

**UNIVERSIDAD DE INGENIERÍA Y TECNOLOGÍA**  
**CARRERA DE INGENIERÍA AMBIENTAL**



**EVALUACIÓN DE LA DIVERSIDAD DE PECES EN  
POZAS MINERAS ABANDONADAS DE MADRE  
DE DIOS (PERÚ) MEDIANTE ADN AMBIENTAL**

**TESIS**

Para optar el título profesional de Ingeniera Ambiental

**AUTORA**

Rosa Camila Timana Mendoza (ORCID: 0000-0003-2073-5605)

**ASESORA**

Mónica Cecilia Santa-María Fuster (ORCID: 0000-0003-4789-7444)

**CO-ASESORES**

Julio Araujo Flores (ORCID: 0000-0002-8989-0278)

Patrick Venail Zorro (ORCID: 0000-0003-1126-280X)

Lima – Perú

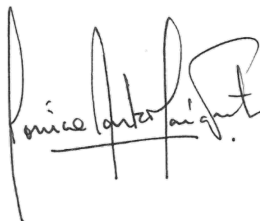
2024

## DECLARACIÓN JURADA

Yo, Mónica Cecilia Santa María Fuster identificada con DNI No 18226712 en mi condición de autoridad responsable de validar la autenticidad de los trabajos de investigación y tesis de la UNIVERSIDAD DE INGENIERIA Y TECNOLOGIA, DECLARO BAJO JURAMENTO:

Que la Srta. Camila Rosa Timaná Mendoza es co-autora del artículo de investigación con título “Assessing fish diversity in abandoned mining ponds in Madre de Dios, Peru, using environmental DNA”, publicado en la revista Environmental DNA Vol. 6, No. 1, el cual presenta para obtener el grado de Ingeniero Ambiental. Así mismo declaro que el trabajo indicado ha sido sometido a los mecanismos de control y sanciones anti plagio previstos en la normativa interna de la universidad, encontrándose un porcentaje de similitud de 0%.

En fe de lo cual firmo la presente.



Dra. Mónica Santa María Fuster  
Directora de Investigación

En Barranco, el 14 de mayo de 2024

## TABLA DE CONTENIDO

	Pág.
RESUMEN .....	3
ABSTRACT .....	4

## RESUMEN

La región de Madre de Dios es un *hotspot* de biodiversidad ubicado en la región andino-amazónica. Desde 1970, la minería aurífera artesanal y de pequeña escala (MAPE) ha transformado los bosques primarios en numerosas pozas mineras abandonadas tras la extracción. Estudios preliminares utilizando métodos tradicionales indican que estas pozas están siendo recolonizadas por la biodiversidad circundante. No obstante, estos métodos conllevan varias limitaciones de costo y aplicabilidad extensiva en la zona. Frente a ello, el ADN ambiental (ADNa) resulta particularmente útil por simplificar la colecta de muestras y por su alto rendimiento identificando grupos taxonómicos. En este estudio, evaluamos la biodiversidad de peces en dos pozas mineras y dos lagos prístinos cercanos. Comparamos dos métodos de procesamiento del ADNa y contrastamos nuestros resultados con datos históricos del monitoreo tradicional. Ambos métodos de ADNa resultaron comparables, diferenciándose en requisitos logísticos y costos. En total, detectamos 85 MOTUs de peces (22 a nivel de especie) de 5 órdenes, 22 familias y 41 géneros, incluyendo especies poco registradas por el monitoreo tradicional, y 6 géneros asociados solo a pozas mineras. Una restricción importante fue la insuficiencia de especies locales registradas en bases de datos genómicas, limitando la resolución taxonómica. A pesar de ello, el ADNa mostró potencial para estimar la biodiversidad en la Amazonía, identificando más taxones, con menos tiempo y dinero. Nuestros resultados también confirmaron que las pozas mineras abandonadas están siendo recolonizadas por la ictiofauna circundante, alcanzando niveles de riqueza superiores a la de los lagos prístinos cercanos en el estudio.

### **PALABRAS CLAVES:**

Biodiversidad de peces, MAPE, Selva amazónica inundable, Pozas mineras de oro, ADN ambiental, Conservación.

## **ABSTRACT**

# **ASSESSING FISH DIVERSITY IN ABANDONED MINING PONDS IN MADRE DE DIOS, PERU, USING ENVIRONMENTAL DNA**

The region of Madre de Dios is a biodiversity hotspot located in the Andean-Amazon region. Since the 1970s, artisanal and small-scale gold mining (ASGM) has transformed the primary forests into numerous small mining ponds left abandoned after extraction. Preliminary surveys using traditional methods indicate that these ponds are being recolonized by surrounding biodiversity. However, these methods have several cost and extensive applicability limitations in the area. In response, environmental DNA (eDNA) proves to be particularly useful for simplifying sample collection and for its high performance in identifying taxonomic groups. In this study, we evaluated fish biodiversity in two mining ponds along with two nearby pristine lakes. We compared two eDNA processing methods and contrasted our results with historic data from traditional monitoring. Both eDNA-based methods yielded comparable results, varying only in logistic requirements and costs. In total, we detected 85 fish MOTUs (22 at the species level) from 5 orders, 22 families, and 41 genera, including species rarely registered by traditional monitoring, and 6 genera associated only with mining ponds. A major restriction was the insufficient local taxa registered in genomic databases, limiting our taxonomic resolution. Nevertheless, eDNA showed potential for estimating biodiversity in the Amazon, identifying more taxa, with less time and money invested. Our results also confirmed that abandoned mining ponds are being recolonized by surrounding ichthyofauna, reaching richness levels above nearby pristine lakes in the study.

### **KEYWORDS:**

Fish Biodiversity, ASGM, Amazonian Floodplain Forest, Gold Mining Ponds, Environmental DNA, Conservation