UNIVERSIDAD ESTATAL AMAZÓNICA

FACULTAD CIENCIAS DE LA VIDA

CARRERA DE INGENIERIA AMBIENTAL

TRABAJO DE INTEGRACIÓN CURRICULAR

TEMA:

DETERMINACIÓN DE LA CALIDAD DEL AGUA MEDIANTE MACROINVERTEBRADOS ACUÁTICOS, EN EL ESTERO BALTIRACU, COLONIA AIRE LIBRE, EN LA PARROQUIA VERACRUZ, PROVINCIA DE PASTAZA.

AUTOR(ES):

John Henry Quiroz Santi

DOCENTE - TUTOR:

Msc. Angélica María Tasambay Salazar

Puyo - Pastaza - Ecuador

2023

UEA
UNIVERSIDAD
ESTATAL AMAZÓNICA

FORMATO 4
APROBACIÓN DE LOS TRABAJOS DE INTEGRACIÓN CURRICULAR

En el siguiente cuadro se detalla un conjunto de criterios a evaluar con un total de cien (100) puntos.

Criterios	Puntaje	Argumentos de la calificación
1. TÍTULO		
El título es conciso e informativo de la idea principal del escrito. Genera expectativas de lectura que se cumplen.	5.0 / 5	Cumple con lo establecido
2. RESUMEN		
Entrega información necesaria que oriente al lector a identificar de que se trata la investigación y su relevancia. Incorpora los objetivos, metodología, principales harrazgos y conclusiones.	5.0 / 5	El resumen es conciso y coherente
3. INTRODUCCIÓN		
Entrega información sobre temática a tratar. Describe la relevancia del tema dentro de las temáticas de investigación, vinculación y docencia. Presentación del problema y objetivos del problema del artículo de manera clara y concisa.	17.0 / 20	Aún persisten ciertos errores en el uso de signos de puntuación
4. MARCO TEÓRICO		
Marco teórico coherente y articulado con los objetivos. Entrega conceptos de términos que son empleados en el estudio. Sustenta el referente conceptual con adecuadas fuentes de autoridad.	13.0 / 15	El marco teórico presenta ciertos errores de forma pero, en general está bien articulado.
5. METODOLOGÍA		
Describe el tipo de investigación a desarrollar. Expone con claridad el procesamiento de la información y obtención de los datos. Plantea los criterios de análisis con que se abordo la información.	12.0 / 15	En cuanto a la hora de muestreo existe un vacío pues no se justifica si las 15h00 es una hora adecuada para realizar el muestreo o la hora no influye en lo absoluto.

6. ANÁLISIS DE RESULTADOS		
Entrega los resultados de manera organizada a partir del problema planteado, objetivos específicos, etc. Los cuadros y figuras son pertinentes y estan claramente representados. El texto no repite infromación entregada en los cuadros y figuras.	22.0 / 25	Cumple con lo estipulado en este parámetro, pero la propuesta no es lo suficientemente convincente.
7. CONCLUSIONES		
Las conclusiones deben ser claras y precisas, acorde a los objetivos trazados. Discute, reflexiona sobre los resultados obtenidos.	7.0 / 10	Las conclusiones son demasiado extensas. Pudieran haberse sintetizado mejor, en función de los objetivos propuestos
8. REFERENCIAS		
Atiende las normas APA en las citas, fuentes y referencias. Las referencias bibliográficas tienen la fuente en el texto y viceversa.	5.0 / 5	Cumple con lo estipulado
VALORACIÓN TOTAL	86	OCHENTA Y SEIS

DICTAMEN

Marque la casilla correspondiente a su criterio de evaluación respecto al documento revisado.

Recomendación	Marque con X
Aprobar	X
No Aprobar	
CALIFICACIÓN	86

Atentamente,

Firmado electrónicamente por:
MARCOS DAVID LANDIVAR VALVERDE

MARCOS DAVID LANDIVAR VALVERDE (PAR CIEGO)

Dado en la ciudad de PUYO, a los 12 días del mes de SEPTIEMBRE de 2023

UEA
UNIVERSIDAD
ESTATAL AMAZÓNICA

FORMATO 4
APROBACIÓN DE LOS TRABAJOS DE INTEGRACIÓN CURRICULAR

En el siguiente cuadro se detalla un conjunto de criterios a evaluar con un total de cien (100) puntos.

Criterios	Puntaje	Argumentos de la calificación
1. TÍTULO		
El título es conciso e informativo de la idea principal del escrito. Genera expectativas de lectura que se cumplen.	5.0 / 5	Cumple con los criterios de evaluación
2. RESUMEN		
Entrega información necesaria que oriente al lector a identificar de que se trata la investigación y su relevancia. Incorpora los objetivos, metodología, principales harrazgos y conclusiones.	5.0 / 5	Cumple con los criterios de evaluación
3. INTRODUCCIÓN		
Entrega información sobre temática a tratar. Describe la relevancia del tema dentro de las temáticas de investigación, vinculación y docencia. Presentación del problema y objetivos del problema del artículo de manera clara y concisa.	20.0 / 20	Cumple con los criterios de evaluación
4. MARCO TEÓRICO		
Marco teórico coherente y articulado con los objetivos. Entrega conceptos de términos que son empleados en el estudio. Sustenta el referente conceptual con adecuadas fuentes de autoridad.	15.0 / 15	Cumple con los criterios de evaluación
5. METODOLOGÍA		
Describe el tipo de investigación a desarrollar. Expone con claridad el procesamiento de la información y obtención de los datos. Plantea los criterios de análisis con que se abordo la información.	15.0 / 15	Cumple con los criterios de evaluación

6. ANÁLISIS DE RESULTADOS		
Entrega los resultados de manera organizada a partir del problema planteado, objetivos específicos, etc. Los cuadros y figuras son pertinentes y estan claramente representados. El texto no repite infromación entregada en los cuadros y figuras.	25.0 / 25	Cumple con los criterios de evaluación
7. CONCLUSIONES		
Las conclusiones deben ser claras y precisas, acorde a los objetivos trazados. Discute, reflexiona sobre los resultados obtenidos.	10.0 / 10	Cumple con los criterios de evaluación
8. REFERENCIAS		
Atiende las normas APA en las citas, fuentes y referencias. Las referencias bibliográficas tienen la fuente en el texto y viceversa.	5.0 / 5	Cumple con los criterios de evaluación
VALORACIÓN TOTAL	100	CIEN

DICTAMEN

Marque la casilla correspondiente a su criterio de evaluación respecto al documento revisado.

Recomendación	Marque con X
Aprobar	X
No Aprobar	
CALIFICACIÓN	100

Atentamente,

Firmado electrónicamente por:
SEGUNDO BOLIER
TORRES NAVARRETE

SEGUNDO BOLIER TORRES NAVARRETE (PAR CIEGO)

Dado en la ciudad de PUYO, a los 13 días del mes de SEPTIEMBRE de 2023

Ouriginal by Turnitin

Firmado electrónicamente por:
ANGELICA MARIA TASAMBAY SALAZAR

Document Information

Analyzed document	ESTERO-BALTIRACU-QUIROZ-2023.docx (D173477689)
Submitted	9/6/2023 3:57:00 AM
Submitted by	
Submitter email	amb2015603@uea.edu.ec
Similarity	1%
Analysis address	atasambay.uea@analysis.urkund.com

Sources included in the report

SA **TESISSSS para entregar CORRECIONES (IRENE Y JOSE).docx**
Document TESISSSS para entregar CORRECIONES (IRENE Y JOSE).docx (D12534317) 1

SA **J.SALTOS FINAL.docx**
Document J.SALTOS FINAL.docx (D23315845) 1

Entire Document

Determinación de calidad del agua mediante macroinvertebrados acuáticos, en el Estero Baltiracu, colonia Aire Libre, parroquia Veracruz, provincia Pastaza.

John Quiroz Santi 11 amb2015603@
uea.edu.ec
, M.Sc2 @uea.edu.ec
Universidad Estatal Amazónica, Facultad de ciencias de la vida, Carrera
de Ingeniería Ambiental

Resumen El
estudio fue realizado en el estero Baltiracu localizado en la Colonia “Aire Libre” en la parroquia Veracruz, provincia de Pastaza, en donde la agricultura, el balneario y actividades turísticas afectan a la calidad del agua. Los habitantes de la colonia utilizan agua entubada y se ven en la necesidad de utilizar este recurso para fines recreativos y el consumo humano, desde ese punto de vista surge la necesidad por determinar las características del agua para definir sus usos de forma segura. Para determinar la calidad del agua del estero Baltiracu se utilizó la identificación de macroinvertebrados estableciéndose una clasificación acorde al orden, familia y género en cuatro puntos de muestreo del estero. Se utilizaron los Índices de EPT (Ephemeroptera, Plecoptera, Trichoptera), Índice de Sensibilidad e Índice de Diversidad de Simpson para determinar las características del agua del Estero Baltiracu. Determinándose como resultados agua de buena calidad con un valor promedio del 51% en los tres primeros puntos de muestreo, siendo el macroinvertebrado más predominante la familia Calopterygidae del orden Odonata el cuarto punto presentó el 31% de índice de calidad de agua regular debido a los vertidos domésticos y actividades recreacionales, donde se encontraron la familia Perlidae y Perlodidae del orden Plecoptera en menor número que son los más sensibles a la contaminación. Los resultados obtenidos mediante el índice de calidad del agua indican que son aptas para fines recreativos, agrícolas y no para el consumo humano. Se propone por tanto acciones de conservación de la cuenca, impartición de charlas de educación ambiental a los habitantes de la colonia y realizar monitoreos frecuentes para la preservación del recurso.

Palabras Clave: macroinvertebrados, muestreo, calidad del agua, antrópico.

Determinación de la calidad del agua mediante macroinvertebrados acuáticos, en el Estero Baltiracu, colonia Aire Libre, en la parroquia Veracruz, provincia de Pastaza.

John Henry Quiroz Santi 1[1]
amb2015603@uea.edu.ec

Angélica María Tasambay Salazar, M.Sc[2]
atasambay@uea.edu.ec

Universidad Estatal Amazónica, Facultad de ciencias de la vida, Carrera de Ingeniería Ambiental

Resumen

El estudio fue realizado en el estero Baltiracu localizado en la Colonia "Aire Libre" en la parroquia Veracruz, provincia de Pastaza, en donde la agricultura, el balneario y actividades turísticas afectan a la calidad del agua. Los habitantes de la colonia utilizan agua entubada y se ven en la necesidad de utilizar este recurso para fines recreativos y el consumo humano, desde ese punto de vista surge la necesidad por determinar las características del agua para definir sus usos de forma segura. Para determinar la calidad del agua del estero Baltiracu se utilizó la identificación de macroinvertebrados estableciéndose una clasificación acorde al orden, familia y género en cuatro puntos de muestreo del estero. Se utilizaron los Índices de EPT (Ephemeroptera, Plecóptera, Trichoptera), Índice de Sensibilidad e Índice de Diversidad de Simpson para determinar las características del agua del Estero Baltiracu. Determinándose como resultados agua de buena calidad con un valor promedio del 51% en los tres primeros puntos de muestreo, siendo el macroinvertebrado más predominante la familia Calopterygidae del orden Odonata el cuarto punto presentó el 31% de índice de calidad de agua regular debido a los vertidos domésticos y actividades recreacionales, donde se encontraron la familia Perlidae y Perlodidae del orden Plecóptera en menor número que son los más sensibles a la contaminación. Los resultados obtenidos mediante el índice de calidad del agua indican que son aptas para fines recreativos, agrícolas y no para el consumo humano. Se propone por tanto acciones de conservación de la cuenca, impartición de charlas de educación ambiental a los habitantes de la colonia y realizar monitoreos frecuentes para la preservación del recurso.

Palabras Clave: macroinvertebrados, muestreo, calidad del agua, antrópico.

Abstract

The study was carried out in the Baltiracu estuary located in the Colonia "Aire Libre" in the Veracruz parish, Pastaza province, where agriculture, spas, and tourist activities affect water quality. The inhabitants of the colony use piped water and see the need to use this resource for recreational purposes and human consumption. From this point of view the need arises to determine the characteristics of the water to define its uses safely. To determine the water quality of the Baltiracu estuary, the identification of macroinvertebrates was used, establishing a classification according to order, family and gender in four sampling points of the estuary. The EPT Indices (Ephemeroptera, Plecoptera, Trichoptera), Sensitivity Index and Simpson Diversity Index were used to determine the water characteristics of Estero Baltiracu. Determining as results good quality water with an average value of 51% in the first three sampling points, the most predominant macroinvertebrate being the Calopterygidae family of the Odonata order, the fourth point presented 31% regular water quality index due to the domestic discharges and recreational activities, where the family Perlidae and Perlodidae of the Plecoptera order were found in smaller numbers, which are the most sensitive to contamination. The results obtained through the water quality index indicate that they are suitable for recreational and agricultural purposes and not for human consumption. Therefore, conservation actions for the basin are proposed, giving environmental education talks to the inhabitants of the neighborhood and carrying out frequent monitoring for the preservation of the resource.

Keywords*:* macroinvertebrates; monitoring, water quality, anthropogenic.

1. INTRODUCCIÓN

El planeta Tierra está constituido en su mayor parte por agua, componiéndose en su mayor parte por agua salada en océanos y mares con un 97.5 % y el 2.5% de agua dulce que se encuentran en los glaciales, acuíferos, lagos y ríos. El agua de los ríos tiene especial interés a nivel global por el uso por parte de población a nivel turístico, ganadero y agrícola entre otros, (Zambrano, Delgado, Zambrano & Peñaherrera, 2022).

En el transcurso del tiempo el agua a nivel mundial es uno de los recursos más afectados por la contaminación debido a las actividades antrópicas, una de las principales causas son los asentamientos humanos en los alrededores de estas fuentes hídricas de las cuales se descargan las aguas grises o aguas negras de forma directa e indirecta sin ningún tipo de tratamiento que minimice la presencia de sustancias contaminantes procedentes de actividades domésticas o industrias en forma general (Méndez, 2023).

El estrés hídrico está relacionado con el crecimiento demográfico, la urbanización y el desarrollo económico de la población, forzando a un cambio desproporcionado en la sostenibilidad de los recursos naturales (Zambrano et al.,2022).

La alteración en un ecosistema acuático depende de los factores ambientales o de

actividades antrópicas, los cuales alteran el equilibrio biológico y para restaurar algunos de los ecosistemas amenazados en el mundo, se han desarrollado varios índices de diversidad, abundancia, la riqueza y uniformidad para determinar las condiciones dentro de su comunidad acuática (Guerrero, Rodríguez, Serafín, Schuth & Noriega, 2022).

La calidad del agua a nivel mundial en estos últimos años ha presentado un deterioro constante dentro de las comunidades biológicas acuáticas, alterando su dinámica fluvial y equilibrio hidrológico, para identificar este deterioro dentro de los ecosistemas acuáticos se utilizan métodos físicos, químicos, microbiológicos además existen otros métodos de recolección de muestras el método cuantitativo es recomendable para el uso descriptivo de estos macroinvertebrados acuáticos que mediante comportamientos, eventos, interacciones y estímulos presencian los impactos negativos y alteraciones en las que se encuentra un cause hidrológico (Aguilar, López, Chávez & Murillo, 2022).

Como mencionan Redrobán (2022), en el Ecuador el agua es un recurso fundamental que fue reconocido como parte del derecho del Buen Vivir, por el cual se considera a la calidad del agua un factor importante para salud y la vida, tomado medidas adecuadas para identificar la contaminación de los ecosistemas del agua dulce a fin de reconocer las enfermedades que afectan a los seres vivos incluyendo al hombre.

En el Ecuador el recurso hídrico es abundante pero no existe un adecuado manejo de volúmenes de agua en todo el territorio por la alta presión demográfica y una carencia en lograr la calidad en el agua para la población debido a la alta demanda en sectores industriales, riego y consumo humano. Sin embargo, el rápido crecimiento de habitantes genera mayor demanda en el área rural y urbana por el cual hace que todos no tengan acceso a la red pública de agua potable (Chamba, Massa & Fries, 2019).

En la provincia de Pastaza, según Plan de Desarrollo y Ordenamiento Territorial de Pastaza (2019-2023), en el área rural el recurso hídrico se obtiene de nacientes, esteros y ríos cercanos a los poblados, debido a muchos efluentes naturales que existe dentro de la amazonia, conlleva a determinar el grado de contaminación que puedan tener los ríos y esteros para el consumo, producción industrial y riego en la agricultura.

La identificación de macroinvertebrados a nivel mundial y regional al igual que a nivel local varían tienen diferentes condiciones climáticas, edáficas, entre otras se diferencian en la zona de estudio y la heterogeneidad de hábitat, el potencial hídrico cuenta con caudales provenientes de arroyos, nacientes y manantiales, generando diferentes especies y organismos acuáticos en dependencia de la calidad del agua (Carrasco, 2022).

En la parroquia Veracruz, provincia de Pastaza, existe un aumento progresivo de habitantes en donde el Gobierno Autónomo Descentralizado de la Parroquia de Veracruz (GADPVz, 2019), no logran distribuir en todos los sectores poblados el servicio de agua potable y solo cuentan con agua entubada, en algunos sectores se utiliza el agua sin ningún tipo de tratamiento y en los poblados más alejados de la urbanización se ven obligados a abastecerse con el agua de lluvia, esteros y ríos, sin contar con ningún tipo de estudio previo de las características del agua.

La presente investigación realizada en la Colonia Aire Libre, parroquia Veracruz en el Estero Baltiracu se ha visto afectado por las actividades antrópicas realizados en el lugar como el balneario, senderos, actividades productivas como agricultura, piscicultura y actividades turísticas de la asociación de servicios turísticos Piedra Viva en el lugar.

Los habitantes de la colonia Aire Libre utilizan agua entubada ya que no cuentan con agua potable, de esta manera surge la necesidad de determinar las características del agua de una fuente natural disponible cercana que es el estero Baltiracu y así definir el uso del agua que puede abastecer a la población para fines recreativos y el consumo humano y otras actividades productivas en el lugar. Se aplicó un método biológico para determinar la calidad del agua mediante la identificación de macroinvertebrados acuáticos, utilizando los Índices de EPT (Ephemeroptera, Plecoptera, Trichoptera), Índice de Sensibilidad y Índice de Diversidad de Simpson. En base a la información obtenida se formuló medidas de solución a fin de mejorar las condiciones del lugar y la calidad de vida de los habitantes de la colonia Aire Libre.

2. MATERIALES Y MÉTODOS

2.2 Materiales y equipos de protección

Los materiales utilizados en la práctica de investigación fueron, red tipo D, bandejas de plástico, hielera, frascos de muestras, alcohol al 70% y pinzas de punta fina, cinta métrica, equipos de protección personal como botas de caucho, guantes.

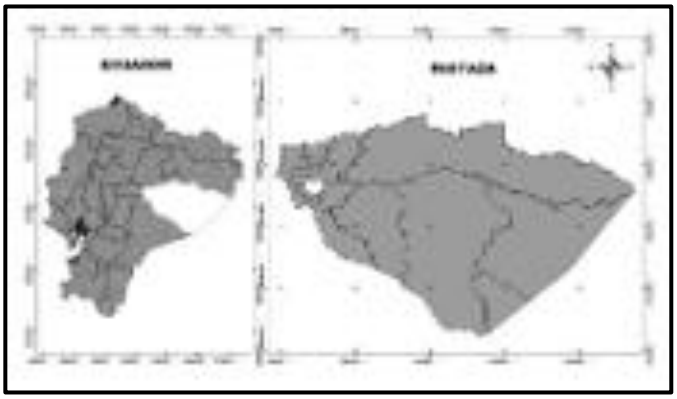
2.3 Equipos e instrumentos de investigación

Para el desarrollo de la investigación, se utilizó los siguientes equipos: Computadora portátil, el pH metro (APERA Instrumensts PH800), Conductímetro (Benchtop Meter, UK), GPS Essentials, Microscopio estereoscópico Motic.

2.4 Área de estudio

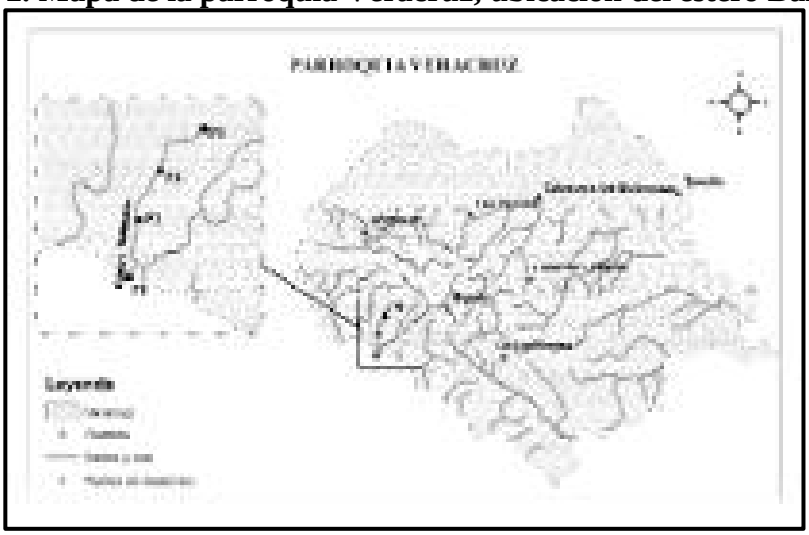
El área de estudio está ubicada en la provincia de Pastaza, parroquia Veracruz, se sitúa en la parte suroeste del centro poblacional de la parroquia Veracruz a una altitud de 889 msnm, (Latitud, S 01°33.275´ y Altitud, W 077°56.310´), como se muestra en la Figura 1.

Figura 1. Mapa del lugar de estudio



El área de estudio del estero Baltiracu se ubica en la Red Hidrológica de la Microcuenca del Rio Puyo. el cauce hidrológico de investigación se encuentra en la colonia Aire Libre, además cuenta con unos 25 habitantes según la encuesta realizada por el GAD Parroquial de Veracruz (2019-2023), estableciendo un mapa general de la parroquia con sus respectivas poblaciones, colonias, ríos y esteros con la aplicación del software ArcMap 10.5 (Esri, USA) como se muestra en la Figura 2.

Figura 2. Mapa de la parroquia Veracruz, ubicación del estero Baltiracu.



2.5 Determinación de línea base en el estero Baltiracu

Se realizó una visita "*in situ"* para la observación general a lo largo del estero Baltiracu en donde se efectuó un levantamiento de datos mediante una ficha de campo que reúne información de las condiciones del lugar, identificando áreas afectadas por la intervención del hombre ocasionados por actividades turísticas, campos de cultivo, modificaciones de la cobertura vegetal y la generación de residuos sólidos que puedan alterar la calidad del agua y en qué condiciones se mantienen el lugar.

Identificadas las áreas de afectación de manera natural o antrópico en todo el tramo del estero Baltiracu partiendo desde la zona alta (aguas arriba) hasta la desembocadura al rio Puyo (aguas abajo). Se determinó cuatro puntos de muestreo por la longitud del tramo y los cambios de cobertura vegetal y ocupaciones del cauce para captaciones y uso recreativo como balnearios.

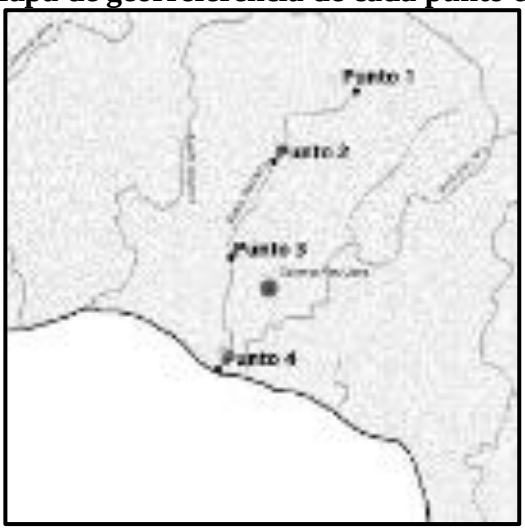
2.6 Muestreo en el área de estudio

Se establecieron cuatro puntos de muestreo a lo largo del caudal del estero Baltiracu en la primera y segunda semana del mes de Julio tomando en cuenta los puntos de influencia antrópica. Los puntos de muestreo fueron georreferenciados mediante el GPS. En donde el máximo promedio mensual es de 21.1° C de temperatura en la parroquia de Veracruz, de

acuerdo a la información obtenida del Plan de Desarrollo y Ordenamiento Territorial de la Parroquia de Veracruz (PDOTVz, 2019).

Para el muestreo en los puntos de referencia como se muestra en la Figura 3, se contó con el apoyo seis personas voluntarias de la colonia Aire Libre, debidamente instruidas para la recolección y manipulación adecuada de equipos para toma de muestras de los macroinvertebrados acuáticos. La actividad se realizó en el mes de Julio del 2023, el 03 de Julio del 2023 se realizó el muestreo en el Punto 1, Punto 2, Punto 3 y el Punto 4 a las 3pm tarde. Se realizó un segundo muestreo y análisis el 10 de Julio del año 2023 para la toma de muestras y análisis de agua en los mismos puntos de referencia.

Figura 3. Mapa de georreferencia de cada punto de muestreo.



2.6.1 Fase de campo en el estero Baltiracu.

Para la toma de muestras en el estero Baltiracu en cada uno de los puntos seleccionados se realizó el siguiente procedimiento:

El muestreo se realizó en sentido contrario del caudal hidrológico y se seleccionó el área más representativa con mayor diversidad de especies acuáticas, hábitats y vegetación del estero. Se tomó como referencia el centro del caudal del estero Baltiracu a profundidades entre 25 y 80 cm en un área de 10 metros, utilizando la red D sumergiéndola en el área de muestreo durante 5 minutos y se removió el sustrato para la recolección de los macroinvertebrados. Se aplico un total de tres submuestras en cada punto de referencia con una duración de 15 min en total. Las submuestras fueron colocadas en una bandeja de plástico y con una pinza de punta fina se separaron los macroinvertebrados de restos de hojarascas, tierras presentes en el agua, se colocaron en frascos con alcohol al 70% para evitar daños entre los macroinvertebrados acuáticos recolectados, este procedimiento repite en cada punto de muestreo. (Carrera Reyes & Fierro Peralbo, 2001).

2.6.2 Traslado de las muestras.

Las muestras obtenidas de los macroinvertebrados acuáticos en los puntos de muestreo y las muestras de agua se colocaron cuidadosamente en una hielera bien cubierta, las muestras de macroinvertebrados se colocaron en alcohol etílico para el traslado adecuado hacia el laboratorio Biología de la Universidad Estatal Amazónica en la matriz Puyo.

2.7 Fase de identificación y análisis de macroinvertebrados

La identificación y análisis de macroinvertebrados se realizó en el laboratorio de Biología de la Universidad Estatal Amazónica, en la matriz Puyo-Pastaza.

2.7.1 Identificación Taxonómica de Macroinvertebrados

La identificación taxonómica de los macroinvertebrados se realizó de la siguiente manera: Las muestras se colocaron en lugar seguro y fueron etiquetadas por orden acorde a los puntos de muestreo los cuales pasan por una fase de identificación utilizando un estéreo microscopio, catálogos taxonómicos de macroinvertebrados que brinda información sobre la familia el orden de cada una de las especies encontradas. Los macroinvertebrados fueron almacenados en tubos Eppendorf con alcohol al 70% con su debida etiqueta de identificación, fecha de la muestra y la familia a la que pertenece en base a claves taxonómicas. Como se muestra en el manual de monitoreo de Carrera Reyes y Fierro Peralbo (2001).

2.7.2 Determinación de la calidad de agua

Se tomo muestras de agua en cada punto de muestreo, para el análisis se utilizó un equipo multiparamétrico, para medir pH, temperatura y la conductividad del caudal para tener una referencia y características del agua en las que habitan los macroinvertebrados identificados.

2.8 Análisis EPT (Ephemeroptera, Plecoptera, Trichoptera)

Para el análisis de calidad del agua del estero Baltiracu se utilizaron como referencia los tres grupos de macroinvertebrados más sensibles a los contaminantes como son: Ephemeroptera, Plecoptera, Trichoptera. (Lara Basantes & Carlo Andrade, 2022).

Una vez identificado los grupos de macroinvertebrados en cada punto de muestreo, se determinó su familia taxonómica y abundancia, para el análisis, aplicando la metodología de determinación de la calidad del agua mediante macroinvertebrados del manual de monitoreo. (Carrera Reyes & Fierro Peralbo, 2001).

Se sumó cada abundancia de individuos dando un resultado el Total de abundancia de individuos y si un grupo de macroinvertebrados no consta en la lista, se colocará en la fila de otros grupos. La columna de Ephemeroptera, Plecoptera, Trichoptera (EPT) presente en la hoja de campo son sumadas dando un EPT total y para el total de individuos se suma la abundancia total de los individuos.

Se procede a aplicar la ecuación (1) para el cálculo del porcentaje de EPT y determinar

la calidad del agua, el porcentaje obtenido será comparado con el cuadro de calificación de agua según el EPT como se indica en la Tabla 1.

Ecuación (1) $$\%EPT = \frac{(EPT\ total)}{Total\ de\ abundancia} \times 100$$

Tabla 1. Calidad de Agua según el índice EPT.

EPT%	Calidad del agua
75 - 100%	Muy buena
50 – 74%	Buena
25 – 49%	Regular
0 – 24%	Mala

2.8.1 Análisis de Sensibilidad

Para el análisis se toma en cuenta el grado de sensibilidad que tienen las familias de macroinvertebrados hacia los contaminantes, por esta razón se debe identificar todos los grupos presentes y no el número de abundancia y para ello debemos realizar el siguiente proceso:

Se registra la sensibilidad de cada familia de macroinvertebrado de acuerdo a estudios similares calificados y catálogos de monitoreo que proporcionan los valores de calificación de sensibilidad para cada familia de macroinvertebrados por cada Punto de muestreo en el estero Baltiracu.

Tabla 2. Calidad del agua según su el índice de sensibilidad

Sensibilidad	Calidad de agua	Calificación (1 al 10)
No acepta contaminantes	Muy buena	9-10
Acepta muy pocos contaminantes	Buena	7-8
Aceptan pocos contaminantes	Regular	5-6
Aceptan mayor cantidad de contaminantes	Mala	3-4
Acepta muchos contaminantes	Muy mala	≤ 2

Las familias encontradas en cada punto de muestreo deben ser ubicadas con su grado de sensibilidad y estos resultados colocarlos en la columna de presencia el cual será sumado para el resultado total de presencia. (Carrera Reyes & Fierro Peralbo, 2001).

El resultado total de presencia se comparó con la Tabla 3 de índice de sensibilidad en la calidad del agua.

Tabla 3. Calidad de Agua.

101 - 145	Muy buena
61 - 100	Buena
36 - 60	Regular
16 - 35	Mala
0 – 15	Muy mala

2.8.2 Índice de Diversidad (Simpson)

Este índice de diversidad, según López, Huertas, Jaramillo, Calderón & Díaz (2022), está formado por la probabilidad de dos individuos, dentro de un mismo espacio como: el número de diversidad y la abundancia. El rango va de 0 a 1, donde el más cercano al 0 la especie es menor en su diversidad y abundancia, el más cercano al 1 es mayor la diversidad y dominancia en el hábitat.

La fórmula empleada fue:

D= índice de Simpson

N= número total de organismos de todas las especies.

n= número total de organismos de una especie.

Ecuación (2) $D = \frac{\Sigma n(n-1)}{N(N-1)}$

3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

3.1 Determinación de línea base en el estero Baltiracu

La información obtenida dentro de la línea base de la investigación, permitió determinar las condiciones en las que se encuentra el estero Baltiracu en la colonia Aire Libre, al ser un pueblo rural que está alejado del centro de la ciudad y en proceso de desarrollo los aspectos biofísicos del lugar van cambiando con el pasar del tiempo y estos cambios afectan a la calidad del agua de la zona. Los puntos de muestreos identificados fueron debidamente georreferenciados como se muestra en la Tabla 4.

Tabla 4. Puntos de influencia georreferenciados en el Estero Baltiracu.

Área de muestreo	Altitud	Latitud	Longitud
Punto 1	894 m	1°32´39.74´´S	77°56´13.05´´O
Punto 2	886 m	1°32´58.74´´S	77°56´12.06´´O

Punto 3	893 m	1°33´12.80´´S	77°56´13.86´´O
Punto 4	821 m	1°33´27.76´´S	77°56´27.76´´O

3.2 Descripción de los puntos de muestreo del área de estudio

Se determinó las características siguientes en cada uno de los puntos de muestreo:

Punto 1: Se observó arboles altos y frondosos con mucha vegetación en el área determinando un bosque primario que conserva su estado natural debido a que el lugar posee áreas verdes como el bosque siempreverde en los alrededores del cauce, manteniendo un área sin intervención del hombre.

Punto 2: Presenta alteraciones en el área, poca vegetación de especies nativas provocada por actividades antrópicas como la tala de árboles utilizados para la construcción de viviendas de la colonia Aire Libre y espacios de terrenos destinados al uso agrícola como el cultivo de árboles frutales de cacao, guaba, guayabas, yuca y plátano.

Punto3: Se observo actividades de recreación como balneario, senderos ecológicos y cabañas de la Asociación de servicios turísticos “Piedra Viva”. La intervención del hombre en esta área conlleva a un impacto en las características del suelo, poca vegetación en la rivera del estero Baltiracu.

Punto 4: Se observó que en los alrededores hay tres viviendas y pequeñas áreas de cultivo de yuca. Se presentan área de escorrentía y descargas de aguas residuales provenientes de los tres hogares que habitan cercanos al estero de la colonia Aire Libre.

Las características del suelo, el agua y la vegetación que fueron alteradas de manera natural o antrópico en el estero Baltiracu se tomaron como referencia para la identificación de macroinvertebrados que determinan la calidad del agua.

3.3 Fase de identificación y análisis de macroinvertebrados

En la recolección de macroinvertebrados en los cuatro puntos de estudio dentro del estero Baltiracu de la Colonia Aire Libre se utilizaron catálogos, manuales de identificación taxonómicas de macroinvertebrados, con los que se identificaron 258 individuos de 18 familias.

3.3.1 Identificación Taxonómica de los macroinvertebrados

Para este análisis se dividió en tres grupos de macroinvertebrados que son los más sensibles a las variaciones en la calidad del agua en cada área de muestreo, este grupo comprende: Ephemeroptera, Plecoptera, Trichoptera y la sensibilidad en cada Punto de muestreo con valores del 1 al 10. Los resultados obtenidos se indican en la Tabla 5.

Tabla 5. Macroinvertebrados recolectados en el Estero Baltiracu

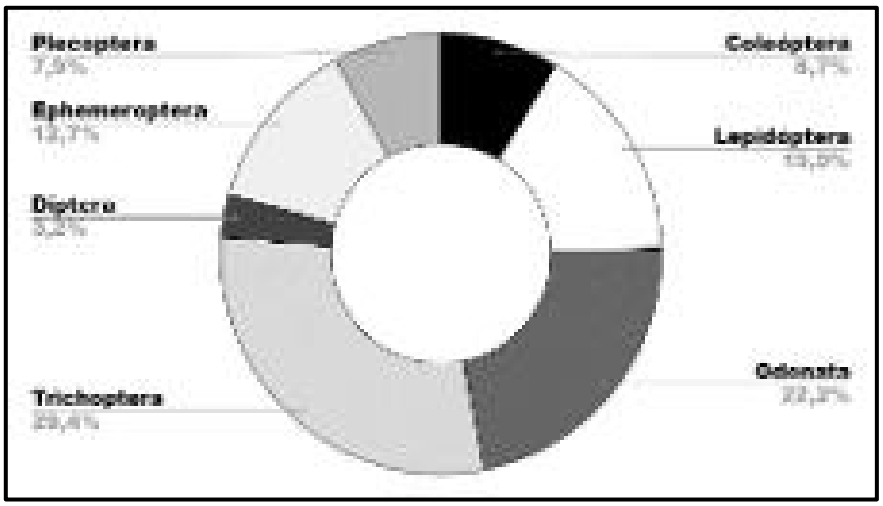
		ABUNDANCIA (Número de individuos)			
ORDEN	**FAMILIA**	**P1**	**P2**	**P3**	**P4**
Coleóptera	Psephenidae	9	1	2	6
	Elmidae	2	-	-	-
Lepidóptera	Crambidae	20	12	11	2
Odonata	Coenagrionidae	2	1	-	-
	Calopterygidae	24	10	-	3
	Rhagionidae	2	-	3	1
	Cordulegatridae	-	-	2	9
Trichoptera	Xiphocentronidae	6	2	-	-
	Hydroptilidae	16	-	2	6
	Calamoceratidae	15	3	-	-
Díptera	Rhagionidae	4	-	-	-
	Limoniidae	-	-	-	2
Megaloptera	Sialidae	-	2	-	-
Ephemeroptera	Polymitarcyidae	7	4	-	-
	Baetidae	9	7	3	-
Plecoptera	Perlidae	10	10	15	7
	Perlodidae	-	-	-	3
Hymenoptera	Icheneumonidae	-	-	-	3
EPT TOTAL		**63**	**26**	**20**	**16**
ABUNDANCIA TOTAL		**126**	**52**	**38**	**42**

El análisis en el Punto 1 del estero Baltiracu, se encontraron 13 familias con 7 géneros compuestos por y 126 individuos. El orden predominante fue: Odonata que tiene una gran cantidad de familias como la Coenagrionidae, Calopterygidae, Rhagionidae y Cordulegatridae y una abundancia de 28 individuos, encontrándolos en sustratos retenidos en el caudal dentro de hojarascas y musgos como se muestra en la Figura 4.

Como menciona Quesada Alvarado & Solano Ulate (2020), en la cuenca alta en los puntos 1 y 2 cuenta con mayor diversidad de macroinvertebrados además de poseer menor perturbación en sus bosques nativos. El Punto 1 en comparación con el Punto 4 hay una gran diferencia en cantidad de macroinvertebrados demostrando que existe un cambio en el

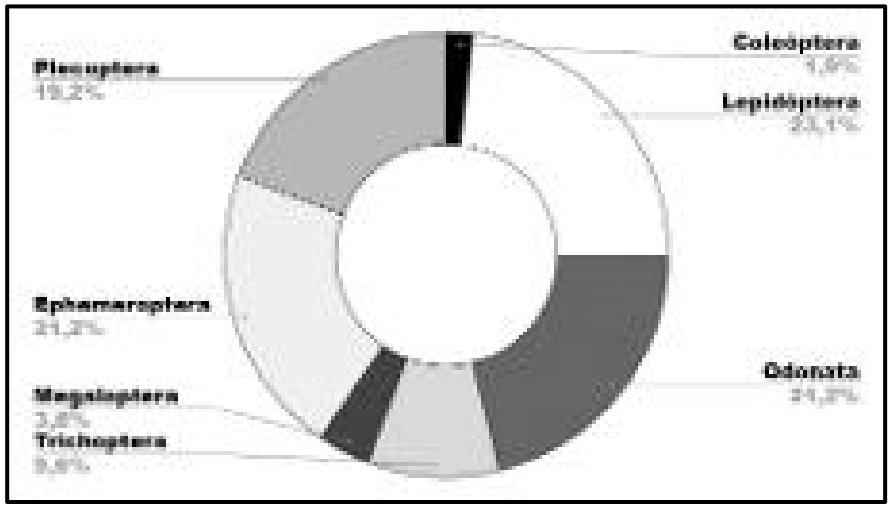
estado natural e intervenciones humanas.

Figura 4. Muestreo en el Punto 1



En el análisis del Punto 2, se encontraron 10 familias compuestos 8 géneros y 52 individuos. La especie más abundante fue la Lepidóptera el cual vive sobre plantas acuáticas y piedras con un 23.1% como se muestra en la Figura 5. Esto es igual a los investigado por (Urdanigo et al., 2019) que la mayor diversidad de familias de macroinvertebrados acuáticos se encuentra en lugares protegidos que indican una buena calidad de agua debido a la cobertura vegetal nativa y bosques protegidos, donde se encontraron mayor promedio de taxones EPT y índices BMWP y presenta mayor sensibilidad a perturbaciones antrópicas.

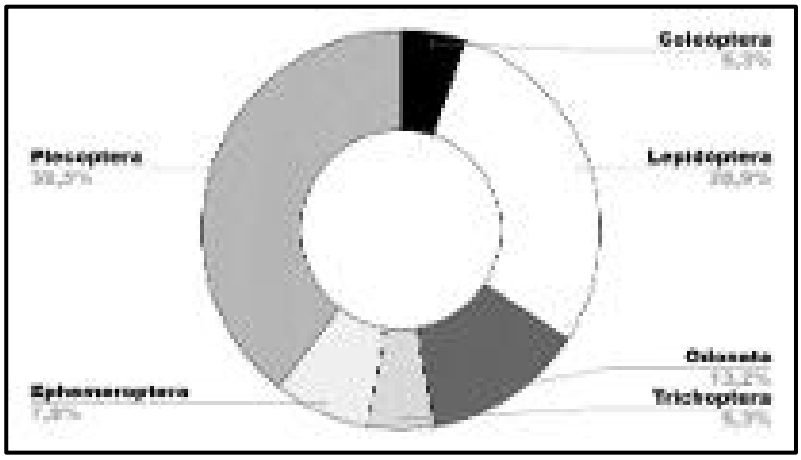
Figura 5. Muestreo en el Punto 2



En el análisis del Punto 3 del estero Baltiracu se identificaron macroinvertebrados que pertenece a 7 familias y compuesta por 6 géneros y 38 individuos como se muestra en la

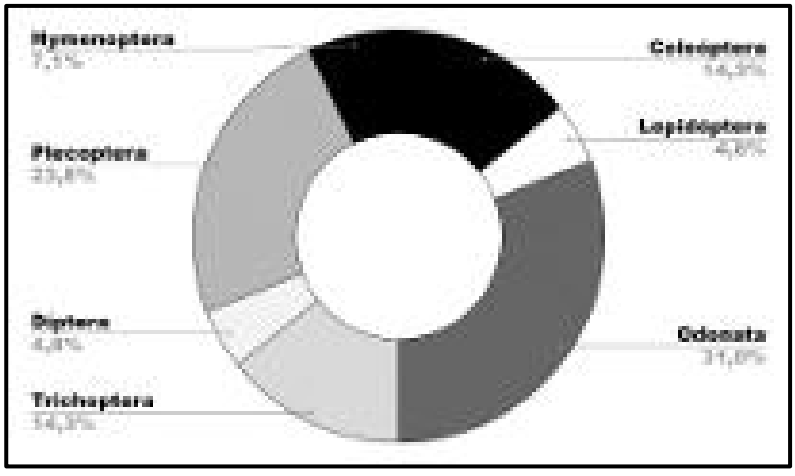
Figura 6. De los cuales las especies más abundantes en el área fueron: Plecoptera, Lepidóptera y Odonata que habitan dentro de arcillas y arena. Al respecto del balneario que esta en este estero, Torres-Cervera et al. (2022). menciona que el impacto negativo que provoca es significativo por la elevada actividad antrópica que ocurre a su alrededor, perdiendo espacios naturales y provocando una mala calidad del agua.

Figura 6. Muestreo en el Punto 3



En el Punto 4 del estero Baltiracu se identificaron macroinvertebrados que pertenecen a 10 familias compuesta 7 géneros y 42 individuos, como se muestra en la Figura 7. En donde la especie más abundante en el área fue: Odonata, estudios similares como (Osejos Merino et al., 2020) este tipo de macroinvertebrados son activas durante los días soleados. El estero Baltiracu presenta menos presencia de taxones EPT en el último punto de muestreo el cual nos muestra que el agua es moderadamente contaminada, pero se necesitará más estudios en diferentes épocas del año para concluir si está contaminada el estero. Además, estos resultados ayudan a determinar la importancia que tiene estos macroinvertebrados a la hora de presenciar la calidad del agua del estero Baltiracu.

Figura 7. Muestreo en el Punto 4



3.3.2 Determinación de la calidad de agua

Los resultados obtenidos en los Puntos1, 2, 3 con relación a la temperatura determinan valores semejantes, el Punto 4 evidencia una disminución significativa con el Punto 1. En la conductividad en el Punto 4 presenta un valor elevado con relación a los otros puntos de muestreo. Según Prato et al. (2021), el agua proveniente de la naturaleza contiene muchos minerales como Na, K, Ca y Mg que son las más comunes, la conductividad aumenta cuando más sólidos disueltos totales se concentran. Eso quiere decir que en el Punto 4 existe una mayor concentración de sales, minerales, metales y compuestos orgánicos e inorgánicos que son arrastradas por la lluvia o actividades antrópicas, Tabla 6.

Tabla 6. Condiciones en cada punto del estero Baltiracu.

Puntos de muestreo	Temperatura °C	Conductividad µS/cm^2	pH
Punto 1	25	18.11	7.11
Punto 2	24.8	18.11	7.06
Punto 3	24.5	17.11	6.98
Punto 4	24	23.5	6.89

El valor de pH presenta variaciones representativas en el Punto 3 y 4, observándose el menor valor en el Punto 4 con pH de 6.89. En el Ecuador la Norma INEN 1108, Servicio de Normalización Ecuatoriano (INEN, 2022) establece que los criterios de calidad admisibles de pH para uso agrícola y riego (6-9), para uso pecuario (6-9) y para el consumo humano y uso doméstico se encuentra en el rango recomendable (6.5-8.5). Se determina que el agua en el Punto 4 existe variaciones en la conductividad, temperatura y pH demostrando un indicio de alteraciones producidas por las actividades antrópicas.

3.4 Análisis de los parámetros muestreados para el índice EPT (Ephemeroptera, Plecoptera, Trichoptera) en el estero Baltiracu de la Colonia Aire Libre.

Se aplico la fórmula de índice EPT, con los datos obtenidos de la Tabla 5. Para el análisis de cada punto de muestreo en donde los puntos de muestro del Punto 1, Punto 2 son iguales con el 50 % de índice EPT y el Punto 3 el análisis EPT calculado fue el 52% que comparados con la Tabla 1 de calificación de calidad del agua en los tres puntos iniciales fue Buena.

En el último Punto 4 con el 38 % de índice EPT la calidad de agua fue Regular. Este tipo de método de muestreo rápido sirve determinar diferencias en la calidad del agua como menciona Lara-Basantes & Carlo Andrade (2022), este índice evalúa de manera rápida en cuencas hidrográficas a macroinvertebrados muy sensibles a la mínima intervención del hombre, proporcionando información valida ante posibles daños en los cuerpos de agua. De esta manera permite conocer si el estado de agua es buena o mala para su uso. Por lo tanto,

en el último punto de muestreo el agua presenta contaminación.

3.5 Análisis de los parámetros muestreados para el índice de sensibilidad en el estero Baltiracu de la Colonia Aire Libre.

Los macroinvertebrados encontrados en los cuatro puntos de muestreo fue analizado por su grado de sensibilidad hacia los contaminantes que se califica del 1 al 10 y de acuerdo con su sensibilidad estos macroinvertebrados muestran un aspecto de aceptación o no a contaminantes como se aprecia en la tabla de calidad del agua. Para el índice de sensibilidad del agua, se tomó en cuenta la presencia total de cada uno de los puntos como se muestra en la Tabla 7.

Tabla 7. Calidad del agua según su el índice de sensibilidad

	SENSIBILIDAD (1-10)				CALIDAD DEL AGUA
FAMILIA	**P1**	**P2**	**P3**	**P4**	
Psephenidae	3	3	3	3	Mala
Elmidae	6	-	-	-	Regular
Crambidae	-	-	-	-	-
Coenagrionidae	6	6	-	-	Regular
Calopterygidae	8	8	-	8	Buena
Rhagionidae	4	-	4	4	Mala
Cordulegatridae	-	-	8	8	Buena
Xiphocentronidae	-	-	-	-	-
Hydroptilidae	6	-	6	6	Regular
Calamoceratidae	10	10	-	-	Muy buena
Rhagionidae	4	-	-	-	Mala
Limoniidae	-	-	-	4	Mala
Sialidae	-	4	-	-	Mala
Polymitarcyidae	5	5	-	-	Mala
Baetidae	7	7	7	-	Buena
Perlidae	10	10	10	10	Muy buena
Perlodidae	-	-	-	10	Muy buena
Icheneumonidae	-	-	-	-	-
PRESENCIA TOTAL	**69**	**53**	**35**	**53**	

Con los resultados obtenidos de la calidad del agua según el índice de sensibilidad en los cuatro puntos de muestreo, la calidad del agua fue Buena en el Punto 1, regular en el Punto 2, mala en el Punto 3 y en el Punto 4 la calidad del agua fue regular como se muestra en la Tabla 8.

Tabla 8. Índice de sensibilidad de los puntos de muestra.

Calidad del agua		Presencia Total			
		Punto 1	Punto 2	Punto 3	Punto 4
101 - 145	Muy buena				
61 - 100	Buena	69			
36 - 60	Regular		53		53
16 - 35	Mala			35	
0 – 15	Muy mala				

3.6 Índice de Simpson

Conforme al índice de Simpson, se determinó que, a nivel del estero Baltiracu, todos los resultados obtenidos en los cuatro puntos de muestreo son más cercanos al 1 con valores mayores del 50% que es la media obteniendo la diversidad muy alta en cada punto de muestreo y baja dominancia en la calidad del agua, como se muestra en la Tabla 9.

Tabla 9. Índice de Simpson en los cuatro puntos de muestreo.

FAMILIA	P1 (n)	D	P2 (n)	D	P3 (n)	D	P4 (n)	D
Psephenidae	9	0.00	1	0.00	2	0.00	6	0.01
Elmidae	2	0.00	-	-	-	-	-	-
Crambidae	20	0.02	12	0.04	11	0.07	2	0.00
Coenagrionidae	2	0.00	1	0.00	-	-	-	-
Calopterygidae	24	0.03	10	0.03	-	-	3	0.00
Rhagionidae	2	0.00	-	-	3	0.00	1	0.00
Cordulegatridae	-	-	-	-	2	0.00	9	0.04
Xiphocentronidae	6	0.00	2	0.00	-	-	-	-
Hydroptilidae	16	0.01	-	-	2	0.00	6	0.01
Calamoceratidae	15	0.01	3	0.00	-	-	-	-
Rhagionidae	4	0.00	-	-	-	-	-	-
Limoniidae	-	-	-	-	-	-	2	0.00
Sialidae	-	-	2	0.00	-	-	-	-
Polymitarcyidae	7	0.00	4	0.00	-	-	-	-
Baetidae	9	0.00	7	0.01	3	0.00	-	-
Perlidae	10	0.00	10	0.03	15	0.14	7	0.02
Perlodidae	-	-	-	-	-	-	3	0.00
Icheneumonidae	-	-	-	-	-	-	3	0.00
Organismos Totales, N	**126**		**52**		**38**		**42**	
Dominancia, D Total		**0.07**		**0.11**		**0.21**		**0.08**
Diversidad, (1 – D)		**0.93**		**0.89**		**0.79**		**0.92**

Demostrando que la diversidad de especies mantiene una resiliencia hacia los contaminantes naturales como antrópicas. El Índice de Diversidad Simpson tiene una baja dominancia de especies en todos los puntos de muestreo y una diversidad alta de macroinvertebrados en todo el estero Baltiracu donde la más baja dominancia de macroinvertebrados en el estero estuvo en el Punto 4 pero una abundancia del 21% la familia Cordulegatridae, eso quiere decir que es un hábitat propicio para los macroinvertebrados, en comparación a un estudio similar López Mendoza et al. (2022) que menciona que si la diversidad de macroinvertebrados es baja, el hábitat acuático contiene pocos macroinvertebrados a causa de la baja concentración de oxígeno.

D: Dominancia de cada una de los macroinvertebrados
N: Macroinvertebrados totales (Sumatoria de todos los macroinvertebrados)
n: El número total de macroinvertebrado de una familia (total de un macroinvertebrado)

1-D: Es la resta del valor 1 con los resultados totales de la dominancia, dando como resultados cercanos al 1 o al 0.

3.7 Propuestas de conservación del agua en el estero Baltiracu

En la investigación realizada dentro del estero Baltiracu, se considera presentar propuestas de solución a problemas ambientales detectados como la falta del manejo adecuado de residuos sólidos, descargas de aguas residuales, deforestación. La aplicación de normas técnicas ambientales permitirá proteger la calidad del recurso agua, bajo el amparo de la ley de Gestión Ambiental y el reglamento a la Ley de Gestión Ambiental para el control y prevención del recurso hídrico que se rige en el territorio nacional de la Norma INEN 1108, (2022).

Promover cursos de educación ambiental sobre manejo de residuos sólidos, actividades de preservación de los ecosistemas y protección ambiental dirigidas por las autoridades competentes de los gobiernos autónomos descentralizados de la parroquia Veracruz dispuesto en el artículo 136 de Código Orgánico Organización Territorial.

4. CONCLUSIONES

La parroquia Veracruz presenta factores importantes dentro de esta zona de estudio, está constituida por un ecosistema de bosque siempreverde que es susceptible a cambios en los niveles de precipitación media anual de 4752.2 mm, que ocasiona que la humedad y la lluvia generen una escorrentía, donde la mala disposición de residuos en los campos de cultivo, viviendas y actividades recreativas sean transportados hacia los causes hídricos y sean contaminadas por este acto.

El índice de EPT en el estero Baltiracu tuvo un comportamiento descendiente donde los grupos de Ephemeropteras, Plecóptera y Trichoptera presentaron una calidad de agua buena desde la cuenca alta con presencia de diversas familias de macroinvertebrados acuáticos y en la cuenca baja poca dominancia por la presencia de actividades antrópicas y alteraciones del medio natural.

En el Índice de Sensibilidad desciende desde el Punto 1 hasta el Punto 3, siendo 69 el valor más alto en la calidad del agua Buena y el más valor más sensible se ubicó en el Punto 3 lugar donde se encuentra el balneario, demostrando que existe alteraciones en el lugar por las actividades recreativas del sector y por las actividades turísticas.

En el Índice de Diversidad en el primer Punto es el (0.07) que es el 7% de dominancia baja y con un (0.93) que es el 93% de diversidad muy alta de especies, en el estero Baltiracu que son valores inversamente proporcionales. La familia más abundante que destacó fue Calopterygidae con un 19% mayor que el resto de las familias de macroinvertebrados del orden Odonata.

Se determinó la calidad de agua buena en los tres primeros puntos de muestreo del estero Baltiracu, siendo el macroinvertebrado más predominante la familia Calopterygidae del orden Odonata donde el tercer punto se ubica el balneario con un valor promedio del 51%. El cuarto punto presentó el 31% de índice de calidad de agua regular debido a los vertidos domésticos y actividades recreacionales que existe agua arriba, donde se encontraron la familia Perlidae y Perlodidae del orden Plecóptera en menor número que son los más sensibles a la contaminación.

REFERENCIAS

Aguilar-Baldosea, W., López- Ramírez, I. C., Chávez- Mosquera, L. Y., & Murillo, L. R. (2022). *Efecto de la minería en macroinvertebrados acuáticos de la ciénaga plaza seca, Atrato, Chocó.* Revista Politécnica, 18(35), 9-23. https://doi.org/10.33571/rpolitec.v18n35a1.

A., Chúez, N. G., & Mancera-Rodríguez, N. J. (2019). *Diversity of aquatic macroinvertebrates along creeks with different riparian cover in Murocomba Protector Forest, Ecuador. Revista de Biología Tropical,* 67(4), 861–878. https://doi.org/10.15517/rbt.v67i4.35190

Ángel Villarreal, S. L., Bogotá-ángel, R. G., & Montoya Giraldo, A. L. (2021). *Syrphid (Diptera) communities associated to vegetation covers influenced by anthropic activities in the eastern mountain range of Bogotá, Colombia.* Caldasia, 43(1), 161–171. https://doi.org/10.15446/caldasia.v43n1.82464

Barrios Elena, Puig Alejandra, Fernández Rocío, Corrochano Alfredo, Ruza Javier, Álvarez Romina, Ávila Raúl, & Ventosa Miguel. (2012). *LibrodeMacroinvertebradosbajacalidad-1. Catálogo y claves de identificación de organismos invertebrados utilizados como elementos de calidad en las redes de control del estado ecológico*.

Carrera Reyes, Carlos., & Fierro Peralbo, Karol. (2001). *Manual de monitoreo los macroinvertebrados acuáticos como indicadores de la calidad del agua.* EcoCiencia.

Chamba-Ontaneda, M., Massa-Sánchez, P., & Fries, A. (2019). Presión demográfica sobre el agua: un análisis regional para Ecuador. Revista Geográfica Venezolana, 60(2), 360-377

Daniela Ortega, Gilberto Acosta, & Eduardo Cejudo. (2023). *El karst de México. Asociación Mexicana de Estudios sobre el Karst.* Recuperado de https://www.researchgate.net/publication/370650606_Cambios_en_la_calidad_del_agua_en_Quintana_Roo_haciendo_uso_de_la_Red_Nacional_de_Medicion_de_Calidad_del_Agua

Francisco Quesada, & Darha Solano. (2020). *Colonización de macroinvertebrados acuáticos en tres tipos de sustratos artificiales, en un río tropical*. Revista de Biología Tropical, 68, 68–78. https://doi.org/https://doi.org/10.15517/rbt.v68is2.44339

Franco, E. F., Ramos, R., Ovando-Javier, A., Montero-Espaillat, E., Bonilla Atharva Veda, S., & citar, C. (2023). *Esta obra está bajo licencia internacional Creative Commons Atribución-NoComercial-CompartirIgual* 4.0 Internacional. 6(1), 2636–2317. https://doi.org/10.22206/cac.2023

Franco, E. F., Ramos, R., Ovando-Javier, A., Montero-Espaillat, E., Bonilla Atharva Veda,

S., & citar, C. (2023). *Esta obra está bajo licencia internacional Creative Commons Atribución-NoComercial-CompartirIgual* 4.0 Internacional. 6(1), 2636–2317. https://doi.org/10.22206/cac.2023

Luis Carrasco. (2022). *Universidad regional amazónica Ikiam Facultad de Ciencias de la Tierra y Agua.*

López Mendoza, S., Huertas Pineda, D. F., Jaramillo Londoño, Á. M., Calderón Rivera, D. S., & Díaz Arévalo, J. L. (2022). *Macroinvertebrados acuáticos como indicadores de calidad del agua del río Teusacá (Cundinamarca, Colombia)*. Ingeniería y Desarrollo, 37(02), 269–288. https://doi.org/10.14482/inde.37.2.6281

Rendón-Pérez, M. A., Hernández-de la Rosa, P., Velázquez-Martínez, A., Alcántara-Carbajal, J. L., & Reyes-Hernández, V. J. (2021). *Composición, diversidad y estructura de un bosque manejado del centro de México. Madera y bosques*, 27(1). https://doi.org/10.21829/myb.2021.2712127

Morales Corozo, J. P. *Macroinvertebrados bentónicos como bioindicadores de la calidad del agua del Río Lumbaqui en Ecuador*. (2023).

Osejos Merino, M. A., Merino Conforme, M. C., Merino Conforme, M. V., & Solís Barzola, J. L. (2020). *Macroinvertebrados como bioindicadores de la calidad del agua de la parte céntrica del rio Jipijapa - Ecuador*. RECIMUNDO, 4(4), 454–467. https://doi.org/10.26820/recimundo/4.(4).octubre.2020.454-467

Plan de desarrollo y ordenamiento territorial de la provincia de Pastaza al año 2025 [PDOT] (2019). Recuperado de https://patronatopastaza.gob.ec/wp-content/uploads/2022/02/Plan-de-Desarrollo-y-Ordenamiento-Territorial-Pastaza-2019.pdf

Gobierno Autónomo Descentralizado de la Parroquia de Veracruz 2020-2030 [GADPVz] (2019). Recuperado de https://veracruz.gob.ec/wp-content/uploads/2021/09/PDOT_VERACRUZ_GG-OFICIAL.pdf

Rodríguez Capitulo, Alberto; Armendáriz, Laura Cecilia; Siri, Augusto; Altieri, Paula Daniela; Ocon, Carolina Silvia; et al.; *Caracterización estructural y funcional de los macroinvertebrados en los bañados de desborde fluvial del área pampeana; Universidad Nacional de La Plata. Facultad de Ciencias Naturales y Museo*; Biología Acuática; 35; 28-12-2020; 1-21. http://dx.doi.org/10.24215/16684869e015

Redrobán Barreto, W. E. (2022). *El Buen Vivir y su impacto en la Constitución ecuatoriana. Sociedad & Tecnología*, 5(S1), 30–41. https://doi.org/10.51247/st.v5is1.23

Soler, D. F. T., Castillo-Aguilar, M. A., & Hilarión, F. B. (2022). *Macroinvertebrados bentónicos en tres afluentes de Caño Grande en la zona de influencia de la reserva*

natural nacional Nukak, Guaviare, Colombia: Aporte a la calidad de agua y características fisicoquímicas. Ciencia Transdisciplinar en la Nueva Era, 71.

Guevara-Herrero, Irene; Pérez-Martín, José Manuel; Bravo-Torija, Beatriz *Impacto de los Objetivos de Desarrollo Sostenible en la investigación educativa sobre Educación Ambiental Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, vol. 20, núm. 2, 2023. https://doi.org/10.25267/Rev_Eureka_ensen_divulg_cienc.2023.v20.i2.2501

Torres-Cervera, K. P., Herrera-Martínez, J. R., Navarro-Sining, B. A., Martínez-García, N., Royero-Ibarra, A., & Cahuana-Mojica, A. (2022). *Determinación de los índices BMWP/COL, (QBR), (IHF) E ICO en Valledupar, Colombia*. Revista Politécnica, 18(35), 110–127. https://doi.org/10.33571/rpolitec.v18n35a8

Urdanigo, J. P., Ponce, M. D., Cajas, C. T. H., Fonseca, C. S., Benitez, R. Y., Albán, K.

Lara-Basantes, C. I., & Carlo Andrade, J. I. (2022). *Evaluación de la calidad del agua del río Chibunga por medio del Índice EPT Evaluación de la calidad del agua del río Chibunga por medio del Índice EPT Water quality assessment of the Chibunga River by means of the EPT Index Avaliação da qualidade da água do Rio Chibunga por meio do Índice EPT*. Dom.Cien., ISSN:2477-8818, 8, 707–725. https://doi.org/10.23857/dc.v8i3

Prato, J. G., González-Ramírez, L. C., Pérez, M. C., & Rodríguez, M. E. (2021). *Water hardness adsorption in volcanic rock beds from Ecuador*. Informacion Tecnologica, 32(2), 51–60. https://doi.org/10.4067/S0718-07642021000200051

Norma INEN 1108. (2022). *Revisión del anexo 1 del libro vi del texto unificado de legislación secundaria del ministerio del ambiente: norma de calidad ambiental y de descarga de efluentes al recurso agua revisión y actualización de la norma de calidad ambiental y de descarga de efluentes.*

Marco Teórico

El crecimiento poblacional en los diferentes países del mundo ha provocado impactos ambientales significativos a la atmosfera, agua, suelo y en la perdida de ecosistemas y se prevé que en los siguientes 30 años un cuarto de los países sufrirá una escasez de agua dulce debido a la contaminación vertida de las industrias, actividades agropecuarias y vertimientos generados por las grandes ciudades. (Zambrano Mero et al., 2022)

En los últimos años la preocupación por el agua ha aumentado y diversos científicos ha propuesto proteger estos recursos hídricos mediante reglamentos y leyes que garanticen la protección de este recurso de manera sostenible. (Orta Arrazcaeta, 2002).

En la provincia de Pastaza parroquia Veracruz (PDOTVz, 2012) el crecimiento poblacional ha causado modificaciones en los aspectos ambientales, las actividades agrícolas, ganadera y actividades turísticas han tomado espacios naturales provocando cambios en los ecosistemas, y la falta de concienciación en el cuidado ambiental hace que el ser humano genere impactos negativos hacia el ambiente.

La determinación de la calidad del agua en el estero Baltiracu de la Colonia "Aire Libre" parroquia Veracruz, Provincia de Pastaza brindará resultados obtenidos al GAD Parroquial de Veracruz como fuente de información de las condiciones actuales y la gestión correspondiente en temas ambientales que contribuya al desarrollo sostenible y su control.

En el estudio de la calidad del agua existen algunos aspectos a tomar en cuenta como el control de actividades rurales, agrícolas, ganadera y actividades de turismo que acrecientan la contaminación del agua.

La Calidad del Agua

Se refiere a las características físicas, químicas y biológicas del agua, que permiten identificar atributos positivos y negativos en diferentes actividades de producción y actividades de conservación ecológica, la calidad del agua puede variar de varias formas, de manera natural, antrópica y biológica, Daniela Ortega et al. (2023), afirman que el mayor factor que produce el cambio de la calidad del agua es la actividad antrópica.

Factores que afectan a la calidad del agua

Los factores contaminantes proceden de actividades antrópicas en su mayor parte a la contaminación del agua a causa de actividades industriales, deforestación, la agricultura es uno de los principales factores que afectan el agua, es donde la mayor parte del agua es destinada provocando sequias y cambios en el medio natural, descargas de residuos sólidos de las grandes ciudades, minería y el urbanismo (Ángel Villarreal et al., 2021).

Enfermedades causadas por el consumo de agua contaminada

El consumo agua contaminada causa diversas enfermedades que al año mueren 842.000

personas en los países más desarrollados a falta de un adecuado manejo de las fuentes de agua, provocando inflamaciones de los intestinos, diarrea y entre otras enfermedades graves, la alta demanda por el agua en el sector agrícola o en actividades recreativas les conlleva a utilizar el agua no tratada para estas actividades, la deficiencia en la potabilización del agua provoca que los productos este contaminados y aparezcan nuevas enfermedades. (Sarmiento-Rubiano et al., 2019).

Que son los macroinvertebrados acuáticos

Como menciona Lara-Basantes & Carlo Andrade (2022), son organismos que ayudan a determinar la calidad del agua durante el monitoreo en un cause hidrológico, una vez identificado el orden y familia estos pueden ser sensibles a contaminaciones y alteraciones del habitad, habitan en varios ambientes acuáticos y son fácil encontrarlos con los materiales de colecta, también son una guía para el cuidado ambiental.

Características de los macroinvertebrados acuáticos

La composición de los macroinvertebrado acuático se debe a las características geomorfológicas que tiene un rio y su adaptabilidad a sustratos presentes en su cause como menciona Francisco Quesada & Darha Solano (2020), donde más se observan estos macroinvertebrados acuáticos es en la cuenca alta con sustratos rocosos y vegetación heterogénea y en la cuenca baja los sustratos son arenosos y lodosos donde todos los residuos son acumulados provocando inestabilidad a estos organismos bentónicos.

Método de recolección de macroinvertebrado

Para la recolección de macroinvertebrados en el estero Baltiracu se utilizó la red D en los puntos referenciales dentro de un área de 10 metros y ubicados en el centro del caudal para la toma de submuestras en diferentes micros hábitats conjuntamente con la remisión del suelo arenoso, sedimentos y rocas, luego de este proceso colocar sobre una bandeja de color blanco los macroinvertebrados para la colecta cuidadosa de la muestra a estudiar.

Taxonomía de Macroinvertebrados

Según Rodríguez et al. (2020), son un grupo de macroinvertebrados que son utilizados como herramientas para la determinación de la calidad del agua y reflejan datos puntuales sobre la contaminación, presenta datos sobre su sensibilidad en el medio acuático su importancia y su rol fundamental en la red trófica llegando a ser importantes para los estudios de monitoreo y conservación del ecosistema acuático.

Análisis EPT

Hace referencia a la evaluación de la calidad del agua mediante macroinvertebrados sensibles como menciona Juan Morales (2023), el índice EPT (Ephemeroptera, Plecóptera, Trichoptera) implica la recolección de los macroinvertebrados acuáticos que son analizados mediante cálculos y catálogos taxonómicos para la determinación si la calidad del agua si

es buena o mala en las cuencas hídricas monitoreadas.

Índice de sensibilidad

Es un método de estudio que evalúa la variables y modificaciones las diferentes familias de organismos acuáticos con calificaciones individuales del 1 al 10 según el macroinvertebrado encontrado en el monitoreo, y determinado su distribución y abundancia en aguas limpias y contaminadas como menciona (Edgar Serna, 2022).

Índice de diversidad de Simpson

Es un parámetro muy utilizado por (López Mendoza et al., 2022) conocido como el índice de diversidad de especies o índice de dominancia donde varían de 0 a 1 mientras más cercano al 1 mayor será la diversidad de especies y mientras más cercano al 0 existe una diversidad infinita de especies de macroinvertebrados con la finalidad de detectar diferencias de diversidad con resultados estadísticos.

Actividades antrópicas

Están asociados con el cambio climático generado por la actividad del hombre que ocupan grandes espacios de suelo provocando a la naturaleza perdidas de flora y fauna por las diversas actividades como la minería, agricultura, pesca, tala de bosques, emisiones de gases de efecto invernadero, etc. donde la naturaleza es el más afectado (Torres-Cervera et al., 2022).

Implementación de medidas preventivas

Son de medidas de protección ambiental y de monitoreo de los componentes meteorológicos para la protección de la salud de los seres vivos, también para promover conciencia ambiental, prácticas de conservación y gestión ambiental con el fin de mejorar la calidad del agua, suelo y aire (Franco et al., 2023).

Educación ambiental

Según Rodríguez et al. (2023), los procesos de enseñanza a personas que desconocen temas relacionados con la naturaleza el entorno ecológico que promueve enseñanzas en protección de un ecosistema y valores relacionados al medio ambiente, buscando promover una educación sostenible y conciencia ante problemas ambientales, con la finalidad de cuidar nuestro entorno de vida tomando decisiones a favor de un desarrollo sostenible.

ANEXO 1. Identificación de Puntos de Muestreo de la Línea Base



Punto de muestreo 1





Punto de muestreo 2





Punto de muestreo 3





Punto de muestreo 4

ANEXO 2. Muestreo en los puntos de referencia



Toma de muestra y submuestra de macroinvertebrados con la red D en el punto 1.



Toma de muestra y submuestra de macroinvertebrados con la red D en el punto 2.



Toma de muestra y submuestra de macroinvertebrados con la red D en el Punto 3.



Toma de muestra y submuestra de macroinvertebrados con la red D en el Punto 4.



Toma de medidas del largo y ancho del estero Baltiracu.



Recolección de macroinvertebrados en bandejas y luego colocadas en frascos en alcohol al 70% para el traslado para cada punto de muestreo.

ANEXO 3. Identificación de macroinvertebrados en el laboratorio.





Preparación de la muestra para la identificación.





Identificación de macroinvertebrados utilizando el estéreo microscopio.





Macroinvertebrados de cada punto de muestreo recolectados.





Identificación de macroinvertebrados para la clasificación por familia y cada punto de muestreo.





Toma de datos en la hoja de campo.



Almacenamiento en tubos Eppendorf con alcohol al 70% con su debida etiqueta de identificación

ANEXO 4. Análisis del agua del estero Baltiracu en el laboratorio.

<table>
<tr>
<td>

Análisis del agua de cada punto de muestreo del estero Baltiracu</td>
<td>
Uso de equipo multiparamétrico PH800, para medir pH, temperatura y la conductividad del caudal</td>
</tr>
</table>

ANEXO 5. Evidencia de trabajo de campo y análisis en el laboratorio.

<table>
<tr>
<td>
Apoyo personas de la colonia Aire Libre para la recolección de macroinvertebrados acuáticos.</td>
<td>
Laboratorio de la UEA, matriz Puyo.</td>
</tr>
</table>

ANEXO 6. PROTOCOLO DE CAMPO

Nombre del Río/Estero/Lago: Estero Baltiracu
Localización (Cantón, Lugar): Pastaza, Parroquia Veracruz, Colonia Aire Libre
Uso del Curso de Agua: Uso recreacional, Balneario
Fecha (D/M/A): 03/07/2023
Hora del Muestreo: Se inicio a la las 3 pm
Objetivo del Muestreo: Identificación de macroinvertebrados para determinar la calidad del agua del estero Baltiracu

Recolector: John Quiroz			
Voluntarios en el Sitio: Rafael Santi, Rosa Dagua, Diana Tapuy, Beatriz Santi, Saul Santi, Héctor Dagua.			
Etapa del Proyecto	Inicio: **X**	Desarrolló: **X**	Cierre:
Duración del Muestreo: 1h y 30 min		Número de Sitios Muestreados: 4 Puntos	
Técnica de Muestreo	Colador:	Red D: **X**	Otras:
Otros muestreos	Agua: **X**	Suelo:	Macroinvertebrado: **X**

FICHA DE CAMPO 1

Detalle del Sitio o punto de muestreo	
Registro de estudio: Punto 1	Nombre del sitio: Colonia Aire Libre

Fecha(D/M/A): 03/07/2023	Hora de muestreo: 3 pm
Coordenadas: 1°32´39.74´´S y 77°56´13.05´´O	
Altitud: 894 msnm	Fotografías del Sitio: Se tomo varias fotos

Temperatura del ambiente: 25 °C	Temperatura del agua: Aguas arriba 25 °C		
pH: 7.11	Conductividad µS/cm^2: 18.11		
Condiciones Ambientales	Soleado: **X**	Lluvioso:	Nublado:

Tipo de Curso: Alto. Inicial: **X** Medio: ___ Bajo: ___ Desembocadura: ___ Lago: __
Ancho aproximado: 3 m. Profundidad aproximada: 80 cm
Velocidad del agua: ___rápido, ___moderado, **X** Lento, ____estancado.
Tipo de sustrato: ___piedra, **X** piedras-arena gruesa,____arena, _____arcillo-lodoso.
Rocas: _____muy grandes, ____ grandes, **X** mediano, _____ pequeñas.
Superficie de las Rocas: ___limpia **X** con musgos, _____ algas

En el Sitio hay: **X** Hojarasca, ____ troncos y ramas sumergidas, __ raíces sumergidas.	
Otra fauna: _____ renacuajos, **X** peces, _____otro.	
Color del Agua: Cristalino	Olor del Agua: no tiene olor
Presencia de: **X** des.orgánicos,___espumas,__ aceites,___org.muertos,___des. sólidos.	

Vegetación de la Orilla: Existe una gran variedad de plantas nativas y mucha vegetación de especies arbustivas,				
Vegetación dentro del Agua: Presentan musgos en algunas rocas y hojarascas.				
Exposición:	100% Sombra: **X**	Sombra con ventanas:	Grandes Claros:	100% Expuestos:

Observaciones del lugar: Se observó arboles altos y frondosos con mucha vegetación en el área determinando un bosque primario que conserva su estado natural debido a que el lugar posee áreas verdes como el bosque siempreverde en los alrededores del cauce, manteniendo un área sin intervención del hombre

FICHA DE CAMPO 2

Detalle del Sitio o punto de muestreo	
Registro de estudio: Punto 2	Nombre del sitio: Colonia Aire Libre

Fecha(D/M/A): 03/07/2023	Hora de muestreo: 3:25 pm
Coordenadas: 1°32´58.74´´S y 77°56´12.06´´O	
Altitud: 886 msnm	Fotografías del Sitio: Se tomo varias fotos

Temperatura del ambiente: 25 °C	Temperatura del agua: Aguas arriba 24.8 °C		
pH: 7.06	Conductividad µS/cm^2: 18.11		
Condiciones Ambientales	Soleado: **X**	Lluvioso:	Nublado:

Tipo de Curso: Alto. Inicial: ___ Medio: **X** Bajo: ___ Desembocadura: ___ Lago: __
Ancho aproximado: 3 m. Profundidad aproximada: 70 cm
Velocidad del agua: ___rápido ___moderado, **X** Lento, ____estancado.
Tipo de sustrato: ___piedra, **X** piedras-arena gruesa, ____arena, _____arcillo-lodoso.
Rocas: _____muy grandes ____ grandes, **X** mediano _____ pequeñas
Superficie de las Rocas: ___limpia **X** con musgos, _____ algas

En el Sitio hay: **X** Hojarasca, **X** troncos y ramas sumergidas, __ raíces sumergidas.	
Otra fauna: _____ renacuajos, **X** peces, _____otro.	
Color del Agua: Cristalino	Olor del Agua: no tiene olor
Presencia de:**X** des. Orgánicos ___espumas __ aceites ___org.muertos ___des. sólidos.	

Vegetación de la Orilla: Existe una gran variedad de plantas nativas y mucha vegetación.				
Vegetación dentro del Agua: Presentan musgos en algunas rocas y hojarascas.				
Exposición:	100% Sombra:	Sombra con ventanas: **X**	Grandes Claros:	100% Expuestos:
Observaciones del lugar: Presenta alteraciones en el área, poca vegetación de especies nativas provocada por actividades antrópicas como la tala de árboles utilizados para la construcción de viviendas de la colonia Aire Libre y espacios de terrenos destinados al uso agrícola como el cultivo de árboles frutales de cacao, guaba, guayabas, yuca y plátano				

FICHA DE CAMPO 3

Detalle del Sitio o punto de muestreo	
Registro de estudio: Punto 3	Nombre del sitio: Colonia Aire Libre

Fecha(D/M/A): 03/07/2023	Hora de muestreo: 3:50 pm
Coordenadas: 1°33´12.80´´S y 77°56´13.86´´O	
Altitud: 893 msnm	Fotografías del Sitio: Se tomo varias fotos

Temperatura del ambiente: 25 °C	Temperatura del agua: Aguas arriba 24.5 °C		
pH: 6.98	Conductividad µS/cm^2: 17.11		
Condiciones Ambientales	Soleado: **X**	Lluvioso:	Nublado:

Tipo de Curso: Alto. Inicial: **X** Medio: ___ Bajo: ___ Desembocadura: ___ Lago: __
Ancho aproximado: 5 m. Profundidad aproximada: 1 metro y 20 cm
Velocidad del agua: ___rápido **X** moderado, __ Lento, ____estancado.
Tipo de sustrato: ___piedra, **X** piedras-arena gruesa, ____arena, _____arcillo-lodoso.
Rocas: _____muy grandes, **X** grandes, **X** mediano, _____ pequeñas.
Superficie de las Rocas: ___limpia, **X** con suciedad, _____ algas.

En el Sitio hay: **X** Hojarasca, **X** troncos y ramas sumergidas, __ raíces sumergidas.

Otra fauna: _____ renacuajos, **X** peces, _____otro.	
Color del Agua: Cristalino	Olor del Agua: no tiene olor
Presencia de: **X** des.orgánicos,___espumas,__ aceites,____org.muertos,___des. sólidos.	

Vegetación de la Orilla: Existe campos de cultivo como yuca, plátano y poca vegetación.				
Vegetación dentro del Agua: Presentan hojarascas y residuos orgánico				
Exposición:	100% Sombra:	Sombra con ventanas: **X**	Grandes Claros:	100% Expuestos:
Observaciones del lugar: Se observo actividades de recreación como balneario, senderos ecológicos y cabañas de la Asociación de servicios turísticos "Piedra Viva". La intervención del hombre en esta área conlleva a un impacto en las características del suelo, poca vegetación en la rivera del estero Baltiracu.				

FICHA DE CAMPO 4

Detalle del Sitio o punto de muestreo	
Registro de estudio: Punto 4	Nombre del sitio: Colonia Aire Libre

Fecha(D/M/A): 03/07/2023	Hora de muestreo: 4 pm
Coordenadas: 1°33´27.76´´S y 77°56´27.76´´O	
Altitud: 821 msnm	Fotografías del Sitio: Se tomo varias fotos

Temperatura del ambiente: 25 °C	Temperatura del agua: Aguas abajo 24 °C		
pH: 6.89	Conductividad µS/cm^2: 23.5		
Condiciones Ambientales	Soleado: **X**	Lluvioso:	Nublado:

Tipo de Curso: Alto. Inicial: **X** Medio: ___ Bajo: ___ Desembocadura: ___ Lago: __
Ancho aproximado: 3 m. Profundidad aproximada: 60 cm
Velocidad del agua: ___rápido ___moderado, **X** Lento, ____estancado.
Tipo de sustrato: ___piedra, **X** piedras-arena gruesa, **X** arena, _____arcillo-lodoso.

Rocas: _____muy grandes, ____ grandes, **X** mediano, _____ pequeñas
Superficie de las Rocas: ___limpia **X** con musgos, _**X** _ algas

En el Sitio hay: **X** Hojarasca, **X** troncos y ramas sumergidas, __ raíces sumergidas.	
Otra fauna: _____ renacuajos, **X** peces, _____otro.	
Color del Agua: Cristalino	Olor del Agua: no tiene olor
Presencia de: **X** des.orgánicos ___espumas __ aceites ____org.muertos ___des. sólidos.	

Vegetación de la Orilla: Existe una poca vegetación.				
Vegetación dentro del Agua: Presentan musgos en algunas rocas y hojarascas.				
Exposición:	100% Sombra:	Sombra con ventanas:	Grandes Claros: **X**	100% Expuestos:
Observaciones del lugar: Se observó que en los alrededores hay tres viviendas y pequeñas áreas de cultivo de yuca. Se presentan área de escorrentía y descargas de aguas residuales provenientes de los tres hogares que habitan cercanos al estero de la colonia Aire Libre.				