

UNIVERSIDAD PERUANA UNIÓN
FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA
Escuela Profesional de Ingeniería Ambiental



Bioindicadores de la calidad del agua en el río Shilcayo

Tesis para obtener el Título Profesional de Ingeniero Ambiental

Autores:

Jennifer Marizol Flores Ramirez
Lidia Angelica Upiachihua Mestanza

Asesor:

Dr. Victor Hugo Muñoz Delgado

Tarapoto, enero del 2024

DECLARACIÓN JURADA DE ORIGINALIDAD DE TESIS

Yo Victor Hugo Muñoz Delgado, docente de la Facultad de Ingeniería y Arquitectura, Escuela Profesional de Ingeniería Ambiental, de la Universidad Peruana Unión.

DECLARO:

Que la presente investigación titulada: **“BIOINDICADORES DE LA CALIDAD DEL AGUA EN EL RÍO SHILCAYO”** de los autores Jennifer Marizol Flores Ramirez y Lidia Angelica Upiachihua Mestanza tiene un índice de similitud de 12% verificable en el informe del programa Turnitin, y fue realizada en la Universidad Peruana Unión bajo mi dirección.

En tal sentido asumo la responsabilidad que corresponde ante cualquier falsedad u omisión de los documentos como de la información aportada, firmo la presente declaración en la ciudad de Tarapoto, a los 14 días del mes de enero del año 2025.



Dr. Victor Hugo Muñoz Delgado

ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS

ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS



En San Martín, Tarapoto, Morales, a 28 día(s) del mes de Noviembre del año 2024, siendo las 09:00 horas, se reunieron los miembros del jurado en la Universidad Peruana Unión Campus Tarapoto, bajo la dirección del (de la) presidente(a): Mtra. Betsabeth Teresa Padilla Macedo el (la) secretario(a): Mtra. Celia Paquita Lao Olivares y los demás miembros: Mtro. Carmelino Almestar Villegas y Mtra. Ericka Nayda Perales Domínguez y el (la) asesor(a) Dr. Victor Hugo Muñoz Delgado

con el propósito de administrar el acto académico de sustentación de la tesis titulado: "Bioindicadores de la calidad del agua en el río Shilcayo"

del(los) bachiller(es): a) Lidia Angelica Upiachihua Mestanza
 b) Jennifer Marizol Flores Ramirez
 c)

conducente a la obtención del título profesional de: Ingeniero Ambiental
(Denominación del Título Profesional)

El Presidente inició el acto académico de sustentación invitando al (a la) / a (los) (las) candidato(a)s hacer uso del tiempo determinado para su exposición. Concluida la exposición, el Presidente invitó a los demás miembros del jurado a efectuar las preguntas, y aclaraciones pertinentes, las cuales fueron absueltas por al (a la) / a (los) (las) candidato(a)s. Luego, se produjo un receso para las deliberaciones y la emisión del dictamen del jurado.

Posteriormente, el jurado procedió a dejar constancia escrita sobre la evaluación en la presente acta, con el dictamen siguiente:

Bachiller-(a): Lidia Angelica Upiachihua Mestanza

CALIFICACIÓN	ESCALAS			Mérito
	Vigesimal	Literal	Cualitativa	
<u>Aprobado</u>	<u>17</u>	<u>B+</u>	<u>Muy Bueno</u>	<u>Sobresaliente</u>

Bachiller -(b): Jennifer Marizol Flores Ramirez

CALIFICACIÓN	ESCALAS			Mérito
	Vigesimal	Literal	Cualitativa	
<u>Aprobado</u>	<u>17</u>	<u>B+</u>	<u>Muy Bueno</u>	<u>Sobresaliente</u>

Bachiller -(c):

CALIFICACIÓN	ESCALAS			Mérito
	Vigesimal	Literal	Cualitativa	

(*) Ver parte posterior

Finalmente, el Presidente del jurado invitó al (a la) / a (los) (las) candidato(a)s a ponerse de pie, para recibir la evaluación final y concluir el acto académico de sustentación procediéndose a registrar las firmas respectivas.

Presidente/a

[Firma]

Asesor/a

[Firma]

Bachiller (a)

[Firma]
Secretario/a

Miembro

[Firma]

Bachiller (b)

Miembro

[Firma]

Bachiller (c)

Dedicatoria

A Dios por su infinito amor y protección, por sus bendiciones en cada momento bonito y difícil, por guiar mi camino y brindarme sabiduría, sin Él esto no sería posible. Porque con Cristo todo y sin Cristo nada.

A mi mamá Marizol Ramirez por su amor incondicional y todos los sacrificios que hace por mí, eres mi inspiración y mi modelo a seguir, gracias por ser luz en mi vida y sostener mi mano siempre, tu apoyo y protección han sido el pilar de mi fortaleza.

A mi papá Manuel Flores por sus enseñanzas y acompañamiento, por sus buenos deseos y sacrificios que han sido fundamentales para mi desarrollo personal y académicos, gracias por ser mi héroe, por amarme y protegerme siempre.

A mi hermana Ariadna Marizol mi mejor amiga, mi alma gemela, mi compañera de risas y tristezas, gracias por estar incondicionalmente a mi lado y por brindarme tu amor, eres una de mis más grandes motivaciones, gracias por hacer de mi vida más bonita.

A mi abuelita Maguita por sus cuidados y bendiciones, por sus oraciones y su guía por el camino de Dios, por su compañía y calidez, gracias por tu amor y por permitirme ser tu "bastoncito".

A mi Maya por el amor más puro, compañera de largas noches de estudios, por su inigualable capacidad para brindar consuelo y alegría en los momentos más difíciles.

Dedico mi tesis a todos ellos, por su amor y apoyo incondicional, gracias por creer en mis capacidades incluso cuando yo dudaba de ellas, y por sacrificar tanto para que pudiera alcanzar mis metas. Este logro es también suyo. Los amo.

(Jennifer Marizol Flores Ramirez)

A Dios por haberme permitido llegar hasta este punto y haberme dado la salud para lograr mis objetivos, por guiar mi camino y darme la sabiduría necesaria para la vida, además de su infinita bondad y amor.

A mi mamá Luz Angelica que ha sabido formarme con buenos sentimientos, hábitos y valores, la cual me han ayudado a seguir adelante en los momentos más difíciles, gracias por siempre estar al lado mío brindándome mucho amor y sobre todo buscando lo mejor para mi vida, gracias por confiar y creer en mí, muchos de mis logros se lo debo a ti incluyendo este.

A mi papá Abner Upiachihua por siempre desear y anhelar lo mejor para mi vida, gracias por cada consejo, por cada apoyo incondicional y por cada una de tus palabras que me guiaron durante mi vida.

Dedico mi tesis a ustedes por el gran apoyo incondicional, sobre todo el amor que me brindan día a día, por su sacrificio por darme lo mejor y cumplir con mis objetivos. Este logro no sería posible si no fuera por ustedes, mis más grandes amores que Dios pudo darme. Los amo.

(Lidia Angelica Upiachihua Mestanza)

ÍNDICE

DECLARACIÓN JURADA DE ORIGINALIDAD DE TESIS	2
ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS	3
Dedicatoria	4
Resumen	6
Abstract.....	7
1 INTRODUCCIÓN	9
2 MATERIALES Y MÉTODOS	10
2.1 Descripción del lugar de estudio.....	10
2.2 Coordenadas UTM.....	10
2.3 Frecuencia del monitoreo	12
2.4 Metodología	12
2.4.1 Muestreo de agua	12
2.4.2 Muestreo hidrobiológico	14
2.4.3 Reconocimiento de los macroinvertebrados bentónicos	15
2.4.4 Análisis de los bioindicadores.....	15
2.4.5 Índice “Biological Monitoring Working Party” adaptado para Perú (BMWP) 16	
2.4.6 Procesamiento de datos.....	16
3 RESULTADOS.....	17
3.1 Monitoreo de la calidad del agua	17
3.2 Monitoreo biológico de macroinvertebrados bentónicos.....	19
3.3 Abundancia y riqueza específica de los taxones.....	21
3.4 Índice de Shannon Wiener	23
3.5 Relación entre variables	26
4 DISCUSIÓN.....	28
4.1 Análisis de la calidad biológica del agua del río Shilcayo.....	28
4.2 Análisis de los parámetros fisicoquímicos.....	31
4.3 Análisis de la relación entre BMWP y los principales parámetros fisicoquímicos	32
5 CONCLUSIONES	33
6 FÍGURAS Y TABLAS	35
REFERENCIAS.....	46
ANEXOS.....	49

Bioindicadores de la calidad del agua en el río Shilcayo

Bioindicators of water quality in the Shilcayo River

Jennifer Marizol Flores Ramírez, Lidia Angelica Upiachihua Mestanza

EP. Ingeniería Ambiental, Facultad de Ingeniería y Arquitectura, Universidad Peruana Unión, Perú.

Resumen

La presente investigación evaluó la calidad del agua de la cuenca media y baja del río Shilcayo, mediante la identificación de familias de macroinvertebrados bentónicos y su relación con los principales parámetros fisicoquímicos del agua; siendo un estudio de diseño no experimental longitudinal de tipo básico y con nivel descriptivo, correlacional e inferencial, el cual se llevó a cabo en seis (6) estaciones (tres en cuenca media y tres en cuenca baja) durante la época húmeda (abril) y época seca (septiembre) del 2023. Se evaluó los principales parámetros físico químicos como: Temperatura(°C), pH, conductividad eléctrica($\mu\text{S}/\text{cm}$), oxígeno disuelto(mg/L), sulfatos(mg/L), nitratos(mg/L), nitritos(mg/L), aluminio(mg/L) y manganeso (mg/L), con los que se obtuvo bajo oxígeno disuelto en tres (3) estaciones(E4, E5, E6), altos niveles de manganeso en una estación (E1) de igual forma con el parámetro de nitrito en cinco (5) estaciones (E1, E2, E4, E5, E6) en cuanto a la época húmeda; por su parte, el monitoreo de la época seca solo presentó altos niveles de manganeso en dos (2) estaciones(E2, E3) y nitrito en tres (3) estaciones (E4, E5, E6), con respecto a lo establecido en el D.S. 004-2017 MINAM, de la Categoría 3 (Riego de vegetales y bebida de animales), Subcategoría D1: Riego de vegetales. Paralelamente al monitoreo de calidad de agua se realizó el monitoreo hidrobiológico e identificación de bioindicadores, se recolectaron 617 macroinvertebrados bentónicos que se distribuyeron en 2 clases (insecta y gastrópoda), 10 órdenes y 14 familias. Por su parte, el índice BMWP adaptado para Perú nos permitió observar la equivalencia de los valores en relación a la calidad biológica del agua, donde se encontró niveles ligeramente contaminados (E1),

moderadamente contaminados (E2), muy contaminados (E3) y fuertemente contaminados (E4, E5, E6). Valores que presentan relación con las condiciones ambientales de cada una de las estaciones. Finalmente, en la correlación de Pearson con el índice BMWP adaptado para Perú se obtuvo resultados significativos y altamente significativos en ambos periodos de monitoreo; en la época húmeda, tanto la temperatura, conductividad, aluminio, manganeso y sulfato fueron significativos. Por otro lado, los parámetros de oxígeno disuelto y nitrato mostraron un comportamiento altamente significativo; por su parte, en época seca, la conductividad, nitrito y sulfatos fueron significativos, y el pH fue el único parámetro que mostró un comportamiento altamente significativo, lo que demuestra que, el comportamiento de la comunidad biológica que varía según su taxonomía (macroinvertebrados de agua de buena calidad y mala calidad), se encuentra en mayor porcentaje en aguas con menor contaminación; con todo lo expuesto se recomienda ampliar investigaciones sobre macroinvertebrados bentónicos como bioindicadores de la calidad de las aguas debido a su veracidad.

Palabras clave: macroinvertebrados bentónicos, calidad de agua, bioindicadores.

Abstract

This research evaluated the water quality of the middle and lower basin of the Shilcayo River, by identifying families of benthic macroinvertebrates and their relationship with the main physicochemical parameters of the water; being a longitudinal non-experimental design study of a basic type and with a descriptive, correlational and inferential level, which was carried out in six (6) stations (three in the middle basin and three in the lower basin) during the wet season (April) and dry season (September) of 2023. The main physical-chemical parameters were evaluated such as: Temperature ($^{\circ}\text{C}$), pH, electrical conductivity ($\mu\text{S}/\text{cm}$), dissolved oxygen (mg/L), sulfates (mg/L), nitrates (mg/L), nitrites (mg/L), aluminum (mg/L) and manganese (mg/L), with which low dissolved oxygen was obtained in three (3)

stations (E4, E5, E6), high levels of manganese in one station (E1) in the same way with the nitrite parameter in five (5) stations (E1, E2, E4, E5, E6) regarding the wet season; On the other hand, the monitoring of the dry season only presented high levels of manganese in two (2) stations (E2, E3) and nitrite in three (3) stations (E4, E5, E6), with respect to what is established in the D.S. 004-2017 MINAM, Category 3 (Irrigation of vegetables and animal drinking), Subcategory D1: Irrigation of vegetables. In parallel to the water quality monitoring, biological monitoring and identification of bioindicators were carried out, 617 benthic macroinvertebrates were collected that were distributed in 2 classes (insecta and gastropoda), 10 orders and 14 families. On the other hand, the BMWP index adapted for Peru allowed us to observe the equivalence of the values in relation to the biological quality of the water, where slightly contaminated levels (E1), moderately contaminated (E2), very contaminated (E3) and heavily contaminated (E4, E5, E6) were found. Values that are related to the environmental conditions of each of the stations. Finally, in the Pearson correlation with the BMWP index adapted for Peru, significant and highly significant results were obtained in both monitoring periods; in the wet season, temperature, conductivity, aluminum, manganese and sulfate were significant. On the other hand, the parameters of dissolved oxygen and nitrate showed a highly significant behavior; on the other hand, in the dry season, conductivity, nitrite and sulfates were significant, and pH was the only parameter that showed a highly significant behavior, which shows that the behavior of the biological community that varies according to its taxonomy (macroinvertebrates of good and poor quality water), is found in a higher percentage in waters with less contamination; with all the above, it is recommended to expand research on benthic macroinvertebrates as bioindicators of water quality due to its veracity.

Key words: Benthic macroinvertebrates, water quality, pollution.

1 INTRODUCCIÓN

La contaminación del agua es un problema que viene ocurriendo desde hace mucho tiempo, el crecimiento demográfico y el desarrollo de ciudades ha hecho que ríos, lagos y mares sean utilizados como vertederos de todo tipo de residuo, generando aumento de la contaminación de las fuentes hídricas.

Esta contaminación, ha afectado considerablemente la calidad del agua de las fuentes superficiales, que, en muchos casos son utilizados para potabilización, riego o recreación. (MINAM, 2016).

El río Shilcayo es un área especial para la conservación de la diversidad biológica en la región San Martín, precisamente por su localización en bosques húmedos y bosques secos tropicales, el área es el hogar de varias especies de aves endémicas, refugios de helechos y refugio para los anuros y macroinvertebrados acuáticos. (García Sinti, 2016).

En este sentido, surge la necesidad de conocer la situación de la calidad del agua del río Shilcayo y la influencia de las actividades antropogénicas y los procesos naturales, mediante la utilización de monitoreos de calidad de agua, así como muestreos hidrobiológicos de macroinvertebrados bentónicos; que servirán como bioindicadores de la calidad del agua, aplicando técnicas como BMWP (“Biological Monitoring Working Party”, adaptado para Perú), ayudando a determinar los resultados de forma precisa y fiable.

Por ejemplo, Marina Soto et al. 2018, Mohamed et al. 2020 y Daneshvar et al. 2017, realizaron estudios utilizando macroinvertebrados bentónicos para corroborar contaminación por derrame de petróleo, oligoelementos, nano plásticos, metales pesados, incluido el cambio climático. Gran parte de estos estudios se llevaron a cabo utilizando diversos índices biológicos tales como: Biological Monitoring Working Party

(BMWP), Andean Biotic Index (ABI), Ephemeroptera - Plecoptera - Trichoptera (EPT), Biotic Monitoring Patagonian Streams (BMPS).

La corroboración de que, los macroinvertebrados bentónicos siendo bioindicadores relacionados con parámetros físicoquímicos, denotan o no la calidad del agua en el río Shilcayo será fundamental para la implementación del proceso de evaluación que representa posibles alternativas de segundo uso al río Shilcayo, con mayor influencia en tomas de decisión por parte del gobierno local en lo que respecta a conservación, ya que el primer uso que se le da al mismo es para captación de agua para potabilización, lo que ocurre en el sitio alto de la cuenca, sin embargo, las labores para conservar esta fuente hídrica para revalorizarla son nulas.

2 MATERIALES Y MÉTODOS

2.1 Descripción del lugar de estudio

El estudio se realizó en diversos puntos de muestreo a lo largo del río Shilcayo, y para definirlos se realizó un recorrido a su trayectoria; identificando características específicas como la accesibilidad a la fuente hídrica, descargas de aguas residuales, distancia entre cada punto de muestreo y el estado de los bosques ribereños (Frank, 2010) .

Una vez realizado el recorrido visual, se planteó seis (6) estaciones de monitoreo en las distancias media y baja de la cuenca del Río Shilcayo (García Sinti, 2016) (Figura 1). Los cuales, fueron tomados por el Sistema de Posicionamiento Global – GPS modelo eTrex 10 (Rusia).

2.2 Coordenadas UTM

Dentro del río Shilcayo, se establecieron seis (6) estaciones de muestreo en función a su accesibilidad e importancia por actividades antropogénicas; los cuales se clasificaron en dos (2), de acuerdo a cuencas media y baja (García Sinti, 2016).

La primera estación de muestreo se ubica en la cuenca media, sin descargas evidentes de contaminación (Estación Centro Urku). Los bosques ribereños se asocian al ecosistema de la cuenca alta, con predominancia de bosques secundarios y relictos de bosques primarios. Está entre los bosques primarios del área de conservación cordillera escalera, con coordenadas UTM: X=350553, Y=9285200 y altitud de 390 msnm.

En la segunda estación, que se encuentra en la cuenca media (Estación Hotel Tucan Suites), cuenta con foco de contaminación de aguas grises; al lado derecho del río y al lado opuesto sólo se observaron árboles en la ribera. Ubicada en las coordenadas UTM: X=350217, Y=9282691 con una altitud de 318 msnm.

La tercera estación se encuentra en la cuenca media (Estación Puente Santa Ines). Esta mostró contaminación por aguas residuales domésticas (grises) y contaminación difusa por desechos sólidos. Se observaron árboles sólo en las orillas del río. Esta estación se ubica en las coordenadas UTM: X=349619, Y=9281577 a una altitud de 306 msnm.

La cuarta estación, ubicada en la cuenca baja (Estación Red de Desagüe), evidenció contaminación por aguas negras y contaminación difusa de residuos sólidos. El lado izquierdo de la ribera río abajo se encuentra con árboles distantes; sin embargo, el lado derecho no presenta árboles y sólo se observan pastos. Se presencia erosión hídrica en cárcavas y bancos de tierra. Esta estación se ubica en las coordenadas UTM: X=349089, Y=9280035 y una altitud de 258 msnm.

La quinta estación se ubica en la cuenca baja (Estación Parte Baja Chontamuyo), cuenta con contaminación por aguas negras y contaminación difusa de residuos sólidos. En ambos lados del río sólo se observan pastos y el caudal es bajo. Sus coordenadas UTM son: X= 348632, Y= 9278784 con altitud de 230 msnm.

Y finalmente, la sexta estación está localizada en la cuenca baja (Estación Desembocadura), se visualiza contaminación por aguas negras y contaminación difusa de residuos sólidos. En las riberas se evidencia escasos pastos con bajo caudal y volumen hídrico. La estación se ubica en las coordenadas UTM: X= 348588, Y= 9278223 a una altitud de 233 msnm.

2.3 Frecuencia del monitoreo

Según (Mena & Camila Germaná, 2016), para comparar la variación que adquiera la calidad del agua en diferentes periodos, se fraccionaron los monitoreos en dos etapas; en el mes de abril, que concierne a la época húmeda (noviembre a abril) y el mes de septiembre, en época seca (mayo a octubre) (Mena & Camila Germaná, 2016), debido a que existen diferencias en cuanto a las precipitaciones pluviales. Evidenciando que, según (Orellana, 2005), al aumentar la precipitación, los contaminantes se diluyen con mayor facilidad, haciendo que la carga contaminante disminuya.

El primer monitoreo se realizó el 15 y 16 de abril, mientras que el segundo se realizó el 14 de septiembre del 2023.

2.4 Metodología

2.4.1 Muestreo de agua

Siguiendo el “Protocolo Nacional para la Calidad de los Recursos Hídricos Superficiales” (ANA, 2016), tomando como referencia el punto 6.15. Procedimientos para la toma de muestras, con el apartado a. Toma de muestras en ríos o quebradas con bajo caudal. Se recolectaron muestras de agua, seis (6) muestras en época húmeda (3 de la cuenca media y 3 de la cuenca baja), y seis (6) muestras en época seca (3 de la cuenca media y 3 de la cuenca baja), obteniendo un total de 12 muestras sumergidas entre los dos monitoreos realizados (una muestra por cada punto en cada monitoreo), en frascos de vidrio de 500 mL de tapa rosca azul, con la finalidad de preservar la composición natural de la muestra para su posterior análisis.

Las muestras recolectadas fueron transportadas en un cooler para preservarlas, al laboratorio de Medio Ambiente de la Universidad Peruana Unión-Filial Tarapoto para realizar los análisis correspondientes.

De esta manera, la confirmación de la relación entre la calidad del agua y los macroinvertebrados bentónicos dará la oportunidad de un segundo uso productivo (riego de vegetales) al recurso hídrico de la cuenca media y baja del río Shilcayo, ya que cuenta con antecedentes de canal de riego en la cuenca media e infiltración de agua que conduce a sembríos en la cuenca baja. Tomando en cuenta solo esos sectores debido a que, la cuenca alta del mismo se ocupa para captación de agua para potabilización.

Escenario que generará mayor expectativa por parte del gobierno local y los ciudadanos en cuanto a la preservación del tramo de estudio, en vista de que, la fuente hídrica se encuentra en un estado deplorable.

La selección de los parámetros a analizar, se realizó, de acuerdo a lo indicado en el D.S. 004-2017 MINAM, de la Categoría 3 (Riego de vegetales y bebida de animales), Subcategoría D1: Riego de vegetales (República, 2017) (Tabla 1) y con la investigación bibliográfica de diferentes estudios en monitoreo de aguas superficiales mediante macroinvertebrados (García Sinti, 2016), (Pezo González, 2018), (Frank, 2010).

Se realizó la medición in situ de cuatro parámetros establecidos: pH, temperatura, oxígeno disuelto, con un multiparámetro marca Hanna modelo HI98194 (Italia) y conductividad eléctrica con un conductímetro impermeable marca Hanna modelo HI98303 (Italia); equipos del laboratorio de Medio Ambiente de la Universidad Peruana Unión-Filial Tarapoto, los cuales fueron previamente calibrados; tomando datos que fueron registrados en el cuaderno de campo con el anexo I del “Protocolo Nacional para el Monitoreo de la calidad de los Recursos Hídricos Superficiales” (ANA, 2016).

Posterior a ello, en el laboratorio de Medio Ambiente de la Universidad Peruana Unión Filial Tarapoto, se analizaron cinco (5) parámetros de cada una de las seis (6) muestras (en cada monitoreo) (Mena & Camila Germaná, 2016).

Todos los parámetros analizados en el laboratorio fueron medidos con un equipo espectrofotómetro de mesa multiparámetro marca Hanna Instruments Modelo HI 83300 (Italia). Para el parámetro de sulfato se usó el reactivo de Sulfato HANNA HI 93751-0x (Italia), nitrito se analizó con el reactivo de Nitrito HANNA HI 93708-0 (Italia), nitrato se midió con el reactivo de Nitrato HANNA HI 93728-0x rango alto (Italia), reactivo de Aluminio HANNA HI 93712-0x (Italia) y reactivo de Manganeso HANNA HI 709 rango alto (Italia) para el análisis de los parámetros manganeso y aluminio respectivamente; los cuáles (muestras de agua) fueron graduados con una pipeta Serológica graduada 10 ml en 1/10 Modelo 37033-10 (Italia), con las medidas protocolares según el manual del espectrofotómetro de mesa multiparámetro marca Hanna Instruments Modelo HI 83300 (Italia) que se encuentra en el laboratorio.

2.4.2 Muestreo hidrobiológico

Se hicieron evaluaciones previas para determinar el tiempo y área a evaluar por día, con el propósito de recolectar en las seis estaciones durante la mañana en un espacio de 30 metros del curso del río por cada punto (Samanez et al., 2014a).

Durante las colectas se exploró cuidadosamente cada uno de los hábitats posibles para formar una submuestra por muestreo. Estos hábitats incluyen el sustrato de fondo (piedra, arena, lodo), raíces y troncos sumergidos de árboles, sustratos artificiales o desechos sólidos como restos de basura. Se consideró el mismo esfuerzo de muestreo para cada estación y obtener resultados comparables (Hanson et al., 2010).

Las muestras se tomaron usando dos tipos de redes; la red tipo D-net, con dimensiones de 175 cm de longitud total, 30 cm de diámetro y 30 cm de base (Samanez et al., 2014a) (Figura 2) para barrer áreas difíciles de obtener, entre piedras; y la red tipo pantalla de 1 x 1 metro cuadrado, de 500 micras (Figura 3) para obtener la mayor diversidad posible, debido a la facilidad de uso al momento del muestreo en forma de barrido y los demás microhábitats. Las cuales fueron elaboradas por las autoras siguiendo las formas y medidas reglamentarias según el libro “Métodos de colecta, identificación y análisis de comunidades biológicas: plancton, perifiton, bentos (macroinvertebrados) y necton (peces) en aguas continentales del Perú” (Samanez et al., 2014b)

2.4.3 Reconocimiento de los macroinvertebrados bentónicos

Los macroinvertebrados bentónicos fueron recogidos en frascos de plástico con tapa de rosca, por cada punto de muestreo, con etanol al 70%, para posteriormente, transportarlos en un cooler y poder analizarlos en otro ambiente preparado con una lupa de bolsillo (monitoreo 1), así como en el laboratorio de Medio Ambiente de la Universidad Peruana Unión con un microscopio estereoscopio binocular Italiano (monitoreo 2), y con ayuda de una pinza de disección punta curva 115 mm (Italia) y una pinza de disección de 25 cm (Italia); para poder identificarlos a nivel de familia con mayor facilidad, mediante el uso de claves taxonómicas, con la ayuda del libro de (Hanson, Springer, & Ramirez, 2010).

Las puntuaciones de las familias de macroinvertebrados bentónicos para obtener el índice BMWP adaptado para Perú fueron: (Tabla 2).

2.4.4 Análisis de los bioindicadores

“Biological Monitoring Working Party” adaptado para Perú (BMWP), es un índice de alta aplicabilidad y eficiencia para conocer la calidad del agua. La adaptación comprende

en la adecuación de los puntajes y agregar nuevas familias que se encuentran en los ríos peruanos (Medina, 2007). Las familias que fueron recolectadas de los insectos fueron ordenadas en 10 grupos, de menor a mayor tolerancia a la contaminación.

La puntuación determinó para cada familia según su sensibilidad a la contaminación, la puntuación oscila entre 10 y 1, el valor menor para las especies más tolerantes (Sánchez, 2005).

2.4.5 Índice “*Biological Monitoring Working Party*” adaptado para Perú (BMWP)

Se utilizó las equivalencias de los valores en relación a la calidad biológica del agua con el índice BMWP (“*Biological Monitoring Working Party*” adaptado para Perú) (Tabla 3)

En la escala BMWP, muestra que, al obtener un puntaje menor a 15, este corresponde a una calidad del agua muy crítica, y puntajes iguales o mayores a 100 representan calidad del agua buena. Y los valores intermedios comprenden categorías de calidad entre crítica y aceptable.

2.4.6 Procesamiento de datos

Para la descripción de los atributos de los datos obtenidos en esta investigación, se utilizó estadística descriptiva y análisis inferencial. Seguidamente, se probaron variaciones significativas entre los parámetros fisicoquímicos del agua superficial y el Índice BMWP a través de la correlación R de Pearson. Para evaluar la abundancia y uniformidad de los macroinvertebrados bentónicos, la riqueza de especies se calculó mediante índices de diversidad como el índice de Shannon. Se utilizó IBM SPSS Statistics (Versión 25) y Microsoft Excel para todos los análisis estadísticos.

3 RESULTADOS

3.1 Monitoreo de la calidad del agua

En la tabla 4, se muestran los valores de los parámetros tomados en el primer monitoreo, realizado en el mes de abril (época húmeda), considerando el D.S. 004-2017 MINAM, de la Categoría 3 (Riego de vegetales y bebida de animales), Subcategoría D1: Riego de vegetales.

Tabla 4

Calidad del agua del río Shilcayo, época húmeda

Parámetros	Unidad	ECA	Cuenca Media			Cuenca Baja			Promedio
			1	2	3	4	5	6	
Potencial de hidrógeno (pH)	Unidad de pH	6.5-8.5	7.61	8.05	7.97	7.44	7.61	7.73	7.74
Temperatura	°C	Δ 3	24.43	25.99	26.63	26.15	28.85	29.29	26.89
Oxígeno Disuelto	mg/L	≥ 4	6.78	5.36	5.39	3.86	1.93	2.08	4.23
	%		85.3	68.7	69.8	49	25.7	27.9	54.4
Conductividad Eléctrica	μS/cm	2 500	0.18	0.21	0.25	0.5	0.62	0.65	0.40
Aluminio	mg/L	5	0.05	0.06	0.13	0.11	0.15	0.14	0.11
Manganeso	mg/L	0.2	0.3	0.1	0.2	0.1	0	0	0.12
Nitrito	mg/L	10	15	11	10	16	21	28	16.83
Nitrato	mg/L	100	1.6	21.8	10.2	>30	>30	>30	11.2
Sulfatos	mg/L	1000	15	15	15	55	60	50	35

El rango de pH de los puntos de monitoreo se registró dentro de los estándares de calidad, siendo el punto Cuenca baja 4 el sitio con menor pH (7.44); en cambio, el pH más alto registrado fue del punto Cuenca media 2 (8.05). Por otro lado, la temperatura del agua osciló entre 24.43 °C y 29,29 °C.

El oxígeno disuelto presenta niveles bajos en los tres puntos de la Cuenca baja con respecto al estándar de calidad. Mientras que, los parámetros de conductividad eléctrica, aluminio, nitrato y sulfatos evidencia valores adecuados según normativa.

Para el parámetro de manganeso solo se encontró altos niveles en el punto Cuenca media 1; por el contrario, el nitrito existente en los puntos sobrepasó los valores establecidos, a excepción del punto Cuenca media 3.

En la tabla 5, se muestran los valores de los parámetros tomados en el segundo monitoreo, realizado en el mes de septiembre (época seca), considerando el D.S. 004-2017 MINAM, de la Categoría 3 (Riego de vegetales y bebida de animales), Subcategoría D1: Riego de vegetales.

Tabla 5

Calidad del agua del río Shilcayo, época seca

Parámetros	Unidad	ECA	Cuenca Media			Cuenca Baja			Promedio
			1	2	3	4	5	6	
Potencial de hidrógeno (pH)	Unidad de pH	6.5-8.5	8.13	8.11	7.9	7.33	7.48	7.46	7.73
Temperatura	°C	Δ 3	28.22	28.37	29.62	29.83	33.8	34.09	30.66
Oxígeno Disuelto	mg/L	≥ 4	4.51	5.29	6.93	6.99	5.66	5.99	5.90
Conductividad Eléctrica	%		60.5	70.5	94.1	94.9	81.9	87	81.48
	μS/cm	2 500	0.21	0.23	0.33	0.78	1.03	0.84	0.57
Aluminio	mg/L	5	0.02	0.02	0.09	0.06	0.05	0.22	0.08
Manganeso	mg/L	0.2	0.2	0.5	0.3	0.1	0.1	0	0.20
Nitrito	mg/L	10	6	6	11	>30	25	24	14.40
Nitrato	mg/L	100	>30	1.5	6	6.1	10	13.7	7.46
Sulfatos	mg/L	1000	22	20	20	70	52	50	39.00

El rango de pH de los puntos de monitoreo se registró dentro de los estándares de calidad, siendo el punto Cuenca baja 4 el sitio con menor pH (7.33); en cambio, el pH

más alto registrado fue del punto Cuenca media 1 (8.13). Por otro lado, la temperatura del agua osciló entre 28.22 °C y 34.09 °C.

Los parámetros de, oxígeno disuelto, conductividad eléctrica, aluminio, nitrato y sulfatos se evidencian con valores dentro de las unidades establecidas con respecto a los estándares de calidad.

Para el parámetro de manganeso, se encontró altos niveles en los puntos Cuenca media 2 y 3; por el contrario, el nitrito existente en los puntos sobrepasó los valores establecidos, a excepción de los puntos Cuenca media 1 y 2.

3.2 Monitoreo biológico de macroinvertebrados bentónicos

En la tabla 6, se observa la cantidad de macroinvertebrados bentónicos encontrados en el primer monitoreo biológico realizado en el mes de abril (época húmeda), ordenados por especie y familia.

Tabla 6

Macroinvertebrados bentónicos en época húmeda

PUNTO: MEDIA 1		PUNTO: MEDIA 2		PUNTO: MEDIA 3		PUNTO: BAJA 4		PUNTO: BAJA 5		PUNTO: BAJA 6
Psephenidae	4	Odonata:Zygoptera: Coenagrionidae	22	Odonata:Zygoptera: Coenagrionidae	1	Chironomidae: Diptera	20	Chironomidae: Diptera	17	0
Hemiptera: Gerridae	11	Ephemeroptera: Leptophlebiidae	10	Megaloptera: Corydalidae	2	Annelida: Hirudinea	28	Annelida: Hirudinea	30	
Megaloptera: Corydalidae	20	Megaloptera: Corydalidae	20	Ephemeroptera: Leptophlebiidae	7					
Ephemeroptera: Leptophlebiidae	8	Coleoptera: Elmidae	1	Coleoptera: Elmidae	4					
Plecoptera: Perlidae	10	Tipulidae: Diptera	4	Tipulidae: Diptera	22					
Trichoptera: Hidropsychidae	3	Mollusca: Gastropoda: Thiaridae	4							
Coleoptera larva: Elmidae	1									

Odonata:Zygoptera: 22
 Coenagrionidae

TOTAL 79 TOTAL 61 TOTAL 36 TOTAL 48 TOTAL 47 TOTAL 0

Para el primero monitoreo (mes de abril) se contó con la siguiente diversidad biológica: 79 individuos en el punto Media 1, 61 individuos en el punto Media 2, 36 individuos en el punto Media 3, 48 individuos en el punto Baja 4, 47 individuos en el punto Baja 5 y la inexistencia de individuos en el punto Baja 6.

Contando con un total de 271 individuos de macroinvertebrados bentónicos .

En la tabla 7, se observa la cantidad de macroinvertebrados bentónicos encontrados en el segundo monitoreo biológico realizado en el mes de septiembre (época seca), ordenados por especie y familia.

Tabla 7

Macroinvertebrados bentónicos en época seca

PUNTO: MEDIA 1	PUNTO: MEDIA 2	PUNTO: MEDIA 3	PUNTO: BAJA 1	PUNTO: BAJA 2	PUNTO: BAJA 3
Hemiptera (naucoridae) 1	Odonata:Zygoptera: Coenagrionidae 13	Odonata:Zygoptera: Coenagrionidae 5	Chironomidae: Diptera 15	Chironomidae: Diptera 10	0
Hemiptera: Gerridae (patinadores) 8	Ephemeroptera: Leptophlebiidae 27	Annelida: Hirudinea 13	Annelida: Hirudinea 30	Annelida: Hirudinea 40	
Megaloptera: Corydalidae 14	Lepidoptera: crambidae 1	Ephemeroptera: Leptophlebiidae 1			
Ephemeroptera: Leptophlebiidae 9	Diptera: Psephenidae 28	Annelida: Hirudinea 14			
Plecoptera: Perlidae 9	Mollusca: Physidae 4	Mollusca: Physidae 2			
Larvas Trichoptera: Polycentropodidae 10	Tipulidae: Diptera 4	Diptera: Psychodidae 34			
Coleoptera larva: Elmidae 30					

Odonata:Zygoptera: 20
 Coenagrionidae

TOTAL 101 TOTAL 73 TOTAL 69 TOTAL 45 TOTAL 50 TOTAL 0

Para el segundo monitoreo (mes de septiembre) se contó con la siguiente diversidad biológica: 101 individuos en el punto Media 1, 73 individuos en el punto Media 2, 69 individuos en el punto Media 3, 45 individuos en el punto Baja 4, 50 individuos en el punto Baja 5 y la inexistencia de individuos en el punto Baja 6.

Contando con un total de 346 individuos de macroinvertebrados bentónicos .

3.3 Abundancia y riqueza específica de los taxones

En la tabla 8, se observa la abundancia y riqueza específica del primer monitoreo biológico realizado en el mes de abril (época húmeda) de la diversidad de macroinvertebrados bentónicos.

Tabla 8

Abundancia y riqueza específica, época húmeda

Periodo de Evaluación	Clase	Orden	Familia	Cuenca Media			Cuenca Baja			
				1	2	3	4	5	6	
MES DE ABRIL	INSECTA		Psephenidae	4	0	0	0	0	0	
			Díptera	Tipulidae	0	4	22	0	0	0
				Chironomidae	0	0	0	20	17	0
			Hemiptera	Gerridae	11	0	0	0	0	0
			Megaloptera	Corydalidae	20	20	2	0	0	0
			Ephemeroptera	Leptophlebiidae	8	10	7	0	0	0
			Odonata	Coenagrionidae	22	22	1	0	0	0
			Plecoptera	Perlidae	10	0	0	0	0	0
			Trichoptera	Hidropsychidae	3	0	0	0	0	0
			Coleoptera	Elmidae	1	1	4	0	0	0
GASTRÓPODA	Mollusca y Annelida		Thiaridae	0	4	0	0	0	0	
			Hirudinea	0	0	0	28	30	0	
		Abundancia Absoluta	79	61	36	48	47	0		
		Riqueza Especifica	8	5	5	2	2	0		

Durante este estudio se identificaron 2 clases de macroinvertebrados bentónicos, con 12 especies identificadas, que pertenecen a 9 órdenes, a saber: díptera (67), hemiptera (11), megaloptera (42), ephemeroptera (25), odonata (45), plecoptera (10), trichoptera (3), coleóptera (6) y mollusca y annelida (62). Díptera registró el mayor porcentaje de contribución con 40.45%, y el menor fue trichoptera, que representó 0.9%.

El mayor número de macroinvertebrados bentónicos se registró en el punto Cuenca media 1 (79 Individuos), y la inexistencia de los mismos se observó en el punto Cuenca baja 6 (0 Individuos).

Contando con un total de 271 individuos de macroinvertebrados bentónicos en el monitoreo biológico realizado el mes de abril del 2023.

En la tabla 9, se observa la abundancia y riqueza específica del segundo monitoreo biológico realizado en el mes de septiembre (época seca) de la diversidad de macroinvertebrados bentónicos.

Tabla 9

Abundancia y riqueza específica, época seca

Periodo de Evaluación	Clase	Orden	Familia	Cuenca Media				Cuenca Baja		
				1	2	3	4	5	6	
MES DE SEPTIEMBRE	INSECTA	Díptera	Psephenidae	0	28	0	0	0	0	
			Psychodidae	0	0	34	0	0	0	
			Chironomidae	0	0	0	15	10	0	
		Hemiptera	naucoridae	1	0	0	0	0	0	
			Gerridae	8	8	0	0	0	0	
		Megaloptera	Corydalidae	14	0	0	0	0	0	
		Ephemeroptera	Leptophlebiidae	9	27	1	0	0	0	
		Odonata	Coenagrionidae	20	13	5	0	0	0	
		Plecoptera	Perlidae	9	0	0	0	0	0	
		Trichoptera	Polycentropodidae	10	0	0	0	0	0	
		Coleoptera	Elmidae	30	0	0	0	0	0	
		Lepidoptera	crambidae	0	1	0	0	0	0	
		GASTRÓPODA	Mollusca y	Physidae	0	4	2	0	0	0
			Annelida	Hirudinea	0	0	27	30	40	0

Abundancia Absoluta	101	81	69	45	50	0
Riqueza Especifica	8	6	5	2	2	0

Durante este estudio se identificaron 2 clases de macroinvertebrados bentónicos, con 14 especies identificadas, que pertenecen a 10 órdenes, a saber: diptera (87), hemiptera (17), megaloptera (14), ephemeroptera (37), odonata (38), plecoptera (9), trichoptera (10), coleóptera (30), lepidóptera (1) y mollusca y annelida (103). Mollusca y annelida registró el mayor porcentaje de contribución con 33.6%, y el menor fue lepidoptera, que representó 3.46%.

El mayor número de macroinvertebrados bentónicos se registró en el punto Cuenca media 1 (101 Individuos), y la inexistencia de los mismos se observó en el punto Cuenca baja 6 (0 Individuos).

Contando con un total de 346 individuos de macroinvertebrados bentónicos en el monitoreo biológico realizado el mes de septiembre del 2023.

3.4 Índice de Shannon Wiener

En la tabla 10, se observa el índice de Shannon, el cuál mide la incertidumbre promedio en la predicción de a qué especie pertenecerá un individuo seleccionado al azar de una colección. Asume que los individuos son elegidas al azar y que se observan en la muestra. Cuando usamos logaritmo con base 2, el índice resulta en unidades de bits/individuo (Doria-Bolaños et al., 2021)

Ecuación 1.

$$H' = - \sum p_i \ln (p_i)$$

Donde:

H' = Valor del índice de diversidad

Σ = Índice de Uniformidad de especies

p_i = Abundancia relativa de una especie = n_i/N

n_i = Abundancia o cobertura de la especie i

N = Cobertura o abundancia total de todas las especies.

\ln = logaritmo (S)

Se considera que, en ecosistemas acuáticos, este índice resulta con un valor máximo de 4 para los insectos; siendo que, aquellos que adquieren valores inferiores, presentan aparente contaminación en sus aguas.

Tabla 10

Índice de Shannon (H')

Periodo de Evaluación	Cuenca Media			Cuenca Baja		
	1	2	3	4	5	6
ABRIL	1.80	1.45	1.12	0.68	0.65	0.00
SEPTIEMBRE	1.86	1.25	1.07	0.64	0.50	0.00

Los datos indican que en general, en todas las estaciones de muestreo existe una riqueza de máxima equidad en los puntos 1,2 y 3 de la cuenca media en ambos periodos de evaluación, y por el contrario en los puntos 4, 5 y 6 de la cuenca baja existe poca diversidad de las comunidades de insectas, reflejando que en estos puntos de muestreo se perciba la contaminación o deterioro de la calidad del río debido al vertimiento de aguas negras por la intervención del ser humano.

En la tabla 11, se observa los puntajes que se obtuvo de los macroinvertebrados bentónicos recolectados, de acuerdo a los valores dados de la *tabla 3*, que refieren a la calidad biológica de agua para la época húmeda.

Tabla 11

Puntuación de la calidad del agua en cuanto al índice BMWP, época húmeda.

Periodo de Evaluación	Clase	Orden	Familia	Cuenca Media			Cuenca Baja		
				1	2	3	4	5	6
	INSECTA	Diptera	Psephenidae	10	0	0	0	0	0

MES DE ABRIL		Tipulidae	0	3	3	0	0	0	
		Chironomidae	0	0	0	2	2	0	
	Hemiptera	Gerridae	8	0	0	0	0	0	
	Megaloptera	Corydalidae	6	6	6	0	0	0	
	Ephemeroptera	Leptophlebiidae	9	9	9	0	0	0	
	Odonata	Coenagrionidae	7	7	7	0	0	0	
	Plecoptera	Perlidae	10	0	0	0	0	0	
	Trichoptera	Hydropsychidae	7	0	0	0	0	0	
	Coleóptera	Elmidae	6	6	6	0	0	0	
	GASTRÓPODA	Mollusca y	Thiaridae	0	5	0	0	0	0
		Annelida	Hirudinea	0	0	0	3	3	0
		BMWP		63	36	31	5	5	0

La caracterización del agua según la puntuación nos muestra que el punto Cuenca media 1 presenta aguas ligeramente contaminadas; por otro lado, el punto Cuenca media 2 presenta aguas moderadamente contaminadas. Mientras que el punto Cuenca media 3 presenta aguas muy contaminadas. Sin embargo, los puntos Cuenca baja 4, 5 y 6 presentan situaciones alarmantes con aguas fuertemente contaminadas.

En la tabla 12, se observa los puntajes que se obtuvo de los macroinvertebrados bentónicos recolectados, de acuerdo a los valores dados de la *tabla 3*, que refieren a la calidad biológica de agua para la época seca.

Tabla 12

Puntuación de la calidad del agua en cuanto al índice BMWP, época seca.

Periodo de Evaluación	Clase	Orden	Familia	Cuenca Media			Cuenca Baja		
				1	2	3	4	5	6
MES DE SEPTIEMBRE	INSECTA		Psephenidae	0	10	0	0	0	0
		Díptera	Psychodidae	0	0	7	0	0	0
			Chironomidae	0	0	0	2	2	0
		Hemiptera	Naucoridae	7	0	0	0	0	0
			Gerridae	8	6	0	0	0	0
		Megaloptera	Corydalidae	6	0	0	0	0	0
		Ephemeroptera	Leptophlebiidae	9	9	9	0	0	0
		Odonata	Coenagrionidae	7	7	7	0	0	0
		Plecoptera	Perlidae	10	0	0	0	0	0
		Trichoptera	Polycentropodidae	9	0	0	0	0	0

	Coleóptera	Elmidae	6	0	0	0	0	0
	Lepidoptera	crambidae	0	5	0	0	0	0
GASTRÓPODA	Mollusca y	Physidae	0	3	3	0	0	0
	Annelida	Hirudinea	0	0	3	3	3	0
	BMWP		62	40	29	5	5	0

La caracterización del agua según la puntuación nos muestra que el punto Cuenca media 1 presenta aguas ligeramente contaminadas; por otro lado, el punto Cuenca media 2 presenta aguas moderadamente contaminadas. Mientras que el punto Cuenca media 3 presenta aguas muy contaminadas. Sin embargo, los puntos Cuenca baja 4, 5 y 6 presentan situaciones alarmantes con aguas fuertemente contaminadas.

3.5 Relación entre variables

En la tabla 13, se observa la relación en cuanto al Índice BMWP y los parámetros fisicoquímicos del agua en el segundo monitoreo realizado el mes de abril del 2023 (época húmeda)

Tabla 13

Correlación entre BMWP y parámetros fisicoquímicos, época húmeda

Parámetros	BMWP		
	r	p-valor	n
Ph	0.302	0.561	6
Temperatura	-0.835	0.039	6
Oxígeno Disuelto	0.93	0.007	6
Conductividad	-0.916	0.01	6
Aluminio	-0.828	0.042	6
Manganeso	0.897	0.015	6
Nitrito	-0.63	0.18	6
Nitrato	-0.929	0.007	6
Sulfatos	-0.875	0.023	6

Los resultados de la correlación entre el índice BMWP adaptado para Perú frente a cada uno de los principales parámetros fisicoquímicos determinados para el primer monitoreo realizado en época húmeda, mostraron que, tanto la temperatura, al

encontrarse en el promedio de °C normal al habitual, la conductividad al tener los valores permitidos para la concentración de sales e iones en macroinvertebrados bentónicos, el aluminio, manganeso y sulfato que son absorbidos por especímenes que colonizan ambientes contaminados, son significativos. Por otro lado, los parámetros de oxígeno disuelto y nitrato evidenciaron un comportamiento altamente significativo, esto debido a que, al tener relación directa con la temperatura, los macroinvertebrados bentónicos obtiene mayor cantidad de oxígeno y materia orgánica como alimento, teniendo en cuenta las adaptaciones taxonómicas de cada uno de ellos por familia.

En la tabla 14, se observa la relación en cuanto al Índice BMWP y los parámetros fisicoquímicos del agua en el primer monitoreo realizado el mes de septiembre del 2023 (época seca).

Tabla 14

Correlación entre BMWP y parámetros fisicoquímicos, época seca

Parámetros	BMWP		
	r	p-valor	n
Ph	-0.94	0.005	6
Temperatura	-0.807	0.052	6
Oxígeno Disuelto	-0.641	0.17	6
Conductividad	-0.905	0.013	6
Aluminio	-0.608	0.2	6
Manganeso	0.293	0.573	6
Nitrito	-0.916	0.1	6
Nitrato	0.478	0.337	6
Sulfatos	-0.82	0.045	6

Los resultados de la correlación entre el índice BMWP adaptado para Perú frente a cada uno de los principales parámetros fisicoquímicos determinados para el segundo monitoreo realizado en época seca, mostró que, tanto la conductividad, que cuenta con valores que se adaptan con la osmorregulación de los macroinvertebrados bentónicos, el nitrito que es su principal fuente de alimento y sulfatos son significativos. Por otro lado, el pH fue el único parámetro que evidenció un comportamiento altamente

significativo, esto debido a las condiciones climáticas para la adaptación de los macroinvertebrados bentónicos, los cuales en su mayoría tienen el sistema respiratorio con espiráculos o traqueolos, siendo menor las familias que se adaptan a diversos ambientes con la captura de oxígeno usando hemoglobina. Dejando en evidencia la adaptabilidad de algunas especies de macroinvertebrados bentónicos a la época.

4 DISCUSIÓN

4.1 Análisis de la calidad biológica del agua del río Shilcayo

Hoy en día, muchos países utilizan macroinvertebrados para el análisis de la calidad biológica del agua; en nuestro país solo se tiene conocimientos de algunos estudios realizados en las zonas del norte, costa y selva. El río Shilcayo con sus características únicas por el ecosistema del medio acuático, los cambios dinámicos y la importancia de la población merecen una atención especial al agua, puesto que son fuentes utilizadas para el consumo y la agricultura. En este sentido (Jacobo et al., 2020) indican que la aplicación de Biological Monitoring Working Party (BMWP) al ser un método sencillo basado en el análisis de la presencia de ciertas familias de macroinvertebrados tolerantes o sensibles a la contaminación, generan resultados rápidos y confiables para la evaluación de la calidad del agua. Asimismo (Euceda, 2020), indica, que una de las razones principales de su uso como indicadores en sistemas loticos (ríos, riachuelos, quebradas) se fundamentan principalmente, en que estos organismos presentan ciclos de vida más prolongadas en relación con otros organismos acuáticos microscópicos, además de poca movilidad, pueden ser cultivados en laboratorio, siendo rápidos y precisos, reflejando las condiciones que existían hace mucho tiempo. En términos generales la fauna de macroinvertebrados bentónicos en la cuenca del río Shilcayo para el mes de abril es de 2 clases, 9 órdenes y 13 especies (Tabla 6) y para el mes de septiembre es de 2 clases, 10 órdenes y 14 especies (Tabla 7), para las 6 estaciones

muestreadas en los dos periodos de muestreo realizado, de las 2 clases registradas, el más abundante y dentro de éste, la clase Insecta presentó la mayor cifra de abundancia, justificando lo indicado por (Pezo Gonzáles, 2018), entre los macroinvertebrados bentónicos, la clase insecta forman o suelen constituir entre el 85 y 75 % de todos los organismos debido a la variedad de adaptaciones morfológicas y fisiológicas que les permite alcanzar una formación y desarrollo óptimo en estos ambientes. Por lo cual esto explica gran parte, la mayor abundancia de los organismos de esta clase en la cuenca del río Shilcayo.

Para el mes de abril de los 9 órdenes registrados, diptera, hemiptera, megaloptera, ephemeroptera, odonata, plecoptera, trichoptera, coleóptera y mollusca y annelida fueron los más abundantes (Tabla 6) y para el mes de septiembre de las 10 órdenes registrados diptera, hemiptera, megaloptera, ephemeroptera, odonata, plecoptera, trichoptera, coleóptera, lepidóptera y mollusca y annelida, respectivamente. La numerosa difusión de estos organismos al recorrido de la cuenca es resultante en parte a la variedad de sustratos presentes (piedras, arena, macrófitos, etc) y poca intervención antrópica. (Pezo Gonzáles, 2018) menciona que ciertas órdenes se caracterizan por colonizar diferentes tipos de sustratos, los cuales les brindan las condiciones necesarias para incrementar tanto su diversidad como abundancia. Las diferencias son evidentes a los resultados de los puntos de muestreo, por esta razón siendo la cuenca del río Shilcayo, los macroinvertebrados listados en la parte de resultados, solo algunas familias pertenecientes del Orden Díptera, pueden resistir grados de contaminación ya sea en aguas estancadas o de corriente, estos organismos considerados como buenos indicadores de aguas de baja calidad, que en el caso del río shilcayo se llegó a la categoría crítica en la evaluación. (Mora et al., 2020) en su revista "calidad del agua según los macroinvertebrados bentónicos y parámetros fisicoquímicos en la cuenca del río Huacamarçanga (La Libertad, Perú)", en su análisis tanto para junio como para

diciembre fueron los que mayor valor tuvieron, pero conforme sigue su curso pasa a calidad dudosa (Aguas contaminadas) en el punto (P-2) y sigue bajando en el punto (P-3) a calidad crítica (aguas muy contaminadas), esto debido a que son afectadas por actividades antrópicas como la minería y el vertido de aguas servidas.

La menor abundancia absoluta total se dio en el mes de abril que corresponde al punto de la cuenca 3, las familias menos abundantes fueron: Coenagrionidae del orden Odonata, con 1 individuo, para el caso de la riqueza específica coincidentemente se tuvo una menor riqueza. Mientras que en el mes de septiembre que corresponde a la menor abundancia absoluta total corresponde al punto de la cuenca 4, de igual manera se tuvo la menor riqueza específica. Por lo tanto, en los puntos de la cuenca 3 y 4 se debe principalmente a diversas perturbaciones ambientales de fuentes antropogénicas donde las aguas residuales de la comunidad fluyen directamente al río Shilcayo y para ambos puntos hay un gran número de personas que acuden todos los días para arrojar sus desechos sólidos de una forma u otra sin control. En ese sentido (Carmona-Jiménez & Caro-Borrero, 2017) las comunidades de macroinvertebrados y algas asociadas a condiciones de referencia pueden estar sujetas a perturbaciones moderadas, lo que puede explicar su coexistencia en ríos de montaña de la Cuenca de México y posiblemente en ríos con características similares a los de la Faja Volcánica Transmexicana. La existencia de ríos es un factor decisivo en la preservación de la diversidad biológica.

Los datos indican que en general, en todas las estaciones de muestreo existe una riqueza de máxima equidad en los puntos 1,2 y 3 de la cuenca media en ambos periodos de evaluación, y por el contrario en los puntos 4, 5 y 6 de la cuenca baja existe poca diversidad de las comunidades de insectas, reflejando que en estos puntos de muestreo se perciba la contaminación o deterioro de la calidad del río debido al vertimiento de aguas negras por la intervención del ser humano. Asimismo, el índice de Shannon (H'),

aumenta aguas arriba del río Shilcayo, es decir los puntos alejados de zonas de poblaciones humanas presentan mayor diversidad de familias de macroinvertebrados bentónicos. En cambio, los puntos más próximos a la desembocadura presentan menor diversidad de familias de macroinvertebrados bentónicos. (Torpoco, 2022) encontraron un valor de índice de Shannon de la diversidad de familias de macro invertebrados de una quebrada en zonas rurales de 2.73; sin embargo, cuando la quebrada atravesaba zonas con poblaciones humanas, este índice tuvo un valor de 2.00.

4.2 Análisis de los parámetros fisicoquímicos

Los resultados obtenidos de los elementos fisicoquímicos de las estaciones de muestreo estudiados en la cuenca del río Shilcayo, el pH para el mes de abril cumplió con la normativa sobre calidad de agua para riego, sin embargo, en el mes de septiembre se dio un ligero aumento en la cuenca media 1 y 2, aunque cumplió con el ECA para riego. En cuanto a estas variaciones mínimas (Pezo Gonzáles, 2018) menciona que podrían ser debido a la actividad fotosintética (CO₂) y así mismo las concentraciones de pH pueden ser productos de las condiciones edáficas por lo que atraviesa las corrientes, sin embargo, estos cambios se encuentran dentro de los rangos naturales para la vida acuática (MINAM, 2016).

La temperatura vario entre 26.89 para el mes de abril y 30.66 para el mes de septiembre, reflejando una temperatura uniforme en los dos periodos de muestreo para ríos de zona baja ya que para zonas oscila de 31°C dependiendo de la altura (Forero, 2017). Se puede deducir que las condiciones son óptimas para el desarrollo de las especies puesto que los valores se encuentran dentro del rango.

Los valores de oxígeno disuelto de las 6 estaciones de muestreo durante los periodos de abril y septiembre expresan niveles relativamente buenos de oxígeno. Sin embargo en el periodo de abril específicamente en la cuenca baja 5 y 6 el nivel de oxígeno disuelto

es muy bajo indicando un mal estado debido a las altas concentraciones de materia orgánica (Forero, 2017). Bajas concentraciones de oxígeno probablemente pueden ser por la intervención de las aguas servidas de la zona.

El rango óptimo ideal para sobrevivencia de muchas especies es entre 7-8 lo ideal, pero aquellos que se encuentren debajo o fuera del rango han desarrollado una tolerancia en ambientes poco oxigenadas (Roldán-Pérez, 2016).

Los valores de aluminio, nitrato y sulfatos para ambos periodos de evaluación se evidencian con datos dentro de las unidades establecidas con respecto al ECA para riego, según (Sánchez & Baylón, 2018) menciona que estos metales en altos niveles limitan el crecimiento de las plantas al impedir la absorción de nutrientes, ocasionando la muerte y disminución de la vegetación. Por su parte, los parámetros como manganeso y nitrito se evidencio altos niveles de concentración sobrepasando los valores establecidos con el ECA para riego, a excepción de los puntos de la cuenca media 1 y 2.

4.3 Análisis de la relación entre BMWP y los principales parámetros fisicoquímicos

En el mes de abril se encontró relación significativamente entre el índice BMWP y los parámetros de temperatura, conductividad, aluminio, manganeso y sulfato. Por otro lado, los parámetros de oxígeno disuelto y nitrato mostraron un comportamiento altamente significativo con respecto al índice BMWP, determinando la estructura de la comunidad. Por esta razón, a medida que el índice disminuye, los parámetros aumentan a medida que se desciende de la cuenca del río Shilcayo debido a las diferentes actividades antropogénicas, las mismas que generan residuos que son arrastrados a través de la escorrentía.

En el mes de septiembre muestran que, tanto la conductividad, nitrito y sulfatos son significativos. Por otro lado, el pH es el único parámetro que muestra un comportamiento altamente significativo, demostrando que este último parámetro se comporta de manera neutra en la parte baja y tendiendo a ser alcalina en la parte alta de la cuenca. En la tabla 13, manifiesta que pH cercanos a la neutralidad son los que presentan mayor calidad de agua, esto debido a que después de las lluvias se pasa a la estación seca, por lo que las aguas de toda la cuenca estaban limpias y con pocos sedimentos. Según (Roldán, 1992), en que la mayoría de los ecosistemas acuáticos naturales el pH oscila entre 5,0 y 9,0, y aunque se encuentren microorganismos en hábitat dentro de límites muy amplios de pH, el pH interior se conserva alrededor del punto neutro, y más en aguas con velocidad de escorrentía si es continua; lo que corrobora que la cuenca del río Shilcayo, la escorrentía mantiene el caudal siempre con presencia de aguas ligeramente limpias y con algunos signos de contaminación.

5 CONCLUSIONES

En la cuenca media y baja del río Shilcayo se recolectaron e identificaron 17 familias de macroinvertebrados, que pertenecen a 2 clases y 10 órdenes taxonómicas, clasificación que permitió determinar el índice BMWP y posterior a ello se logró la puntuación de la calidad del agua de las seis estaciones monitoreadas; en ambos monitoreos, la calidad biológica del agua se mostró en el mismo rango según cada estación, evidenciando que: Estación I (Centro Urku) con calidad aceptable; Estación II (Hotel Tucán Suites) con calidad dudosa; por otro lado, la estación III (Puente San Inés) con calidad crítica; mientras que, las estaciones IV (Red de Desagüe), V (Parte baja Chontamuyo) y VI (Desembocadura) presentan calidad biológica del agua muy crítica.

Los resultados de los parámetros fisicoquímicos seleccionados, no superan el valor máximo de los Estándares de Calidad Ambiental para la categoría 3 de aguas para riego

de vegetales del Anexo 1: D1: Riego de vegetales del D.S. No 015- 2015 del MINAM, a excepción del parámetro de nitritos; confirmándose que la calidad de la cuenca del río Shilcayo, a pesar de su alto nivel orgánico, está en condiciones de calidad aceptable para ser utilizado para riego en la agricultura.

La correlación entre los principales parámetros fisicoquímicos y el índice BMWP muestran que se obtuvo resultados significativos y altamente significativos, lo que evidencia que, a mejores condiciones en valores de estándares de calidad del agua, mayor diversidad biológica de calidad buena existe. Haciendo que el planteamiento de, a mejor calidad de agua, mayor diversidad de macroinvertebrados bentónicos existe, sea verídica.

Los parámetros de calidad de agua analizados muestran concordancia con el estado situacional encontrados en la visita a campo.

Las claves taxonómicas de los macroinvertebrados bentónicos recolectados muestran relación con las características morfológicas para puntuación en cuanto a calidad de agua.

6 FIGURAS Y TABLAS

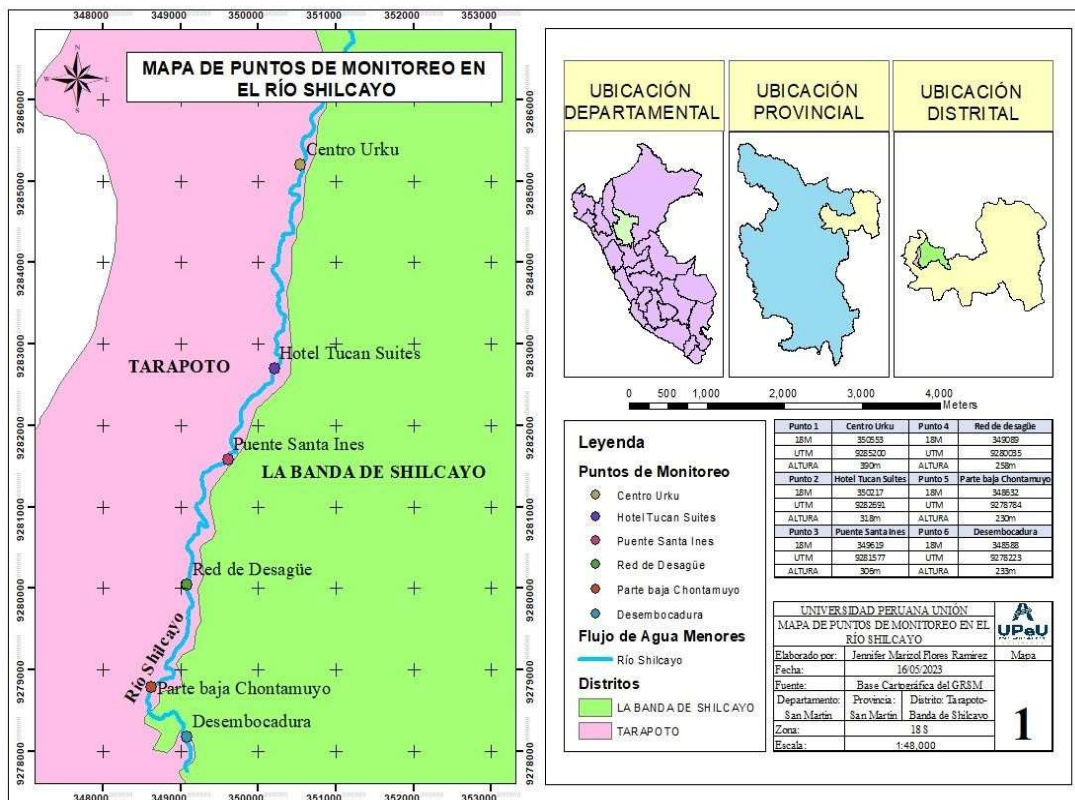


Figura 1. Mapa de localización de las estaciones de muestreo



Figura 2. Red tipo D-net



Figura 3. Red tipo pantalla



Figura 4. Primer punto de monitoreo: Centro Urku (cuenca media)



Figura 5. Segundo punto de monitoreo: Hotel Tucán Suites (cuenca media)



Figura 6. Tercer punto de monitoreo: Puente Santa Inés (cuenca media)



Figura 7. Cuarto punto de muestreo: Red de Desagüe (cuenca baja)



Figura 8. Quinto punto de muestreo: Parte baja Chontamuyo (cuenca baja)



Figura 9. Sexto punto de monitoreo: Desembocadura (cuenca baja)



Figura 10. Georreferenciación de los puntos de muestreo



Figura 11. Georreferenciación del canal de riego en cuenca media



Figura 12. Toma de muestra para análisis de calidad de agua, época húmeda



Figura 13. Toma de muestra para análisis de calidad de agua, época seca



Figura 14. Análisis físico-químico del agua



Figura 15. Elaboración de redes para monitoreo hidrobiológico



Figura 16. Primer monitoreo hidrobiológico, época húmeda



Figura 17. Hábitat de macroinvertebrados bentónicos



Figura 18. Selección por familia de macroinvertebrados bentónicos, época húmeda



Figura 19. Segundo monitoreo hidrobiológico, época seca



Figura 20. Identificación de macroinvertebrados bentónicos, época seca



Figura 21. Selección por familia de macroinvertebrados bentónicos, época seca



Figura 22. Odonata: Zygoptera



Figura 23. Psephenidae



Figura 24. Crambidae



Figura 25. Naucoridae

Tabla 1

Parámetros de la calidad de agua que se consideraron para el análisis

Parámetros	Unidad de medida	Sub categoría D1
FISICOS- QUÍMICOS		
Potencial de Hidrógeno (pH)	Unidad de pH	6,5 – 8,5
Temperatura	°C	Δ 3
Oxígeno Disuelto	mg/L	≥ 4
Conductividad	(μS/cm)	2 500
Nitratos (NO ₃ --N) + Nitritos (NO ₂ --N)	mg/L	100
Nitritos (NO ₂ --N)	mg/L	10
Sulfatos	mg/L	1 000
INORGÁNICOS		
Aluminio	mg/L	5
Manganeso	mg/L	0,2

Fuente: D.S. N°004-2017 MINAM (República, 2017).

Tabla 2

Puntuación de familias de macroinvertebrados bentónicos.






FAMILIAS	PUNTAJES
Anomalopsychidae, Atripletididae, Blepharoceridae, Calamoceratidae, Chordodidae, Ghomphidae, Hydridae, Lamoyridae, Lymnessiidae, Odontoceridae, Olineuriidae, Perlidae, Polithoridae, Psephenidae.	10

Ampullariidae, Dytiscidae, Ephemeridae, Euthyplociidae, gyridae, Hydraenidae, Hydrobiosidae, Leptoplebiidae, Philopotamidae, Polycentropodidae, Polymitarcydae, Xiphocentronidae.	9
Gerridae, Hebridae, Helicopsychidae, Hidrobiidae, Leptoceridae, Lesidae, palaemonidae, Pleidae, Pseudothelpusidae, Saldidae, Simuliidae, Veliidae.	8
Baetidae, Caenidae, Calopterygidae, Coenagrionidae, Corixidae, Dixidae, Dryopidae, Glossossomatidae, Hyalellidae, Hydroptilidae, Hydropsychidae, Leptohiphidae, Naucoridae, Notonectidae, Planariidae, Psychodidae, Scirtidae.	7
Aeshnidae, Ancyliidae, Corylidae, Elmidae, Libellulidae, Limnichidae, Lutruchidae, Megapodagrionidae, Silidae, Sthaphylinidae.	6
Belastomidae, Gelastocoridae, Mesoveliidae, Nepidae, Planorbiidae, Ppylidae, Tabanidae, Thiaridae.	5
Chrysomelidae, Stratiomidae, Haliplidae, Empididae, Dolochopodidae, Sphaeridae, Lymnaeidae, Hydrometidae, Noteridae.	4
Ceratopogonidae, Glossophoniidae, Ciclobdellidae, Hydrophilidae, Phyidae, Tipulidae.	3
Culicidae, Chironomidae, Muscidae, Sciomyzidae, Shirpidae	2
Turbificidae, Oligochaeta	1

Fuente: (Matos & Daniela, 2019)

Tabla 3

Calidad biológica del agua-Índice BMWP/Col

Clase	Calidad	BMWP/Col	Significado	Color
I	BUENA	>150 101-120	Aguas muy limpias a limpias	
II	ACEPTABLE	61-100	Aguas ligeramente contaminadas	
III	DUDOSA	36-60	Aguas moderadamente contaminadas	
IV	CRÍTICA	16-35	Aguas muy contaminadas	
V	MUY CRÍTICA	<15	Aguas fuertemente contaminadas	

REFERENCIAS

- ANA. (2016). Protocolo Nacional para la Calidad de los Recursos Hídricos Superficiales. Abdullah Al, M., Akhtar, A., Kamal, A. H. M., AftabUddin, S., Islam, M. S., & Sharifuzzaman, S. M. (2022). Assessment of benthic macroinvertebrates as potential bioindicators of anthropogenic disturbance in southeast Bangladesh coast. *Marine Pollution Bulletin*, 184(July), 114217. <https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2022.114217>
- Daneshvar, F., Nejadhashemi, A. P., Herman, M. R., & Abouali, M. (2017). Response of benthic macroinvertebrate communities to climate change. *Ecohydrology and Hydrobiology*, 17(1), 63-72. <https://doi.org/10.1016/j.ecohyd.2016.12.002>
- García Sinti, B. (2016). Evaluación de la calidad de agua del río Shilcayo, mediante la diversidad de insectos acuáticos, Tarapoto, Perú. 34. <https://bdigital.zamorano.edu/bitstream/11036/5726/1/IAD-2016-T015.pdf>
- Hanson, P., Springer, M., & Ramirez, A. (2010). Introducción a los grupos de macroinvertebrados acuáticos. Costa Rica: Centro de Investigación en Ciencias de Mar y Limnología, Universidad de Costa Rica.
- Marina Soto, L., Lafuente, W., Domínguez-Granda, L., & López, C. (2018). Efectos de un derrame de petróleo crudo en la comunidad de macroinvertebrados bentónicos de un río amazónico ecuatoriano. *Revista de Ciencias Ambientales*, 53(1), 1. <https://doi.org/10.15359/rca.53-1.1>
- MINAM. (2016). La calidad del agua y la contaminación de las aguas superficiales. 2006, 1-2.
- Mohamed, M. M., El-Shorbagy, W., Kizhisseri, M. I., Chowdhury, R., & McDonald, A. (2020). Evaluation of policy scenarios for water resources planning and management in an arid region. *Journal of Hydrology: Regional Studies*, 32(May), 100758. <https://doi.org/10.1016/j.ejrh.2020.100758>
- Carmona-Jiménez, J., & Caro-Borrero, A. (2017). Los últimos ríos periurbanos de la cuenca de México: establecimiento de las condiciones de referencia potenciales a

- través de su calidad ecológica e indicadores biológicos. *Revista Mexicana de Biodiversidad*, 88(2), 425-436. <https://doi.org/10.1016/j.rmb.2017.03.019>
- Doria-Bolaños, M. S., García-Gonzales, P., & Fachin-Ruiz, G. (2021). Estudio de diversidad de la entomofauna en el Centro de Biodiversidad de la Universidad Nacional de San Martín. *Revista Agrotecnológica Amazónica*, 1(2), 15-26. <https://doi.org/10.51252/raa.v1i2.177>
- Forero, J. (2017). Macroinvertebrados bentónicos y su relación con la calidad del agua en la cuenca alta del Río Frío (Tabio, Cundinamarca). *Pontificia Universidad Javeriana, Bogotá*, 78. <https://repository.javeriana.edu.co/bitstream/handle/10554/34419/ForeroDuarteJulian2017.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Frank. (2010). *Universidad Peruana Unión*. 1-303. [papers2://publication/uuid/45D7E632-B571-4218-9E47-8B4457FEA9D3](https://publicacion/uuid/45D7E632-B571-4218-9E47-8B4457FEA9D3)
- García Sinti, B. (2016). *Evaluación de la calidad de agua del río Shilcayo, mediante la diversidad de insectos acuáticos, Tarapoto, Perú*. 34. <https://bdigital.zamorano.edu/bitstream/11036/5726/1/IAD-2016-T015.pdf>
- Hanson, P., Springer, M., & Ramirez, A. (2010). *INTRODUCCIÓN A LOS GRUPOS DE MACROINVERTEBRADOS ACUÁTICOS*. 38. <https://www.ptonline.com/articles/how-to-get-better-mfi-results>
- Jacobo, J., Sanabria, L., & Pérez Barriga, D. (2020). Determinación de la Calidad del Agua mediante el índice BMWP/BOL (bioindicadores ecológicos) del Río Trancas, Municipio de Entre Ríos-Tarija. *Acta Nova*, 9(4), 569-591.
- Mena, J. L., & Camila Germaná. (2016). Diversidad biológica del sudeste de la Amazonía Peruana: avances en la investigación. In *Consortio Purús- Manu: WWF, CARE Perú, ProNaturaleza, ProPurús, Sociedad Zoológica de Fráncfort*.
- MINAM. (2016). *La calidad del agua y la contaminación de las aguas superficiales. 2006*, 1-2. https://www.minam.gob.pe/proyecolegios/Curso/curso-virtual/Modulos/modulo2/3Secundaria/Actividades-Aprendizaje/CTA_1/S3/anexo3/CTA_S3_Anexo_2.pdf
- Mora, G., Medina, C., Polo-Corro, J. L., & Hora, M. (2020). Water Quality According To Benthic Macroinvertebrates and Physical Chemical Parameters in the Huacamaranga River (La Libertad, Peru). *Rebiol*, 40(1), 85-98. <https://doi.org/10.17268/rebiol.2020.40.01.10>
- Orellana, J. A. (2005). Contaminación (Tema 2). *Ingeniería Sanitaria UTN - FRRO*, 1-27.
- Pezo Gonzáles, M. (2018). *Macroinvertebrados acuáticos como bioindicadores de la calidad del agua para riego del río cumbaza*.
- República, P. de la. (2017). Estándares de Calidad Ambiental (ECA) para Agua y establecen Disposiciones Complementarias. *El Peruano*, 10-19.
- Roldán-Pérez, G. (2016). Los macroinvertebrados como bioindicadores de la calidad del agua: cuatro décadas de desarrollo en Colombia y Latinoamérica. *Revista de La Academia Colombiana de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales*, 40(155), 254. <https://doi.org/10.18257/raccefyn.335>
- Samanez, I., Rimarachín, V., Palma, C., Arana, J., Ortega, H., Correa, V., & Hidalgo, M. (2014a). Métodos de colecta, identificación y análisis de comunidades biológicas: plancton, perifiton, bentos (macroinvertebrados) y necton (peces) en aguas continentales del Perú. In *Universidad Nacional Mayor de San Marcos*. <http://www.minam.gob.pe/diversidadbiologica/wp-content/uploads/sites/21/2014/02/Métodos-de-Colecta-identificación-y-análisis-de-comunidades-biológicas.compressed.pdf>
- Samanez, I., Rimarachín, V., Palma, C., Arana, J., Ortega, H., Correa, V., & Hidalgo,

- M. (2014b). Métodos de colecta, identificación y análisis de comunidades biológicas: plancton, perifiton, bentos (macroinvertebrados) y necton (peces) en aguas continentales del Perú. In *Universidad Nacional Mayor de San Marcos*.
- Sánchez, T., & Baylón, M. (2018). *Invertebrados Bentónicos Como*. 17.
- Torpoco, J. (2022). Diversidad De Macroinvertebrados Acuáticos Como Bioindicadores De Calidad Del Agua En La Laguna Choclococha, Provincia De Castrovirreyna, Huancavelica - 2022. In *Repositorio Institucional - UNH*.
<http://repositorio.unh.edu.pe/handle/UNH/2755>

ANEXOS

“AÑO DEL FORTALECIMIENTO DE LA SOBERANÍA NACIONAL”

RESOLUCIÓN N° 1570-2022/UPeU-FIA-CF-T

Lima, Ñaña 20 de diciembre de 2022

VISTO:

El expediente de **Lidia Angelica Upiachihua Mestanza**, identificado(a) con Código Universitario N° 201910319 y **Jennifer Marizol Flores Ramirez**, identificado(a) con Código Universitario N° 201910341, de la Escuela Profesional de Ingeniería Ambiental de la Facultad de Ingeniería y Arquitectura de la Universidad Peruana Unión;

CONSIDERANDO

Que la Universidad Peruana Unión tiene autonomía académica, administrativa y normativa, dentro del ámbito establecido por la Ley Universitaria N° 30220 y el Estatuto de la Universidad;

Que la Facultad de Ingeniería y Arquitectura de la Universidad Peruana Unión, mediante sus reglamentos académicos y administrativos, ha establecido las formas y procedimientos para la aprobación e inscripción del perfil de proyecto de tesis en formato artículo y la designación o nombramiento del asesor para la obtención del título profesional;

Que **Lidia Angelica Upiachihua Mestanza** y **Jennifer Marizol Flores Ramirez**, han solicitado: la inscripción del perfil de proyecto de tesis titulado "Bioindicadores de la calidad el agua del río Shilcayo" y la designación del Asesor, encargado de orientar y asesorar la ejecución del perfil de proyecto de tesis en formato artículo;

Estando a lo acordado en la sesión del Consejo de la Facultad de Ingeniería y Arquitectura de la Universidad Peruana Unión, celebrada el 20 de diciembre de 2022, y en aplicación del Estatuto y el Reglamento General de Investigación de la Universidad;

SE RESUELVE:

Aprobar el perfil de proyecto de tesis en formato artículo titulado "**Bioindicadores de la calidad el agua del río Shilcayo**" y disponer su inscripción en el registro correspondiente, designar a **Dr. Victor Hugo Muñoz Delgado** como ASESOR para que oriente y asesore la ejecución del perfil de proyecto de tesis en formato artículo el cual fue dictaminado por: **Mtro. Carmelino Almestar Villegas** y **Ing. Ericka Nayda Perales Domínguez**, otorgándoles un plazo máximo de doce (12) meses para la ejecución.

Regístrese, comuníquese y archívese.




Dra. Erika Inés Acuña Salinas
DECANA




Dr. Santiago Ramírez López
SECRETARIO ACADÉMICO

CC:
-Interesado
Asesor
Dirección General de Investigación
Archivo

Figura 26. Resolución de inscripción del perfil de proyecto de tesis

Estimados Autores:

Su artículo "*Bioindicadores de la calidad del agua en el río Shilcayo*" ha sido recibido y le asignamos el número de referencia **MIUM27-52**. Actualmente se encuentra en proceso de verificación antiplagio y revisión por pares. Solicitamos de ser posible una recomendación de posibles revisores que sean fuera de su organización.

Quedamos atentos ante cualquier consulta.

Saluda atentamente,

Mag. Ing. Fernando A. Hernández / **Editor**

Figura 27. Evidencia de sumisión del artículo en una revista