (Choloquina y Chanatasig, 2020).

Figura 3.

Ubicación del área de estudio del río Pumacunchi



3. Resultados

Los resultados de las concentraciones de plomo y cadmio son derivaciones reales ya que a fin de no tener vacíos en el estudio se optó por utilizar una solución medida clave, la que contenga cierto porcentaje de plomo y cadmio respectivamente para así al comparar con las muestras recogidas se obtendría un resultado sin errores y más preciso dando las siguientes concentraciones:

Tabla 3.

Concentraciones de plomo y cadmio en los puntos de interés.

Muestra	Ubicación	Plomo (mg/l)	Cadmio (mg/l)
CU04	Salcedo	0.093	0,0052
CU05	San Felipe	0.057	0.0550
CU06	Ilinizas Norte	0.007	0.00541
PU01	Cochapamba	0.006	0.0512
PU02		0.0071	0.00541
PU03	San Rafael	0.024	0.00538

Los resultados obtenidos muestran una clara presencia de metales en cada uno de los puntos de estudio sin embargo algunos no presentan riesgos en ya que no superan los límites máximos permisibles expuestos por la normativa vigente TULSMA, como se sabe el agua proveniente de dichos ríos es utilizada para diferentes fines como la agricultura y la ganadería teniendo eso en cuenta según la normativa serían varios los puntos donde las concentraciones de ambos metales superan el límite permisible que para uso pecuario y agrícola es de 0.05 mg/l, (LIBRO VI ANEXO 1, 2012).

Para los puntos de estudio CU04 Y CU05 ubicados en el sector de san Felipe y Salcedo respectivamente, los niveles para uso pecuario y agrícola superan los datos máximos permisibles según la norma, esto puede deberse a ciertos factores que se pudieron evidenciar en la visita a la zona, desperdicios como basura de hogares, desechos de construcciones, desagües de alcantarillados sanitarios y desechos animales son en gran parte la causa de dicha contaminación, el plomo como se sabe puede llegar a afectar las plantaciones ya que se disminuiría la absorción de nutrientes y reduciendo el tamaño de las plantas afectando su productividad, a esto se suma los plaguicidas y fertilizantes utilizados algunos de ellos son los lodos residuales, fertilizantes fosfatados y la deposición atmosférica.

Para el cadmio el único punto donde existe contaminación es en el CU05 en el sector de San Felipe el agua de este sector es utilizada tanto para uso pecuario como agrícola, al visitar los alrededores del río se encontró contaminación antropogénica como desechos de fertilizantes y aguas residuales sin tratamiento previo.

El límite máximo permisible para agua de consumo humano corresponde a 0.01 mg/l para plomo y 0.05 mg/l para cadmio según los resultados estas concentraciones en cada punto no se consideran peligrosas para el consumo salvo en un punto CU05 donde el cadmio supera levemente la cifra estimada haciéndola no apta para consumo.

Dentro del muestreo se obtuvieron cifras que son relevantes algunas superan los límites otras no por ello, se resumió en una tabla las posibles fuentes y casusas de contaminación:

Tabla 4.
Posibles Fuentes de contaminación

Puntos	Metales		Fuentes de contaminación
CU04	Plomo	Cadmio	Descargas de agua sin tratar, fungicidas y fertilizantes
CU05	Plomo	Cadmio	Desechos orgánicos, y descargas de agua sin tratar
CU06	Plomo	Cadmio	La contaminación en ambos puntos son bajos
PU01	Plomo	Cadmio	La contaminación en estos puntos son baja debido a que son zonas alejadas.
PU02	Plomo	Cadmio	La contaminación en estos puntos son baja debido a que son zonas alejadas.
PU03	Plomo	Cadmio	Descargas de agua sin tratar, fungicidas y fertilizantes

Tabla 5.

Parámetros físico químicos de los puntos de muestreo

Muestra	pH	Temperatura	Conductividad eléctrica $\mu\text{S/cm}$
CU04	7.34	10.65	0.61
CU05	7.56	11.78	0.58
CU06	6.86	14.97	363
PU01	7.9	6.82	0.8
PU02	7.2	7.26	0.96
PU03	7.7	13.2	0.71

Como se puede observar las mediciones de pH está en los rangos que pertenecen a los alcalinos con un promedio de 7.41, este resultado puede variar dependiendo el tipo de metal que se estudie, en este caso los metales de transición como el cadmio, son insolubles, sin embargo, la disolución de este metal depende de las condiciones físicas y la acidez de la muestra, cuando son alcalinos, los metales no se encuentran netamente disponibles ya que se ha precipitado como hidróxidos, en cambio cuando son ácidos, estos contemplan características de disolución, la temperatura resulto en bajas cantidades con un promedio de 10.78 C° mientras que la conductividad oscila entre los 0.732 $\mu\text{S/cm}$ tomando en cuenta los punto CU04, CU05, PU01, PU02, PU03, los cuales no representan un peligro pero en el punto CU06 ubicado en los llinizas posee una conductividad alta este resultado puede afectar a las comunidades bióticas si es que la misma es superior a 500 $\mu\text{S/cm}$ ya que puede producirse metilación de elementos contribuyendo así a un ambiente toxico (Mancilla Villa et al., 2023).

3.1. Análisis de Macroinvertebrados

Para el análisis de los índices biológicos andinos se tomó de punto de partida los muestreos donde existe una mayor contaminación por ambos metales, o se encuentran cerca del límite máximo permisible, en este estudio los que más resaltaron en cuanto a contaminación por plomo y cadmio fueron PU03, CU05, CU04 y CU06 por ello al emplear el método ABI nos permitirá observar la cantidad de macroinvertebrados existentes en cada uno de los ríos y de ese modo determinar de otra manera la calidad de agua.

Tabla 6

Puntos críticos para estudio de macroinvertebrados en los ríos Cutuchi y Pumacunchi.

<i>Puntos de referencia.</i>	<i>Muestra</i>	<i>Altitud</i>		
		<i>msnm</i>	<i>Coordenadas</i>	
<i>San Felipe</i>	<i>CU04</i>	<i>2770</i>	<i>764198</i>	<i>9898321</i>
<i>Salcedo</i>	<i>CU05</i>	<i>2683</i>	<i>769604</i>	<i>9881058</i>
<i>San Rafael</i>	<i>PU09</i>	<i>2743</i>	<i>765073</i>	<i>9894843</i>
<i>Ilinizas</i>	<i>CU06</i>	<i>4325</i>	<i>756283</i>	<i>9924979</i>

Se determino que en cada punto de muestreo los macroinvertebrados que se pudieron observar pertenecen a varias ya sea ordenes o familias de los cuales mediante investigación bibliográfica son tolerantes y algunos intolerantes a la contaminación en los sistemas hídricos los resultados se determinan en la siguiente tabla:

Tabla 7.

Resultados obtenidos mediante el índice ABI

<i>CODIFICACIÓN</i>	<i>PUNTOS DE MUESTREO</i>	<i>ABI</i>	<i>CALIDAD</i>
<i>CU04</i>	<i>San Felipe</i>	<i>44</i>	REGULAR
<i>CU05</i>	<i>Salcedo</i>	<i>26</i>	MALA
<i>CU06</i>	<i>Ilinizas</i>	<i>4</i>	MALA
<i>PU03</i>	<i>San Rafael</i>	<i>22</i>	MALA

La presencia de varios microorganismos en los sistemas acuáticos representa para el método ABI la tolerancia que poseen ante la contaminación mientras que los que se encuentran ausentes, determinan a su vez la calidad del agua, en los puntos críticos de contaminación por metales, la calidad del agua en CU05, CU06 y PU10 representan una mala calidad, ya que varios de los organismos presentes establecían que eran malos indicadores como se puede observar en las siguientes tablas, las puntuaciones revelan las condiciones de tolerancia en las que pueden estar los macroinvertebrados de la escala del 1 al 10 donde 10 es donde se encuentran los que no toleran condiciones de contaminación y son buenos indicadores de la calidad hasta de 1-3 o 5 que son malos indicadores y soportan altas concentraciones de contaminación.

Tabla 8

Ilinizas CU06

<i>Orden</i>	<i>Familia</i>	<i>Puntuación</i>
<i>Oligochaeta</i>		1
<i>Hydracarina</i>		4
<i>Trichoptera</i>	<i>Hydropsychidae</i>	5
<i>Lepidoptera</i>	<i>Pyralidae</i>	4
<i>Diptera</i>	<i>Tipulidae</i>	4
	<i>Chironomidae</i>	2
	<i>Muscidae</i>	2
<i>Bivalvia</i>	<i>Sphaeriidae</i>	3
	Índice Abi	25

Tabla 9.

San Rafael PU03

<i>Orden</i>	<i>Familia</i>	<i>Puntuación</i>
<i>Lepidoptera</i>	<i>Pyralidae</i>	4
	Índice Abi	4

Tabla 10.

Salcedo CU05

<i>Orden</i>	<i>Familia</i>	<i>Puntuación</i>
Oligochaeta		1
Amphipoda	Hyalellidae	6
Hydracarina		4
Ephemeroptera	Baetidae	4
Trichoptera	Hydropsychidae	5
Lepidoptera	Pyralidae	4
Diptera	Chironomidae	2
	Índice Abi	26

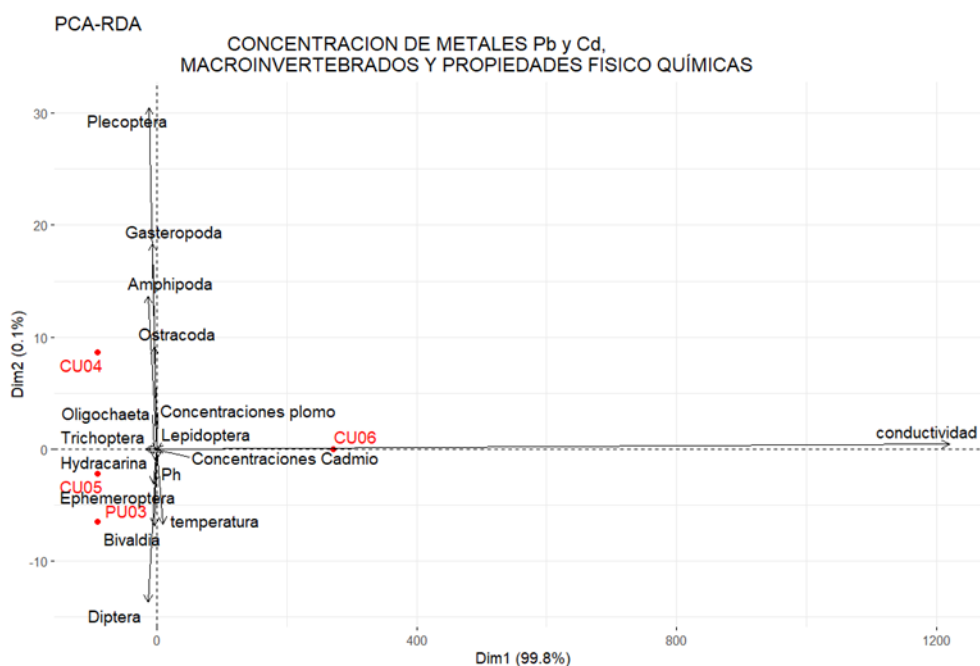
Tabla 11.

San Felipe CU04

Orden	Familia	Puntuación
<i>Oligochaeta</i>		1
<i>Gasteropoda</i>	<i>Ancylidae</i>	6
<i>Amphipoda</i>	<i>Hyalellidae</i>	6
<i>Hydracarina</i>		4
<i>Plecoptera</i>	<i>Perlidae</i>	10
<i>Trichoptera</i>	<i>Philopotamidae</i>	8
<i>Lepidoptera</i>	<i>Pyralidae</i>	4
<i>Diptera</i>	<i>Chironomidae</i>	2
<i>Ostracoda</i>		3
	Índice Abi	44

Figura 4.

Correlación de parámetros físico químicos, concentraciones de Plomo, Cadmio y macroinvertebrados en los puntos de muestreo.



Las dimensiones que prevalecen en la gráfica por ejemplo el DIM1 que contiene el 99.8% de información o sea captura toda las características importantes del estudio, por ende se considera un eje dominante y tiene un patrón claro en los datos, que si lo observamos en la gráfica, van a la izquierda los que contienen un menor impacto por ende tienen una mejor calidad y los del lado derecho que contienen un mayor impacto lo que se refiere a una peor calidad, por ello al iniciar el análisis de componentes

principales PCA-RDA revela patrones significativos en la relación entre las variables fisicoquímicas, concentraciones de metales pesados y la estructura de comunidades de macroinvertebrados en los puntos de muestreo analizados.

El primer componente explica el 99.8% de la variabilidad total de los datos, estableciendo un gradiente ambiental claro donde el punto CU06 (Ilinizas) se posiciona en el extremo derecho del eje, fuertemente asociado con alta conductividad eléctrica (363 $\mu\text{S}/\text{cm}$), mientras que los puntos CU05 (San Felipe) y PU03 (San Rafael) se agrupan en el cuadrante inferior izquierdo, correlacionándose con mayores concentraciones de cadmio, temperatura y la presencia de macroinvertebrados tolerantes a la contaminación como Oligochaeta y Diptera (Chironomidae) estas especies habitan normalmente en la parte media y baja de la cuenca por el contenido de biomasa en esas zonas (Figueroa Ricardo et al., 2003).

En contraste, los órdenes sensibles como Plecoptera y Gasteropoda se ubican en el cuadrante superior, alejados de las concentraciones de metales pesados, lo que confirma su utilidad como bioindicadores de buena calidad del agua. El punto CU04 (Salcedo) presenta una posición intermedia, reflejando condiciones moderadas de contaminación que se corresponden con su índice ABI de 44 puntos.

4. Discusión

Según Pérez Pedro y Quishpi Angel, (2016), el índice ABI en el río Pumacunchi muestra puntos donde la contaminación es evidente, por diversos factores como descarga de aguas residuales al cauce del río y la utilización de fertilizantes por la aplicación de la ganadería y agricultura, estos sectores se encuentran cercanos al punto de exploración expuesto en la presente investigación, ya que va desde la Calera hasta San Felipe, teniendo como resultado una mala calidad de agua, porque se evidencio la presencia de macroinvertebrados como la clase Crustacea, Insecta, y Oligochaeta que aparte de significar malos indicadores de calidad de agua también fueron encontrados en el trabajo de campo realizado para la investigación.

La contaminación que se puede observar a lo largo de los ríos Cutuchi y Pumacunchi es un problema que se tiene ya hace mucho tiempo según Riofrío Guevara et al., (2024), el río Cutuchi es un río muerto por la cantidad de contaminación que existe en sus aguas ya sea por metales pesados o por pesticidas y fertilizantes que son desechados en sus causas, además de desechos de aguas residuales de viviendas y esto se puede evidenciar en algunos de los puntos de muestreo que se tomaron para el estudio de calidad de agua dando como resultados que en metales como el plomo y cadmio en sectores como San Felipe y Salcedo existe una alta contaminación los cuales superan los límites máximos permisibles en cuento a riego y uso pecuario.

A su vez en el recorrido realizado para encontrar fuentes de contaminación se pudo evidenciar que animales ingieren esta agua contaminada, lo cual puede generar enfermedades en el sistema nervioso, anomalías que pueden resultar en la infertilidad del animal y a su vez las cantidades de plomo que se mantienen almacenadas en el organismo se podría considerar una amenaza en la salud de las personas que podrían consumir cualquier tipo de materia que provenga de esos ganados. Como la leche, carne entre otros (POLLUTION PEOLPE WILDLIFE, 2017).

La contaminación no solo se ha observado recientemente, en los años 2021, 2022 y 2023 se obtuvieron registros de concentraciones de diferentes contaminantes en varios ríos de la provincia de Cotopaxi según Carrera y Piovanelli, (2023) la contaminación por metales pesados es una realidad siendo que en la mayoría de ríos como el Pumacunchi, Cutuchi, Nasigche entre otros se evidencian niveles altos de metales pesados a lo largo de los tres años que se realizaron estudios, con concentraciones que superan los límites máximos permisibles para actividades como uso agrícola, pecuario y de vida acuática, contaminación que aún persiste según el estudio presentado.

Mediante el trabajo investigativo de Rico Sánchez et al.,(2022), muestra la relación entre macroinvertebrados y la concentración de metales, los cuales presentan patrones de distribución taxonómica, el análisis desarrollado muestra cómo ciertos grupos taxonómicos presentan distintos grados de tolerancia a metales como Pb y Cd, familias como Oligochaeta, Lepidoptera e Hydracarina tienen una mayor asociación con concentraciones elevadas de metales pesados, mientras que, familias como Plecoptera y ciertos tipos de Ephemeroptera muestran un grado de sensibilidad ante estos contaminantes. Se presenta la conductividad como un factor relevante debido a la relación de distribución con los taxones como Batidae, que pueden ser tolerantes a coliformes pero sensibles ante contaminantes como metales pesados.

5. Conclusiones

Los ríos Cutuchi y Pumacunchi presentan niveles altos de contaminación por metales pesados en ciertas zonas, algunas de ellos superan los límites permisibles para los usos que se les da normalmente por parte de los moradores, como lo es el uso agrícola y pecuario siendo San Felipe y Salcedo los más críticos.

La evaluación mediante el uso del índice Biológico Andino confirma una degradación en los puntos de interés o donde se evidencia altas concentraciones de metales pesados o contaminación antropogénica, con el trabajo de campo se vio que existe ausencia de especies de macroinvertebrados sensibles a la contaminación y la mayoría son tolerantes.

La contaminación evidenciada en las visitas de campo revela un mal manejo de residuos sólidos, descargas residuales, prácticas agrícolas, utilización de fertilizantes los cuales generan mala calidad en los cauces, sin embargo, la geología de ciertos puntos de estudio nos permitió reconocer que existen residuos naturales que contienen cierto nivel de plomo y cadmio los cuales también aportan significativamente a dicha contaminación.

Referencias Bibliográficas

- Aguilar Pablo, y Olmos Diana. (2022). Efectos sobre la salud del agua contaminada por metales pesados. <https://repository.uaeh.edu.mx/revistas/index.php/herreriana/issue/archive>
- Almeida Calero Verónica. (2019). CONTAMINACIÓN DE METALES PESADOS EN EL ECUADOR, UN ANÁLISIS QUÍMICO, AMBIENTAL, TOXICOLÓGICO, NORMATIVO Y ANALÍTICO.
- ATSDR. (1999). Resumen de Salud Pública Cadmio. www.atsdr.cdc.gov/es

- Avalos Yosef. (2023). Contaminación por plomo en suelo, agua, alimentos y sus efectos en los seres humanos. <https://doi.org/https://doi.org/10.36955/RIULCB.2023v10n2.006>
- Carrera, W., y Piovaneli, R. (2023). Memorando Nro. GADPC-GRYD-WC-RP-2023-003.
- Chipana, E. (2020). ANÁLISIS CORRELACIONAL DE LA FORMACIÓN ACADÉMICO-PROFESIONAL Y CULTURA TRI- BUTARIA DE LOS ESTUDIANTES DE MARKETING Y DIRECCIÓN DE EMPRESAS. UNIVERSIDAD Y SOCIEDAD. <https://doi.org/https://orcid.org/0000-0002-7568-5863>
- Choloquina, B., y Chanatasig, A. (2020). "DETERMINACIÓN DE LA CALIDAD DEL AGUA POR MEDIO DE BIOINDICADORES EN EL RÍO PUMACUNCHI PROVINCIA DE COTOPAXI, PERÍODO 2019-2020."
- EPA. (2025, January 14). Información sobre el plomo | US EPA. <https://espanol.epa.gov/plomo/informacion-sobre-el-plomo>
- Figueroa Ricardo, Valdovinos Claudio, Araya Elizabeth, y Parra Oscar. (2003). Macroinvertebrados bentónicos como indicadores de calidad de agua de ríos del sur de Chile. Revista Chilena de Historia Natural. <https://doi.org/76:275-285,2003>
- Hidalgo Carina, y Osorio Edison. (2013). EVALUACIÓN Y DETERMINACIÓN DE LA CAPACIDAD SECUESTRANTE DE LOS METALES PESADOS CROMO (Cr) Y CADMIO (Cd) POR TAXAS DE MOHOS AISLADAS DE LOS ALREDEDORES DE LOS RÍOS CUTUCHI Y MACHÁNGARA.
- Huaranga Moreno, F., Méndez García, E., Quilcat León, V., Bernui Paredes, F., Costilla Sánchez, N., y Huaranga Arévalo, F. (2021). Phytoextraction of Pb and Cd, present in agricultural soils contaminated by heavy metals by the foxtail *Lolium multiflorum* L. (Poaceae) Félix Huaranga Arévalo. *Arnaldoa*, 28(1), 149–162. <https://doi.org/10.22497/arnaldoa.281.28109>
- Ladrera Fernández Rubén. (2012). Los macroinvertebrados acuáticos como indicadores del estado ecológico de los ríos. Páginas Con Firma.
- LIBRO VI ANEXO 1. (2012). NORMA DE CALIDAD AMBIENTAL Y DE DESCARGA DE EFLUENTES : RECURSO AGUA.
- Liu, T., Lawluy, Y., Shi, Y., Ighalo, J. O., He, Y., Zhang, Y., y Yap, P. S. (2022). Adsorption of cadmium and lead from aqueous solution using modified biochar: A review. *Journal of Environmental Chemical Engineering*, 10(1), 106502. <https://doi.org/10.1016/J.JECE.2021.106502>
- Mancilla Villa, O. R., Gómez Villaseñor, L., Palomera García, C., Hernández Vargas, O., Guevara Gutiérrez, R. D., Ortega Escobar, H. M., Flores Magdaleno, H., Can Chulim, Á., Sanchez Bernal Edgar, Avelar Roblero, J. U., y Cruz Crespo, E. (2023). Heavy metals in water and macroinvertebrates of the Ayuquila-Armería river basin (Mexico) and its affluents. *Terra Latinoamericana*, 41. <https://doi.org/10.28940/terra.v41i0.1603>
- Martínez, C. (2009). Atlas socioambiental de Cotopaxi.

- Neill, D. A., y Cortez Suárez, L. (2018). Procesos y Fundamentos de la Investigación Científica.
- Pérez Pedro, y Quishpi Angel. (2016). ANÁLISIS DE LA CALIDAD DE AGUA DE LOS RÍOS, NAGSICHE Y PUMACUNCHI, PERTENECIENTES A LA SUBCUENCA DEL RÍO PATATE, DE LA PROVINCIA DE COTOPAXI.
- POLLUTION PEOLPE WILDLIFE. (2017). CONTAMINACIÓN, POBLACIÓN Y FAUNA La respuesta de la familia de la CMS.
- Prieto Judith, Gonzales Cesar, Román Alma, y Prieto Francisco. (2009). CONTAMINACIÓN Y FITOTOXICIDAD EN PLANTAS POR METALES PESADOS PROVENIENTES DE SUELOS Y AGUA. *Tropical and Subtropical Agroecosystems*, 10(1), 29–44. <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=93911243003>
- Rico Sánchez, A. E., Rodríguez Romero, A. J., Sedeño Díaz, J. E., López López, E., y Sundermann, A. (2022). Aquatic macroinvertebrate assemblages in rivers influenced by mining activities. *Scientific Reports*, 12(1). <https://doi.org/10.1038/s41598-022-06869-2>
- Riofrío Guevara, M. A., Mogro Cepeda, Y. V., Carvajal Jiménez, B. D., Cando Sangucho, B. J., y Jacho Lugmaña, A. Y. (2024). El río Cutuchi, contaminante que fluye en nuestra sociedad y la afecta. *RECIMUNDO*, 8(Especial), 51–60. [https://doi.org/10.26820/recimundo/8.\(especial\).octubre.2024.51-60](https://doi.org/10.26820/recimundo/8.(especial).octubre.2024.51-60)
- Sarmiento-Sarmiento, G., y Febres-Flores, S. (2021). Lead recovery in artificially contaminated agricultural soil as a remediation strategy using sunflower and vermicompost. In *Revista Chapingo, Serie Horticultura* (Vol. 27, Issue 3, pp. 199–212). Universidad Autonoma Chapingo. <https://doi.org/10.5154/r.rchsh.2021.04.007>
- SERVICIO GEOLOGÍCO MEXICANO. (2017, March 22). GOBIERNO DE MEXICO.
- Yupa, M. L., Albarrasín, P., y García, V. (2020). Determinación de caudales ecológicos en el río Cutuchi, Ecuador. *Revista Bases de La Ciencia*. e-ISSN 2588-0764, 5(2), 33. https://doi.org/10.33936/rev_bas_de_la_ciencia.v5i2.2401

CONFLICTO DE INTERESES

“Los autores declaran no tener ningún conflicto de intereses”.