

Universidad Estatal Amazónica



FACULTAD DE CIENCIAS DE LA VIDA

PREVIO A LA OBTENCIÓN DE INGENIERO AMBIENTAL

TEMA:

EVALUACIÓN DE LA CALIDAD DEL AGUA DEL ESTERO PAKAYACU, A
TRAVÉS DE MACROINVERTEBRADOS ACUÁTICOS EN LA COLONIA 24 DE
MAYO, CANTÓN MERA, PROVINCIA DE PASTAZA.

AUTOR:

REYES TAPIA LUIS MIGUEL

DIRECTOR DEL PROYECTO:

ING. ALBERTO VÉLEZ

PUYO – ECUADOR

2019

DECLARACIÓN DE AUTORÍA Y CESIÓN DE DERECHOS

Quien suscribe REYES TAPIA LUIS MIGUEL C.I N.º 050293407-8 hace constar que es el autor de la Tesis Titulada: EVALUACIÓN DE LA CALIDAD DEL AGUA DEL ESTERO PAKAYACU, A TRAVÉS DE MACROINVERTABRADOS ACUÁTICOS EN LA COLONIA 24 DE MAYO, CANTÓN MERA, PROVINCIA DE PASTAZA., el cual constituye una elaboración personal realizada únicamente con la dirección del asesor de dicho trabajo, Ing. Alberto Vélez. En tal sentido, manifiesto la originalidad de la conceptualización del trabajo, interpretación de datos y la elaboración de las conclusiones, dejando establecido que aquellos aportes intelectuales de otros autores se han referenciado debidamente en el texto de dicho trabajo.

Puyo, 1 de febrero del 2019

Sr. Reye Tapia Luis Miguel

CI: 050293407- 8

**CERTIFICADO DE
APROBACIÓN DEL
TRIBUNAL DE
SUSTENTACIÓN**

Dr. Abreu Reinier

PRESIDENTE DEL TRIBUNAL

Ing. Pedro Peñafiel. Msc

MIEMBRO DEL TRIBUNAL

Ing. Jorge Bonilla. Msc

MIEMBRO DEL TRIBUNAL

Analysed Document: PROYECTO FINAL DE INVESTIGACIÓN.docx (D46689820)

Submitted: 1/11/2019 5:25:00 PM

Submitted By: amb20140274@uea.edu.ec Significance: 4 %

Sources included in the report:

Murillo Cristian .docx (D14348086)

CORRECCIONES (IRENE Y JOSE).docx (D12534317)

Guerrero 28 04-2015.docx (D14128246)

JASMIN KATHERINE ARMIJO ALBAN (1).docx (D16732933)

Pontificia Universidad Catolica del Ecuador.docx (D14109078)

https://es.wikipedia.org/wiki/Calidad_del_agua

Instances where selected sources appear:

9

RESUMEN EJECUTIVO

Este estudio se realizó durante el mes de noviembre y diciembre, del 2018, en el tramo del estero Pakayacu, el cual rendía cualidades para ser investigada, se encuentra adjunto a un asentamiento poblacional como lo es la colonia 24 de mayo, donde sus predios en su gran mayoría han sido destinados a la producción agrícola y ganadera, ante la fragilidad de dicho recurso, que se encuentre dentro del área que constituye la micro cuenca del río Anzu, que es un potencial hídrico muy importante dentro de la provincia, dotando de este líquido a los habitantes de los cuatro cantones, se pone de manifiesto la necesidad de monitorear el estero Pakayacu. Para realizar la investigación se utilizó la metodología señalada en el manual; “Los macroinvertebrados acuáticos como indicadores de la calidad del agua” (Carrera, 2001), ésta sirvió como herramienta para llevar a cabo cada una de las etapas y pasos del trabajo de campo y experimental realizadas en la investigación, donde se monitoreó un kilómetro, 500 metros de separación para cada punto de muestreo alto, medio y bajo del cauce del estero.

Por conclusión se redactó los resultados analizados previamente, donde dos de los tres puntos de monitoreo presentaban una buena calidad de agua, mientras que el punto restante presentó

agua de calidad regular, ésta inestabilidad de la calidad del cuerpo hídrico se debería a la presencia de la actividad antropogénica en el área, produciendo un impacto leve al estero Pakayacu. Según las características de contaminación presentes en el área de estudio se puede estructurar acciones de conservación, involucrando a la comunidad que tienen impacto directa o indirecta con la contaminación del estero Pakayacu, también se requiere mantener un monitoreo constante y periódico de la información, para un efectivo apoyo a la gestión de las autoridades e instituciones involucrados en el cuidado del líquido vital.

Palabras claves: Monitoreo, recurso hídrico, macroinvertebrados, antropogénicos.

ABSTRACT

This study was conducted during the month of November and December, 2018, in the stretch of the Pakayacu estuary, which shows the qualities to be investigated, is attached to a settlement as is the colony May 24, where its farms are. The vast majority have been allocated to agricultural and livestock production, the fragility of this resource, the meeting in the area, the micro-basin of the Anzu River, the very important water potential within the province, providing this Liquid to the inhabitants of the four cantons. To carry out the research, it has been indicated in the manual; "Aquatic macroinvertebrates as indicators of water quality" (Carrera, 2001), served as a tool to carry out a rope each. 500 meters of separation for each point of sampling high, medium and low of the state of the estuary.

Why the previously analyzed results are written, where a good quality of water is presented, while the point is presented the water of regular quality, the quality of the water body is maintained due to the presence of the anthropogenic activity in the area, producing a slight impact on the Pakayacu estuary. According to the characteristics of the activities present in the study area, conservation actions can be structured, involve the community, have a direct or indirect impact with the contamination of the State of Pakayacu, it is also necessary to maintain a constant and periodic monitoring of the information, for an effective support to the management of the authorities and institutions involved in the care of the vital liquid.

Keywords: Monitoring, water resources, macroinvertebrates, anthropogenic.

ÍNDICE DE CONTENIDOS

	Pág.
CAPÍTULO I	1
1. Introducción.....	1
1.1 Planteamiento del problema de investigación.....	1
1.2 Justificación.....	1
1.3 Formulación del problema.....	2
1.4 Objetivo general.....	3
1.5 Objetivos específicos.....	3
CAPÍTULO II.....	4
2. Fundamentación teórica de la investigación.....	4
2.1 Antecedentes.....	4
2.2 Bases teóricas.....	5

2.2.1 Actividades Antropogénicas.....	5
2.2.2 Actividades antropogénicas que contaminan.....	5
2.2.3 La calidad del agua.....	6
2.2.4 Los macroinvertebrados como indicadores de la calidad del agua.....	7
2.2.5 Índice EPT.....	7
2.2.6 Índice de sensibilidad.....	8
2.2.7 Índices de diversidad (Simpson).....	8
CAPÍTULO III.....	9
3. Metodología de la investigación.....	9
3.1 Localización.....	9
3.2 Tipo de investigación.....	10
3.3 Métodos de investigación.....	10
3.4 Diseño de la investigación.....	11
CAPÍTULO IV.....	15
4. Resultados	15
CAPÍTULO V.....	36
5. Conclusiones	36
5.1 Recomendaciones.....	37
CAPÍTULO VI.....	38
6. Bibliografía.....	38
6.1 Anexos.....	41
ÍNDICE DE GRÁFICOS Pág.	

Gráfico 1: Mapa del área de estudio.....	9
Gráfico 2: Diversidad de macro invertebrados en toda la cuenca intervenida del estero Pakayacu.....	21
Gráfico 3: Índice EPT con un 88% en toda la muestra.....	21
Gráfico 4: Índice de sensibilidad por familias en la cuenca alta.....	22
Gráfico 5: El índice de diversidad muestra una baja dominancia con el 34% y con un 66% de diversidad para la muestra en el punto alto del estero Pucayacu.....	24
Gráfico 6: El 50% de abundancia relativa para la familia Baetidae esto quiere decir que la obtuvo el mayor número de individuos, del total de la muestra, para el punto alto de monitoreo.....	24
Gráfico 7: Índice EPT con un 57% en toda la muestra.....	24
Gráfico 8: Índice de sensibilidad por familias de la cuenca media.....	25
Gráfico 9: El índice de diversidad muestra una baja dominancia con el 23% y con un 77% de diversidad para la muestra en el punto medio del estero Pucayacu.....	26
Gráfico 10: El 43% de abundancia relativa para la familia Hydrobiosidae, obtuvo el mayor número de individuos, del total de la muestra, para el punto medio de monitoreo.....	26
Gráfico 11: Índice EPT con un 57% en toda la muestra.....	27
Gráfico 12: Índice de sensibilidad cuenca media.....	28
Gráfico 13: El índice de diversidad muestra una baja dominancia con el 23% y con un 77% de diversidad para la muestra en el punto medio del estero Pucayacu.....	29
Gráfico 14: El 43% de abundancia relativa para la familia Elmidae, obtuvo el mayor número de individuos, del total de la muestra., para el punto bajo de monitoreo.....	29
Gráfico 15: Comportamiento descendente en el porcentaje del valor en relación a los grupos EPT de toda la muestra.....	30
Gráfico 16: Sensibilidad de los grupos de macro invertebrados identificados en la cuenca alta y media.....	32
Gráfico 17: Comportamiento del Índice de diversidad de Simpson en los tres puntos de muestreo.	33
Gráfico 18: Muestra 1 de macroinvertebrados acuáticos en el punto alto de monitoreo.....	41
Gráfico 19: Muestra 2 de macroinvertebrados acuáticos en el punto alto de monitoreo	

.....	41
Gráfico 20: Muestra 3 de macroinvertebrados acuáticos en el punto alto de monitoreo ...	41
Gráfico 21: Muestras 1, 2 y 3 del punto alto de monitoreo.	41
Gráfico 22: Hoja de campo 1, para evaluación del índice EPT con 58% corresponde a agua de buena calidad.....	41
Gráfico 23: Hoja de campo 2, para la evaluación del índice de sensibilidad correspondiendo a 30 que corresponde a REGULAR en la calidad del agua.....	41
Gráfico 24: Muestra 1 de macroinvertebrados acuáticos en el punto medio de monitoreo	42
Gráfico 25: Muestra 2 de macroinvertebrados acuáticos en el punto medio de monitoreo	42
Gráfico 26: Muestra 3 de macroinvertebrados acuáticos en el punto medio de monitoreo	42
Gráfico 27: Muestras 1, 2 y 3 del punto medio de monitoreo.	42
Gráfico 28: Hoja de campo 1, para evaluación del índice EPT corresponde a regular en la calidad del agua.....	42
Gráfico 29: Hoja de campo 2, para la evaluación del índice de sensibilidad. el 57% corresponde a agua de buena calidad.....	42
Gráfico 30: Muestra 1 de macroinvertebrados acuáticos en el punto bajo de monitoreo.	43
Gráfico 31: Muestra 2 de macroinvertebrados acuáticos en el punto bajo de monitoreo.	43
Gráfico 32: Muestra 3 de macroinvertebrados acuáticos en el punto bajo de monitoreo...	43
Gráfico 33: Muestras 1, 2 y 3 del punto bajo de monitoreo.....	43
Gráfico 34: Hoja de campo 1, para evaluación del índice EPT, 25% corresponde a agua de una regular calidad	43
Gráfico 35: Hoja de campo 2, para la evaluación del índice de sensibilidad, 16 que corresponde a Mala en la calidad del agua	43
Gráfico 36: hoja de campo 1 EPT.....	44
Gráfico 37: hoja de campo 2 Sensibilidad.....	44

ÍNDICE DE TABLAS.

	Pág.
Tabla 1: Calidad del agua según el índice EPT.....	8
Tabla 2: Calidad del agua según el índice de sensibilidad.....	8
Tabla 3: Familias identificadas nivel alto.....	18
Tabla 4: Familias identificadas nivel medio.	19
Tabla 5: Familias identificadas nivel bajo.	19

Tabla 6: Cuadro general del comportamiento de la cuenca del estero Pakayacu por su abundancia.....	20
Tabla 7: Índice EPT de la cuenca alta.....	21
Tabla 8: Índice de sensibilidad de la cuenca alta.....	22
Tabla 9: Índice de Simpson de la cuenca alta.....	23
Tabla 10: Índice EPT de la cuenca media.....	24
Tabla 11 Índice de sensibilidad de la cuenca media.....	25
Tabla 12 Índice de Simpson de la cuenca media.....	26
Tabla 13 Índice EPT de la cuenca baja.....	27
Tabla 14: Índice de sensibilidad de la cuenca media.....	28
Tabla 15: Índice de Simpson de la cuenca baja	29
Tabla 16: Resumen índice EPT de toda la cuenca del estero Pakayacu.....	30
Tabla 17: Resumen índice Sensibilidad de toda la cuenca del estero Pakayacu.....	31
Tabla 18: Resumen índice de Diversidad Simpson de toda la cuenca del estero Pakayacu..	32

CAPÍTULO I

1. INTRODUCCIÓN

1.1 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

Las cuencas hídricas en el Cantón Mera se han visto afectados, debido a que los asentamientos poblacionales se encuentran distribuidos usualmente a lo largo de las riberas de los ríos, encontrando las principales actividades económicas en la primera y segunda línea de deforestación, lo que ha producido cambios constantemente en el uso del suelo, donde las actividades antropogénicas realizadas en el sector como la acuicultura, ganadera y la agricultura son actividades económicas que generan una subsistencia dentro del cantón. Los principales cambios se han generado a partir de la conversión de bosque natural a pastizales con más de 1439.43 hectáreas anuales, entre otras actividades antropogénicas que han provocado la deforestación de grandes extensiones de bosque nativo del área. (CDETERR, 2013)

Las actividades económicas realizadas en el cantón han dado lugar a problemas ambientales, siendo así la descarga de aguas servidas del área urbana y rural, desechos orgánicos e inorgánicos, actividades agrícolas con el uso de fertilizantes, esto sumado a la falta de estudios de análisis de suelos, lo cual ha provocado que la población opte por la siembra de pastos para dedicarse a la actividad ganadera (doble propósito) (CDETERR, 2013), ocasionando degradación en grandes áreas de cobertura vegetal nativa y a la vez aumentando la vulnerabilidad de los ecosistemas y de las especies autóctonas existentes en la zona, mismas que degrada el suelo, aire y agua debido al poco tratamiento que se les da a los desechos generados.

1.2 JUSTIFICACIÓN

La presente investigación surge del interés por conocer la importancia de los recursos hídricos y los problemas ambientales que estos sufren, incluyendo problemas de salud pública que genera las actividades antropogénicas sobre la calidad del agua. A nivel mundial se produce cinco millones de defunciones anuales como consecuencia de enfermedades referentes a la contaminación de agua, disfunción del ecosistema y pérdida de biodiversidad, que afecta en su mayoría a los ecosistemas acuáticos debido a la filtración de los contaminantes producidos en tierra. (FAO, 1993).

En el Cantón Mera el recurso hídrico ha venido sufriendo una inadecuada gestión ambiental y con el paso del tiempo se ha visto alterado principalmente por la contaminación generada a partir de la actividad económica que se ejerce como; ganadería, agricultura, piscicultura y deforestación de cobertura vegetal nativa, esto sumado a las descargas de aguas servidas a los cuerpos de agua sin un adecuado tratamiento. La actividad antropogénica se desarrolla en una simbiosis de tierras y aguas, como se señala claramente en el documento (FAO, 1993)"... Deben adoptarse las medidas adecuadas para evitar que las actividades antropogénicas deterioren la calidad del agua e impidan posteriores usos de esta para otros fines".

El sistema hidrográfico en la zona de influencia de la microcuenca del Cantón Mera cuenta con numerosos ríos, esteros y quebradas que provienen de las cotas ubicadas desde su nacimiento aproximadamente a una cota de 2.450 m.s.n.m., hasta los 1.450 m.s.n.m. con un área aproximada de 12.814 Km² los mismos que constituyen un potencial hídrico muy importante dentro del cantón, dotando de este líquido a más de 33 mil habitantes de los cuatro cantones (Mera, Pastaza, Santa Clara y Arajuno) de la Provincia de Pastaza. Así mismo se pone de manifiesto la necesidad de programas de monitoreo de éste recurso en este caso del estero Pakayacu ubicado dentro del área mencionada, ante la fragilidad de dicho recurso hídrico se promoverá la conservación del medio que garantizará a la comunidad la subsistencia de este recurso. (CDETERR, 2013).

El monitoreo del estero Pakayacu servirá para desarrollar programas de protección y conservación que garanticen el buen estado de las fuentes de agua para nuestras futuras generaciones, demostrando que las actividades productivas pueden ser realizadas de forma responsable.

1.3 FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

El sistema hidrográfico en la zona de influencia cuenta con numerosos ríos, esteros y quebradas, dentro de las mismas se identificó el estero Pakayacu, el cual rendía cualidades para ser investigada, misma que se encuentra adjunto a un asentamiento poblacional como lo es la colonia 24 de mayo, donde no cuentan con una red de alcantarillado y sus predios en su gran mayoría han sido destinados a la producción agrícola y ganadera.

¿Las actividades antropogénicas realizadas en el área de estudio, influyen en la calidad del agua del estero Pakayacu?

1.4 OBJETIVO GENERAL

Evaluar la calidad del agua del estero Pakayacu a través del muestreo e identificación de macroinvertebrados acuáticos.

1.5 OBJETIVOS ESPECÍFICOS:

1. Determinar las características físicas, bióticas y socioeconómicas del área de estudio.
2. Realizar un muestreo e identificación de macroinvertebrados acuáticos.
3. Analizar los parámetros muestreados (índice de sensibilidad, índice EPT e índices de Diversidad Simpson) en el estero Pakayacu y recomendar acciones de conservación.

CAPÍTULO II

2 FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA DE LA INVESTIGACIÓN

2.1 ANTECEDENTES

Los trabajos realizados en la región y en el Ecuador con macro invertebrados acuáticos son escasos, a diferencia de Europa y Estados Unidos de América que cuentan con varios años de investigación y un sinnúmero de información recopilada. Con relación a la utilización de varios taxones como indicadores de la calidad de agua podríamos citar los siguientes: (Carrasco CB, Portal EQ, & Ayala YS, 2009) identificaron un total de 70 taxones para los ríos del Bosque Integral Otonga (provincia de Cotopaxi), el Río Esmeraldas y el Río Las Damas, 58 de ellas pertenecientes a la Clase Insecta cuyos órdenes dominantes fueron Trichoptera, Ephemeroptera, Diptera y Coleóptera, los cuales según un análisis de similitud cualitativo mostraron ser influenciados por variables geográficas como altitud, distancia lineal y conectividad. Por otro lado, el análisis de similitud cuantitativo demostró que las variables de mayor peso son las relacionadas a las características físico-químicas del río, principalmente el caudal. (Ratti., 2009)

A nivel de la provincia de Pastaza se han realizado evaluaciones del estado ecológico de los ríos, uno de ellos el Lliquino afluente del río Pastaza, el cual ha sufrido episodios de intervención antrópica, influenciados principalmente por procesos de colonización y extracción minera (Terneus, Hernández, & Racines, 2012). En otro caso se realizó el servicio de consultoría para determinar la calidad y cantidad de las fuentes hídricas que se encuentran en el área de influencia directa e indirecta del proyecto hidrocarburífero en el área de influencia en el bloque 28, en el cantón Mera (Guzman, 2018). Los datos recopilados en estos estudios permitirán comparar el estado de la calidad del agua por macro invertebrados, ya que esas fuentes componen el estero Pakayacu aguas abajo.

Otro caso de monitoreo a cargo de la Universidad Tecnológica Equinoccial; Identificación de macro invertebrados bentónicos en los ríos: Pindo. Los resultados de ésta investigación permiten determinar la importancia de las micro-cuencas de los ríos Pindo Mirador y Pindo Grande como fuente de agua para las poblaciones que se encuentran río abajo, así como el modo en el cual la presencia o ausencia de organismos bioindicadores (macroinvertebrados) indica la calidad del agua y de los bosques de la micro-cuenca. (Endara, 2012)

2.2 BASES TEÓRICAS

2.2.1 Actividades Antropogénicas

Se refiere a los efectos, procesos o materiales que son el resultado de actividades humanas través de distintas actividades como las agrícolas; entendidas como el conjunto de técnicas de cultivo con la finalidad de producir alimentos (CEPAL, 2009), actividades pecuarias; se comprende la cría y engorda de ganado, aves de corral y otros animales para su aprovechamiento (Guadarrama , 2009), actividades acuícolas como el cultivo, reproducción y desarrollo de cualquier especie de la fauna acuática con fines comerciales (Dolores Garza, Surís-Regueiro , & Varela-Lafuente , 2017), actividades forestales las cuales son el conjunto de acciones tendientes al aprovechamiento de los bosques que implica tanto el cuidado como el uso racional de los recursos maderables (Díaz-Balteiro, Caparrós, Almazán , & Ovando, 2015)), actividades domésticas son acciones de la vida cotidiana que se llevan a cabo en el interior de los hogares para higiene y alimentación, así como usos y costumbres (FernándezRonquillo, Fernández-Solís, & SolísBeltrán, 2016), actividades industriales es el conjunto de procesos que tienen como finalidad transformar las materias primas naturales en productos elaborados en forma masiva (Chaura, 2011).

2.2.2 Actividades antropogénicas que contaminan.

La siembra de cultivos en la agricultura es considerada como la mayor fuente de contaminación de suelos y aguas en el medio rural, a través de las escorrentías superficiales y su infiltración. El uso de agroquímicos (herbicidas, plaguicidas, pesticidas) ha aumentado desproporcionadamente, se estima que la cantidad de metales pesados, sustancias químicas y residuos peligrosos se duplica cada 15 años (Hoffmann S, 2010). El desarrollo pecuario y el vertimiento de excretas como los residuos generados en rastros y curtidurías, los desperdicios resultantes de los procesos de elaboración de alimentos para el ganado u otras especies, etc., impactan y afectan significativamente las fuentes de agua (Campos Pinilla, Cárdenas Guzmán, & Guerrero Cañizares, 2010).

La explotación de bosques madereros y tala inmoderada como la deforestación tiene gran impacto sobre el ambiente y la biodiversidad se ve disminuida por el desplazamiento de la masa forestal, lo que afecta la calidad de agua y aire, también la pérdida de recurso forestal también causa erosión debido a que no hay raíces que retengan el suelo. (HERNÁNDEZ,

VELÁSQUEZ, & VILLATORO, 2012) Descarga de aguas residuales con alto contenido de materia orgánica, una cantidad considerable de materia orgánica en el agua representa un problema de descomposición, ya que el líquido tiende a una mayor demanda bioquímica de oxígeno (DBO). En condiciones extremas todo el oxígeno disuelto desaparece (condiciones anaerobias), generando la muerte de especies de flora y fauna, así como enfermedades múltiples que afectan de manera significativa a los habitantes adyacentes, además de producir olores desagradables (Martínez Vida, González-Rodríguez, Belmonte Vega, & Garrido Frenich, 2004).

2.2.3 La calidad del agua.

Calidad del agua se refiere a las características químicas, físicas y biológicas del agua. Se utiliza con mayor frecuencia por referencia a un conjunto de normas contra las cuales puede evaluarse el cumplimiento. Los estándares más comunes utilizados para evaluar la calidad del agua se relacionan con la salud de los ecosistemas, seguridad de contacto humano y agua potable. (Orellana, 2009). Algunas características físicas, químicas y biológicas del agua son;

Características Físicas: El agua presenta sabores, olores, colores y la turbidez, los sabores y olores se podría deber a la presencia de sustancias químicas volátiles y a la materia orgánica en descomposición. Las mediciones de los mismos se hacen con base en la dilución necesaria para reducirlos a un nivel apenas detectable por observación humana. El color del agua se debe a la presencia de minerales como hierro y manganeso, materia orgánica y residuos coloridos de las aguas domésticas e industrias. La turbidez además de que es objetable desde el punto de vista estético, puede contener agentes patógenos adheridos a las partículas en suspensión. El agua con suficientes partículas de arcilla en suspensión se aprecia a simple vista. (Orellana, 2009)

Características Químicas: Los múltiples compuestos químicos disueltos en el agua pueden ser de origen natural o industrial y serán benéficos o dañinos de acuerdo a su composición y concentración. Por ejemplo, el hierro y el manganeso en pequeñas cantidades no solo causan color, también se oxidan para formar depósitos de hidróxido férrico y óxido de manganeso dentro de las tuberías de agua. Las aguas duras son aquellas que requieren cantidades considerables de jabón para producir espuma y también forma incrustaciones en tuberías de agua caliente y calderas. La dureza del agua se expresa en miligramos equivalentes de carbonato de calcio por litro. (Orellana, 2009)

Características biológicas: Las aguas poseen en su constitución una gran variedad de elementos biológicos desde los microorganismos hasta los peces. El origen de los microorganismos puede ser natural, es decir constituyen su hábitat natural, pero también provenir de contaminación por vertidos cloacales y/o industriales, como también por arrastre de los existentes en el suelo por acción de la lluvia. La calidad y cantidad de microorganismos va acompañando las características físicas y químicas del agua, ya que cuando el agua tiene temperaturas templadas y materia orgánica disponible, la población crece y se diversifica. De la misma manera los crustáceos se incrementan y por lo tanto los peces de idéntica manera. La biodiversidad de un agua natural indica la poca probabilidad de que la misma se encuentre contaminada. Sin embargo, para que el agua se destinada a la provisión de agua potable, debe ser tratada para eliminar los elementos biológicos que contiene. De toda la población biológica de las aguas naturales vamos a indicar aquellas que tienen significación para esta investigación en especial de macro invertebrado acuáticos.

(Orellana, 2009)

2.2.4 Los macroinvertebrados como indicadores de la calidad del agua.

Los organismos vivos que habitan en los cuerpos de agua presentan adaptaciones evolutivas a unas determinadas condiciones ambientales, y presentan unos límites de tolerancia a las diferentes alteraciones de las mismas. Estos límites de tolerancia varían de una especie a otra, frente a una determinada alteración se encuentran organismos “sensibles” que no soportan las nuevas condiciones impuestas por el medio, comportándose como

“intolerantes”; mientras que otros, que son “tolerantes” no se ven afectados por dicha alteración. Si la perturbación llega a un nivel letal para los “intolerantes”, estos mueren y su lugar es ocupado por las comunidades de organismos “tolerantes” (Alba-Tercedor, 1996).

Aun cuando la perturbación no sobrepase el umbral letal, los organismos “intolerantes” abandonan la zona alterada, dejando el espacio libre para que pueda ser colonizado por los organismos “tolerantes”. De modo que las variaciones en la composición y estructura de las comunidades de organismos vivos de los ríos pueden interpretarse como los signos evidentes de algún tipo de contaminación (Alba-Tercedor, 1996).

2.2.5 Índice EPT.

Este análisis se hace mediante el uso de tres grupos de macroinvertebrados que son indicadores de la calidad del agua porque son más sensibles a los contaminantes. Estos

grupos son: Ephemeroptera o moscas de mayo, Plecoptera o moscas de piedra y Trichoptera. Se representa (tabla 1) de la calidad del agua mediante un cuadro, dividida en cuatro aspectos. (Carrera, 2001).

Tabla 1: Calidad del agua según el índice EPT.

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

2.2.6 Índice de sensibilidad.

Este análisis toma en cuenta el grado de sensibilidad que tienen las diferentes familias de macroinvertebrados a los contaminantes. Se han clasificado a cada macroinvertebrados con un número que indica su sensibilidad a los contaminantes. Estos números van del 1 al 10. El 1 indica al menos sensible, y así, gradualmente, hasta el 10, que señala al más sensible. De acuerdo con esta sensibilidad se clasifican en cinco grupos. En la siguiente tabla se representan los índices de sensibilidad en 5 aspectos (Carrera, 2001).

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

Sensibilidad	Calidad de agua	Calificación
NO ACEPTAN CONTAMINANTES	muy buena	9- 10
ACEPTAN MUY POCOS CONTAMINANTES	buena	7- 8
ACEPTAN POCOS CONTAMINANTES	regular	5- 6
ACEPTAN MAYOR CANTIDAD DE CONTAMINANTES	mala	3- 4
ACEPTAN MUCHOS CONTAMINANTES	muy mala	≤ 2

2.2.7 Índices de diversidad (Simpson).

Distintos autores coinciden en señalar que el índice de diversidad está formado por dos componentes: el número de especies o riqueza de especie y la abundancia o equilibrio de especie. El índice propuesto por (SIMPSON, 1949) es uno de los más utilizados por los investigadores, mencionan a este índice como uno de los tres más populares. Ya que es uno

de los parámetros que nos permiten medir la riqueza de organismos. es usado para cuantificar la biodiversidad de un hábitat. Toma un determinado número de especies presentes en el hábitat y su abundancia relativa (Bouza, 2005).

CAPÍTULO III

3 METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

3.1 LOCALIZACIÓN

El área donde se realizado el estudio se encuentra en el estero Pakayacu, ubicado en el Cantón Mera, Provincia de Pastaza. La temperatura promedio en la zona es de 20 y 25°C, su clima es mesotérmico, hiper húmedo y de permanente lluvia, las precipitaciones anuales tienen un promedio de 4500 m3 siendo la humedad constante en el tiempo (CDETERR, 2013). Las coordenadas WGS84, Estándar UTM del sitio donde se realizó el estudio, se encuentra en la zona 17, hemisferio Sur; Este (x) 827612.6, Norte (y) 9844467.7 a los 1.153 msnm.

El estero Pakayacu tuvo una anchura promedio de 3,2 m y una profundidad no mayor de 30 cm. El sustrato del río es rocoso pedregoso, la formación vegetal que presenta el bosque siempre verde pie montano, en sus riberas se observa vegetación típica de este tipo de bosque y pastizales producidos por actividades antropogénicas en el sector, según la metodología se utilizó el método por red Súber, la más adecuada según las características que presenta el

3.2 TIPO DE INVESTIGACIÓN

Esta Investigación significó llevar a cabo diferentes acciones o estrategias con el fin de descubrir la realidad en que se encuentra la calidad del agua del estero Pakayacu, dichos actos se dirigen a obtener y aplicar los conocimientos adquiridos en la teoría.

Investigación aplicada: busca aplicar los conocimientos, la investigación está centrada en encontrar mecanismos o estrategias que permitan realizar el objetivo planteado. El monitoreo del estero se aplicará de forma muy específica ya que se delimitará la trayectoria a cierta cantidad de puntos de muestreo, y se abordará un problema específico como lo es la calidad de agua mediante macroinvertebrados.

estero.

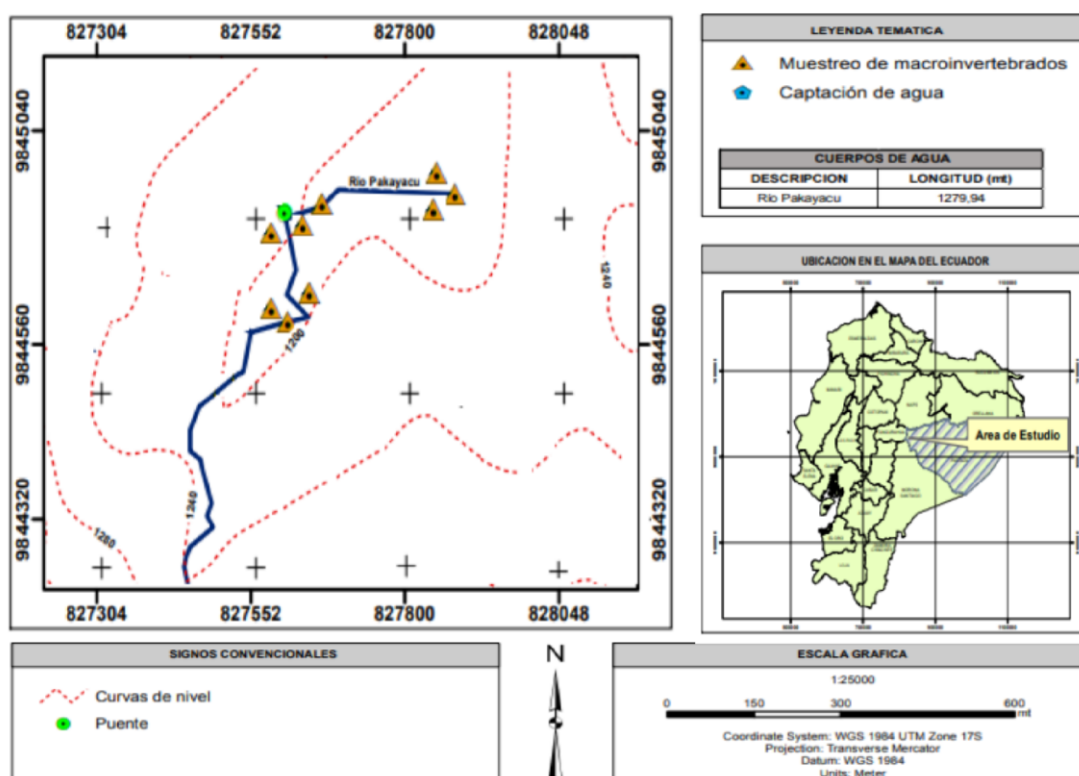


Gráfico 1: Mapa del área de estudio.

Investigación explicativa: proceso orientado, a describir o hacer un acercamiento en torno a un fenómeno o hecho específico que se encuentra el objeto de estudio, en este caso el estero Pakayacu y la calidad de agua, buscando establecer las causas que se encuentran detrás de este fenómeno, con el fin de intentar determinar las causas y consecuencias del fenómeno dentro del área de estudio planteado.

3.3 MÉTODOS DE INVESTIGACIÓN

Método cuantitativo: La intención de este método es exponer y encontrar el conocimiento ampliado de estado de la calidad del agua del estero Pakayacu mediante macroinvertebrados acuáticos y principios teóricos. La recolección de datos se obtendrá mediante el uso de manuales de monitoreo de la calidad del agua, instrumentos de medición, la estadística, entre otros.

Método cualitativo: es una técnica de investigación que alude a las cualidades es utilizado particularmente en la investigación, este método servirá de apoyo en describir de forma minuciosa, eventos, hechos, personas, situaciones, comportamientos, interacciones que se observan mediante un estudio; y además anexa tales experiencias, pensamientos, actitudes, creencias etc.; por ende, es que se dice que la investigación cualitativa hace referencia a las cualidades

3.4 DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN

Materiales para el monitoreo:

- Botas de caucho.
- Pinzas metálicas de punta fina.
- Frascos plásticos pequeños (según la técnica que se use, en este caso tres por nivel de monitoreo).
- Alcohol puro (de acuerdo con el número y tamaño de frascos).
- Lápiz.
- Papel para etiquetas.
- Hojas de campo 1 y 2 para análisis de datos.

- Lupa.
- Lámina de identificación de macroinvertebrados.

Para el método con Red Súber:

- Jarra plástica.
- Bandeja blanca.
- Frascos (3 por nivel de monitoreo).

Para el trabajo de campo, se siguió el Manual de monitoreo: “Los macroinvertebrados acuáticos como indicadores de la calidad del agua” (Carrera, 2001.). Esta metodología fue la herramienta utilizada para llevar a cabo cada una de las etapas y pasos de la investigación.

3.4.1 Elaboración línea base.

Se identificó el problema y se determinó el área de estudio, el cual permitió interactuar con los miembros del sector sobre el estado del agua en el sector. ¿Estará el agua contaminada? ¿Cuáles pueden ser las causas de su contaminación? Se recopiló toda la información requerida determinando una línea base, misma que ayudó con el inicio del programa de monitoreo del estero Pakayacu, con esto se fijó la metodología a seguir para realizar la intervención y poder evaluar el sector, la cual rendía las características para su aplicación en ese cuerpo hídrico, como lo es el manual para la utilización de macroinvertebrados (Carrera, 2001.), a su vez se explicó claramente a las personas qué es, para qué sirve y cómo se hace el monitoreo de la calidad de agua por macro invertebrados acuáticos.

Se organizó un grupo de trabajo y se realizó una reunión con todos los miembros del equipo para distribuir las responsabilidades (tres personas). Cada uno tenía tareas precisas como: medir el tiempo, llevar los materiales, medir el área, coleccionar, tomar los datos, escribir los resultados. Se escogió el día 14 de diciembre del 2018, a la 09h30 de la mañana.

3.4.2 Fase de campo.

Seguidamente se seleccionó las áreas que fueron monitoreadas, se realizó un recorrido de un kilómetro a lo largo del río donde se tomó como referencia y punto medio el puente que atraviesa el estero, se observó las condiciones físicas en que se encuentra el área. Según la metodología se estableció tres niveles de monitoreo; alto, medio y bajo separados entre sí por 500 m, esto permitió realizar un análisis más detallado, la técnica escogida y la más adecuada de acuerdo con las necesidades y con las condiciones que presentó el estero, para

este caso se usó la llamada Red Súber, al tratarse de una red pequeña se hizo mayor número de puntos de muestreo en cada sitio se estableció 3 puntos de muestreo para cada nivel de (alto, medio y bajo) separados entre sí entre 10 a 20m, un total de 9 puntos de muestreo, a fin de recoger material suficiente para su posterior análisis.

Para capturar los macroinvertebrados se utilizó la red en la parte más correntosa del río, y se empezó a caminar río arriba, los macroinvertebrados serán arrastrados junto con el sedimento hacia la red, se colocó todo el sedimento en tres envases de 450ml uno por cada punto y tres por cada nivel de muestreo. Seguidamente se los guardo y se repitió exactamente este procedimiento en los otros puntos de monitoreo.

3.4.3 Fase de identificación y análisis.

Esta fase se la realizó in situ, las muestras fueron marcadas y los macro invertebrados fueron separados del sustrato con la ayuda de una pinza, posteriormente fueron colocados en una bandeja blanca, la identificación se completa con ayuda del microscopio o en este caso de una lupa que para formas hídricas menores como esteros es mayormente utilizada esto sumado a la ayuda de la lámina de identificación que viene junto con el manual, se presentó en cada punto de muestreo el orden y la familia de cada individuo recolectado (WalterosRodríguez, 2018).

Una vez que se identificó los distintos grupos de macroinvertebrados se realizó los siguientes análisis: Análisis EPT (Ephemeroptera, Plecoptera, Trichoptera), análisis de sensibilidad y índice de diversidad Simpson.

Análisis EPT (Ephemeroptera, Plecoptera, Trichoptera); Este análisis se hace mediante el uso de tres grupos de macroinvertebrados que son indicadores de la calidad del agua porque son más sensibles a los contaminantes. Estos grupos son: Ephemeroptera o moscas de mayo, Plecoptera o moscas de piedra y Trichoptera. (Carrera, 2001.)

Una vez que identificado los grupos presentes en cada área, se anotó en la columna de Abundancia de Individuos de la Hoja de Campo 1(ver anexo 4, Gráfico 36) la cantidad de macroinvertebrados frente al grupo que corresponda, se sumó todos los números de la columna de Abundancia de Individuos y se anotó el resultado en el cuadro de total. Se Sumó los números de la columna EPT Presentes y el resultado en el cuadro de Total. Se divido el total de EPT Presentes para el total de Abundancia de Individuos, el valor obtenido aquí es la relación de Ephemeropteras, Plecopteras y Trichopterass presentes en la muestra, se

multiplicó este valor por cien para sacar el porcentaje, se comparó este valor con el cuadro de calificaciones de la buena calidad del agua. (Carrera, 2001.)

Se realizó las sumas y divisiones, calcando los porcentajes correspondientes y comparando los resultados con el cuadro que indica la calidad del agua señalada en la misma hoja de campo.

Análisis de Sensibilidad; Este análisis toma en cuenta el grado de sensibilidad que tienen las diferentes familias de macroinvertebrados a los contaminantes. Por esta razón debe determinar la Presencia de los diferentes grupos de macroinvertebrados, y no el número de individuos (Abundancia). Para este análisis se utilizó la Hoja de Campo 2(ver anexo 4, Gráfico 37). Esta hoja ya contiene los números de sensibilidad de cada familia. Se llenó una hoja por cada nivel de muestreo. Se ubicó las familias encontradas en cada área de muestreo en el listado que consta en la hoja de campo 2, se copió los números de sensibilidad que tiene cada familia y se anotó en la columna de presencia, se sumó toda la columna de presencia y se anotó el resultado en el cuadro de total, este es el valor de Sensibilidad que tiene la muestra, se comparó el total de presencia con el cuadro de Índice de Sensibilidad. (Carrera, 2001.)

Índices de Diversidad (Simpson); Distintos autores coinciden en señalar que el índice de diversidad está formado por dos componentes: el número de especies o riqueza de especie y la abundancia o equilibrio de especie (Bouza, 2005). Se utilizó la matriz Excel previamente elaborado con cada una de las ecuaciones ya que al ingresar cada uno de los datos obtenidos en campo se obtuvo la dominancia y la diversidad para cada uno de los niveles de monitoreo alto, medio y bajo respectivamente, con su debida representación gráfica.

CAPÍTULO IV

4. RESULTADOS

Objetivo 1: Determinar las características bióticas, abióticas y socioeconómicas del área de estudio.

Factores abióticos

La hidrología en el Cantón Mera cuenta con una importante red, formando parte de las principales cuencas hidrográficas amazónicas que tiene el país, siendo el 52% del territorio cantonal parte de la cuenca del Río Napo y el restante 48% del territorio cantonal parte de la cuenca del Río Pastaza. Formando un importante componente hidrológico que abastece del recurso hídrico al cantón y a la provincia (CDETERR, 2013).

La geología dentro del Cantón Mera cuenta principalmente con dos formaciones geológicas (Formaciones Mera y Formaciones Chambira) a lo largo de todo su territorio, cuyos materiales son de textura granular, muchas veces son acuíferos, que almacenan y transmiten en buena forma las líneas de flujo hídrico, la zona de estudio presentó una formación de estructura formada por calizas negras y areniscas donde actualmente predomina la cobertura de bosque y son relieves montañosos pertenecientes al Parque Nacional Llanganates y el Bosque Protector Habitagua. (CDETERR, 2013).

Existen tres tipos de clima en el Cantón Mera, predominando el Tropical Húmedo que ocupa la mayor parte del Cantón. Esta zona no tiene estación seca, llueve durante todo el año, aunque registra un ligero “verano” en el mes de agosto, presentan temperaturas que fluctúan entre los 12°C a 22°C, al ser un bosque siempreverde montano bajo existen precipitaciones fuertes llegando a cantidades mayores a los 4.000mm anuales, también presenta registros de humedad relativa mayores al 88% (INAMH, 2016).

Factores bióticos

En cuanto a la fauna se determinó que el área es un corredor de variedad biológica. Por otra parte, se tiene registros dentro del Cantón Mera donde se encuentra muchas especies en peligro crítico de extinción, el corredor ha demostrado tener un nivel aún mayor de la diversidad biológica en algunos grupos de animales ya que esta zona está rodeada por los parques protegidos Llanganates y Sangay. Se presenta una lista con las principales especies de fauna presentes en el territorio cantonal (Cabeza de mate, Nutria o lobo de agua, Tigrillo, Puma, Jaguar, Puerco sajino, Venado, Danta de monte, Tapir amazónico) (CDETERR, 2013).

En cuanto a flora en el área de estudio se encontró dentro del Bosque siempreverde montano bajo del Norte de la Cordillera Oriental de los Andes (MAE, 2015), la zona ha sido declarada como "Regalo para la Tierra" por parte del World Wildlife Fund, que es el máximo galardón que esta organización otorga a esfuerzos para la conservación de la naturaleza. A continuación, se presenta una lista con las principales especies arbóreas presentes en el territorio cantonal. (Morete, Pambil, Palma Real, Guayacán, Guarumo, Balsa Negra, Chontaduro, Balsa Blanca, Tagua, Caoba, Canelo, Sangre de Drago, Caimito, Laurel, Sangre de Gallina, Mata Palos, Cedro). (CDETERR, 2013)

Socioeconómico

El crecimiento poblacional en los periodos 1990 - 2001 y 2001 - 2010 es evidente. En 1990 la población del Cantón Mera alcanzaba los 5.947 habitantes, mientras que en el año 2001 asciende a 8.088 habitantes, lo que refleja un incremento del 36% al comparar estos dos años. Con el Censo del año 2010, la población alcanza los 11.861 habitantes, incrementándose en un 46,65% con respecto al año 2001 y en un 99,44% es decir duplicándose con respecto al año 1990, las proyecciones de población para el 2010-2020, prevén una población de 17.547 habitantes dentro del Cantón Mera (INEC, 2010).

La vivienda en el Cantón Mera en la proyección del censo del 2010 al 2014 determina que el 73,83% está habitada por sus propietarios teniendo únicamente el 23,17% destinadas al arrendamiento. En el área rural se ha generado varias problemáticas como falta de servicios básicos, dificultad de acceder a materiales para construcción de vivienda tradicionales.

Los Servicios básicos que cuentan el área de estudio siendo en la zona rural del Cantón Mera la cual cuenta con una cobertura de servicios básicos incipiente, siendo la electricidad la de mayor porcentaje de cobertura y la que tomaremos como referencia para analizar el resto de servicios. Con esta referencia al abastecimiento de agua le corresponde un 81,36%, únicamente un 15,09% cuentan con algún servicio de alcantarillado, el 62,41% cuentan con servicio de telefonía fija, el 70,51% cuenta con un acceso directo a transporte público; sin embargo los problemas en los servicios básicos a nivel rural, se puede describir, con una poca cobertura, dispersión de asentamientos humanos encarecen los servicios, sistema de alcantarillado y tratamiento de aguas servida incompletos, deficiente u obsoletos.

(CDETERR, 2013)

Medios productivos del cantón en el periodo 2007-2011 tiene la tendencia a mantenerse entre el 17 % y el 23% aproximadamente. Dentro del sector de la industria manufacturera se registró a 276 personas en sus actividades; las actividades del sector primario reportaron en total a 809 personas; donde las 794 se ocuparon en actividades de agricultura, ganadería silvicultura y pesca mientras que 15 se ocuparon en actividades de extracción minera (BCE, 2011). Según los estudios de Sistema de Investigación sobre la Problemática Agraria del Ecuador el 64,98% de UPAs del Cantón Mera corresponden a agricultura familiar campesina, es decir son Unidades Productivas Agropecuarias dedicadas a la subsistencia (SIPAE, 2009).

La actividad agropecuaria es la principal fuente de ingresos de la población rural donde las tierras destinadas para producción ganadera se ubican en áreas no adecuadas para desarrollar el pastoreo, pues el cantón se asienta en una zona cuya vocación natural es el mantenimiento de bosques protectores, el manejo agro-silvo-pastoril y la agroecología; el manejo de la

ganadería por sogueo contribuye a la degradación del ambiente y a perpetuar las condiciones de pobreza de los campesinos. (CDETERR, 2013)

Objetivo 2: Realizar un muestreo e identificación de macroinvertebrados acuáticos.

Luego de la identificación taxonómica con la utilización de fichas rápidas de identificación de macro invertebrados (Walteros-Rodríguez, 2018), para las muestras colectadas en los tres niveles de la cuenca, se determinó un total de 22 individuos con una diversidad de 7 familias de macroinvertebrados y una riqueza de 5 géneros a lo largo de un 1km del estero Pakayacu. Respecto al punto bajo, se detecta la presencia esporádica de diferentes macroinvertebrados y la reducida abundancia de algunos taxones EPT, en comparación con los puntos alto y medio.

Cuenca Alta

Al realizar el monitoreo de macroinvertebrados en el nivel de muestro en la parte alta del estero se registró 8 individuos de 4 familias; La familia Baetidae, individuos del grupo EPT, la mayoría viven debajo de troncos, rocas, hojas, y adheridos a vegetación sumergida, su desarrollo demanda de un hábitat acuático óptimo y de buena calidad del agua. La familia Corydalidae, viven en aguas lólicas son aquellas aguas que se encuentran continuamente en movimiento sin importar la velocidad, esta familia también está asociada al grupo de bio indicadores de buena calidad del ambiente (Walteros-Rodríguez, 2018). La familia

Leptohyphidae, habitan en ríos y quebradas, asociados a troncos, hojas y rocas, son colectoras-recolectoras y se alimentan de la materia orgánica que se depositan en el fondo del estero, depuradoras de materia orgánica. La familia Oligoneuridae son una familia con una distribución muy amplia, se les encuentra preferiblemente en aguas muy limpias.

Tabla 3: Familias identificadas en la cuenca alta.

SECTOR	COORDENADAS	FAMILIA	ORDEN	# DE SP
Esteros Pakayacu nivel alto	Zona 17, hemisferio sur: Este (x) 827612.6 – Norte (y) 9844468.6	Baetidae	EPHEMEROPTERA	4
		Corydalidae	MEGALOPTERA	1
		Leptohyphidae	EPHEMEROPTERA	2
		Oligoneuridae	EPHEMEROPTERA	1

Elaborado por: Reyes Luis.

Cuenca Media

En el nivel medio se registró 7 individuos de 4 familias; la familia Elmidae, es un grupo ampliamente distribuido en el trópico, viven en aguas limpias, bien oxigenadas y en diversos microhábitats. Se alimentan de detritos y algas, por lo que se les reconoce como colectores. La familia Glossosomatidae, son comunes en ríos y quebradas de corrientes moderadas a lentas y de buena calidad, adheridos a las rocas en las orillas. Los individuos de Hydrobiosidae, viven en zonas de corriente en ríos y quebradas, se alimentan de otros organismos acuáticos. Las larvas son de vida libre la cual indica que la presencia de estas en aguas de consumo reduce su aceptabilidad a un supuesto consumidor de este líquido, ya que se ha sugerido que las larvas de vida libre podrían ser portadores de bacterias patógenas en sus intestinos. La familia Psephenidae viven en aguas lólicas son aquellas aguas que se encuentran continuamente en movimiento, sin importar la velocidad, debajo de rocas, troncos y residuos vegetales. Las larvas se alimentan del perifiton que crece en aguas no contaminadas.

Tabla 4: Familias identificadas en la cuenca media.

SECTOR	COORDENADAS	FAMILIA	ORDEN	# DE SP
Estero Pakayacu nivel medio	Zona 17, hemisferio sur: Este (x) 827622.9– Norte (y) 9844571.7	Elmidae	COLEOPTERA	2
		Glossosomatidae	TRICHOPTERA	1
		Hydrobiosidae	TRICHOPTERA	3
		Psephenidae	COLEOPTERA	1

Elaborado por: Reyes Luis.

Cuenca Baja

El nivel de muestreo en la parte baja fueron hallados 7 individuos de 4 familias; Leptohyphidae son comunes en ríos y quebradas, asociados a troncos, hojas y rocas. Son colectoras-recolectoras y se alimentan de detrito los cuales son residuos, generalmente sólidos permanentes, que provienen de la descomposición de materia orgánica (vegetales y animales). Es materia muerta. que se depositan en el fondo. Oligoneuriidae son comunes en ríos y quebradas de corrientes moderadas a lentas, adheridos a las rocas en las orillas, se alimentan de detritus se encuentran usualmente donde hay exceso de algas, asociadas a la eutrofización. Chironomidae se caracterizan por ser colector-recolectores, filtrador e incluso existen algunos depredadores. Puede alimentan de mezclas de algas, bacterias y materia orgánica que encuentran en los sedimentos. La familia Elmidae, es un grupo ampliamente distribuido en el trópico. Viven en aguas de las estribaciones húmedas y en diversos micro hábitats del bosque tropical. Se alimentan de detritos y algas, por lo que se les reconoce como colectores.

Tabla 5: Familias identificadas en la cuenca baja.

SECTOR	COORDENADAS	FAMILIA	ORDEN	# DE SP
Estero Pakayacu nivel bajo	Zona 17, hemisferio sur: Este (x) 827891.6 Norte (y) 9844622.4	Leptohyphidae	EPHEMEROPTERA	2
		Oligoneuriidae	EPHEMEROPTERA	1
		Chironomidae	DIPTERA	1
		Elmidae	COLEOPTERA	3

Elaborado por: Reyes Luis.

Estado general de la Cuenca

El análisis de la cuenca del estero Pakayacu reveló la composición, distribución y abundancia de las comunidades de macroinvertebrados. Se identificaron 22 individuos con una diversidad de 7 familias de macroinvertebrados y una riqueza de 5 géneros. Las especies más abundantes en la cuenca fueron de las familias Baetidae, Leptohyphidae. La estructura y dinámica de las especies presentó un alto grado de relación, por lo que se asume que el ecosistema está en equilibrio dentro de la cadena trófica. Sin embargo, los bajos valores de diversidad observados serían indicativo de la mala calidad de agua.

Tabla 6: Cuadro general del comportamiento de la cuenca del estero Pakayacu por su abundancia.

SECTOR	FAMILIA	ORDEN	# DE SP
Estero Pakayacu cuenca alta	Baetidae	EPHEMEROPTERA	4
	Corydalidae	MEGALOPTERA	1
	Leptohyphidae	EPHEMEROPTERA	2
	Oligoneuridae	EPHEMEROPTERA	1
Estero Pakayacu cuenca media	Baetidae	EPHEMEROPTERA	4
	Corydalidae	MEGALOPTERA	1
	Leptohyphidae	EPHEMEROPTERA	2
	Oligoneuridae	EPHEMEROPTERA	1
Estero Pakayacu cuenca baja	Baetidae	EPHEMEROPTERA	4
	Corydalidae	MEGALOPTERA	1
	Leptohyphidae	EPHEMEROPTERA	2
	Oligoneuridae	EPHEMEROPTERA	1

Elaborado por: Reyes Luis.



Gráfico 2: Diversidad de macro invertebrados en toda la cuenca intervenida del estero Pakayacu.

Objetivo 3: Analizar los parámetros muestreados (índice EPT, índice de sensibilidad y índices de Simpson) en el Río Pakayacu y recomendar acciones de conservación.

La categorización utilizada para definir el estado de salud ecológica en el Índice EPT, Índice de Sensibilidad y con él se fundamentó en la propuesta de (Carrera, 2001), que categoriza el estado de salud de los ríos según la composición biótica de macroinvertebrados.

Cuenca alta

El resultado en el índice de EPT realizado (Tabla 7) es 0,87. Éste es el valor de la relación de Ephemeropteras, Plecopteras y Trichopteras presentes en la muestra, se multiplicó este valor por cien para sacar el porcentaje, ($0,87 \times 100 = 87,5\%$). Se comparó este valor con el cuadro de calificaciones. De acuerdo con el 88% corresponde a agua de MUY BUENA CALIDAD.

Tabla 7: Índice EPT de la cuenca alta.

Abundancia Total	EPT presentes	% de índice EPT	% restante
8	7	88	12
Calidad del agua			
75	100	Muy Buena	
50	74	Buena	
25	49	Regular	
0	24	Mala	

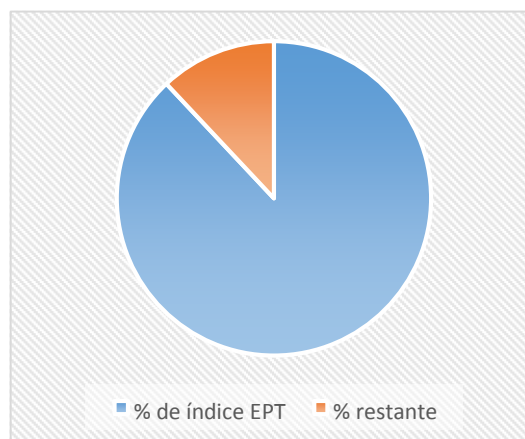


Gráfico 3: Índice EPT con un 88% en toda la muestra.

Elaborado por: Reyes Luis.

Mientras que en el índice de sensibilidad (Tabla 8) se registra el valor que tiene la muestra, se comparó el valor total de presencia de las especies con el cuadro de Sensibilidad. En este caso, 30 que corresponde a MALA en la calidad del agua, Tabla 8: Índice de sensibilidad de la cuenca alta.

Familias	Sensibilidad
Baetidae,	7
Corydalidae	6
Leptohyphidae	7
Oligoneuridae	10
total	30
Calidad de agua	
101- 145	Muy Buena
61- 100	Buena
36- 60	Regular
16- 35	Mala
0- 15	Muy Mala

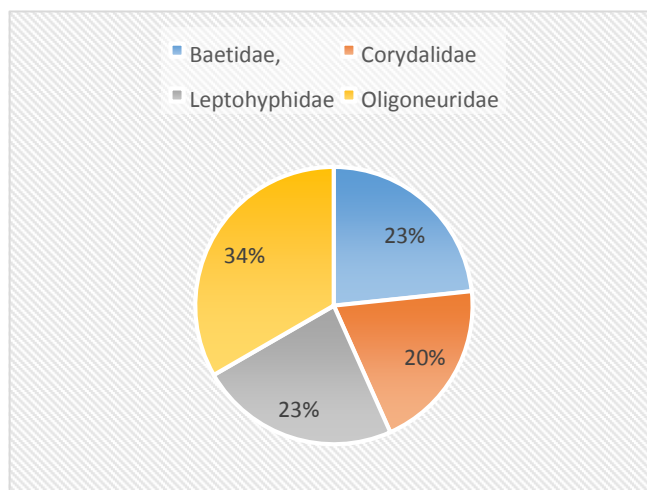


Gráfico 4: Índice de sensibilidad por familias en la cuenca alta.

Elaborado por: Reyes Luis.

Índice de diversidad de Simpson (Tabla 9) se usó para medir la biodiversidad, es decir; la diversidad de seres vivos en el estero Pakayacu, ésta toma en cuenta la cantidad de especies presentes en el hábitat, así como la abundancia de cada especie. Misma que nos indica la dominancia y diversidad, ambos valores van a variar entre 0 y 1, cuando el valor está cercano a 1 o es 1 significa que la dominancia o diversidad es muy alta, y si está cercano a 0 o es 0 la dominancia o la diversidad son bajas, estos dos valores son inversamente proporcionales, en este caso la dominancia es muy baja con un 34% (Gráfico 5) mientras que la diversidad ligeramente alta con un 66%. Dando con mayor abundancia relativa los individuos de la familia Baetidae con 50% (Gráfico 6) de presencia en toda la muestra de la cuenca alta.

Tabla 9: Índice de Simpson de la cuenca alta.

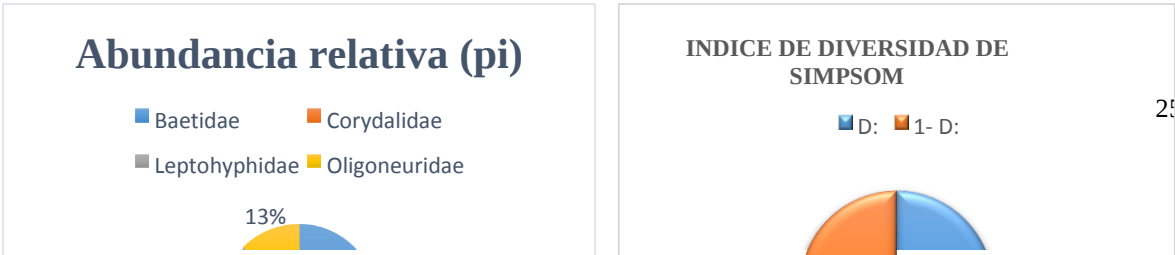
Índice de Simpson	Localidad: Estero Pakayacu punto Alto ; WGS 84, Estándar UTM ; Este (x) 827612.6, Norte (y) 9844467.7			
	Familias registradas	# de individuos	Abundancia relativa (pi)	pi ²
	Baetidae	4	0,5	0,25
	Corydalidae	1	0,13	0,02
	Leptohyphidae	2	0,25	0,06
	Oligoneuridae	1	0,13	0,02

	Ind. Totales:	8	D:	0,34
			1- D:	0,66

Elaborado por: Reyes Luis.

34%

Cuenca Media



El índice de EPT realizado (Tabla 10) es 0,57, este es el valor de la relación de Ephemeropteras, Plecopteras y Trichopteras presentes en la muestra, se multiplicó este valor por cien para sacar el porcentaje, ($0,57 \times 100 = 57\%$). Se Comparó este valor con el cuadro de calificaciones. De acuerdo con el mismo, para el 57% corresponde a agua de BUENA calidad.

Tabla 10: Índice EPT de la cuenca media.

Abundancia	EPT presentes	% de índice EPT	% restante
Total			
7	4	57	43
Calidad del agua			
75	100	Muy Buena	
50	74	Buena	
25	49	Regular	
0	24	Mala	

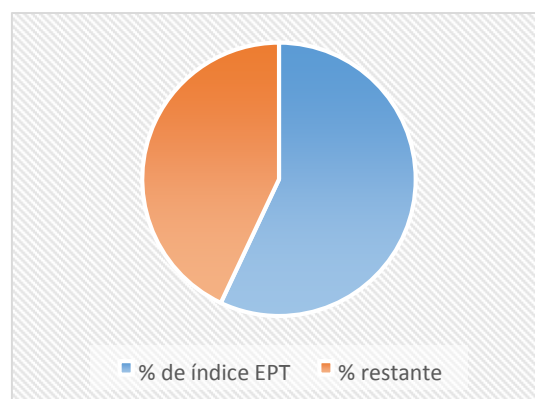


Gráfico 7: Índice EPT con un 57% en toda la muestra.

Elaborado por: Reyes Luis.

Mientras que en el índice de sensibilidad (Tabla 11) se registra el valor que tiene la muestra, se compraron el total de presencias de las especies con el cuadro de Sensibilidad. En este caso, 32 que corresponde a Mala en la calidad del agua.

Tabla 11: Índice de sensibilidad de la cuenca media.

Familias	Sensibilidad
Elmidae	6
Glossosomatidae	7
Hydrobiosidae	9
Psephenidae	10
total	32
Calidad de agua	
101- 145	Muy Buena
61- 100	Buena
36- 60	Regular
16- 35	Mala
0- 15	Muy Mala

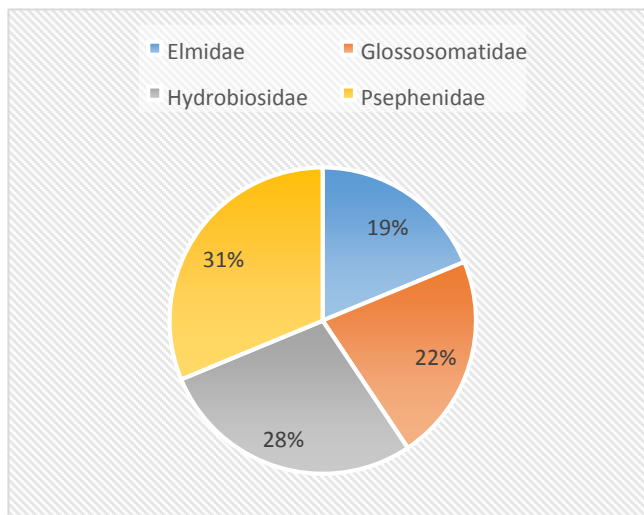


Gráfico 8: Índice de sensibilidad por familias de la cuenca media.

Elaborado por: Reyes Luis.

Índice de diversidad de Simpson (Tabla 12) nos indica la dominancia y diversidad, ambos valores pueden variar entre 0 y 1, cuando el valor está cercano a 1 o es 1 significa que la dominancia o diversidad es muy alta, y si está cercano a 0 o es 0 la dominancia o la diversidad son bajas, estos dos valores son inversamente proporcionales, en este caso la dominancia (Gráfico 9: es muy baja con un 23% mientras que la diversidad ligeramente alta con un 77%. Dando como mayor abundancia relativa los individuos de la familia Hydrobiosidae con 43% (Gráfico 10) de presencia en toda la muestra del medio.

Tabla 12: Índice de Simpson de la cuenca media.

Índice de Simpson	Localidad: Estero Pakayacu cuenca Media ; WGS 84, Estándar UTM; Este (x) 827637.1, Norte (y) 9844644.2			
	Familias registradas	# de individuos	Abundancia relativa (pi)	pi^2
	Elmidae	2	0,25	0,06
	Hydrobiosidae	3	0,38	0,14
	Glossosomatidae	1	0,13	0,02
	Psephenidae	1	0,13	0,02
	Ind. Totales:	7	D:	0,23
			1- D:	0,77

Elaborado por: Reyes Luis.

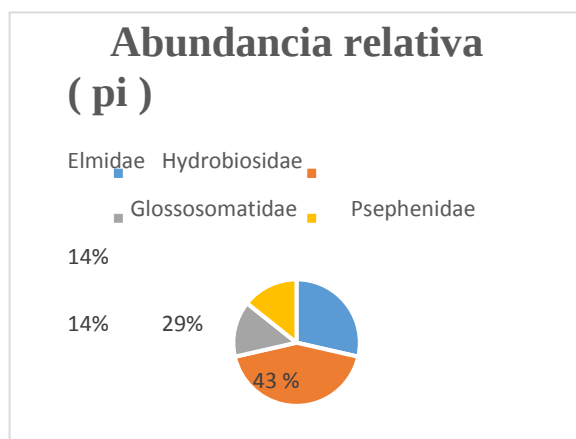


Gráfico 10: El 43% de abundancia relativa para la familia Hydrobiosidae, obtuvo el mayor número de individuos, del total de la muestra, para el punto medio de monitoreo.

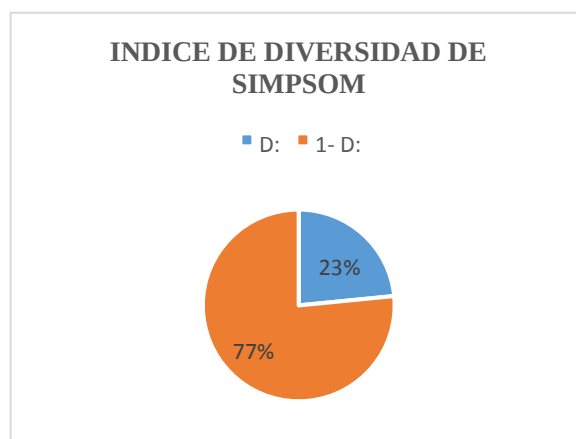


Gráfico 9: El índice de diversidad muestra una baja dominancia con el 23% y con un 77% de diversidad para la muestra en el punto medio del estero Pucayacu.

Cuenca Baja

El análisis realizado por el índice de EPT (Tabla 13) es 0,25, este es el valor de la relación de EPT presentes en la muestra, se multiplicó este valor por cien para sacar el porcentaje,

($0,25 \times 100 = 25\%$). Se Comparó este valor con el cuadro de calificaciones. De acuerdo con el mismo, para el 25% corresponde a agua de una REGULAR CALIDAD.

Tabla 13: Índice EPT de la cuenca baja.

Abundancia Total	EPT presentes	% de índice EPT	% restante
8	2	25	75
Calidad del agua			
75	100	Muy Buena	
50	74	Buena	
25	49	Regular	
0	24	Mala	

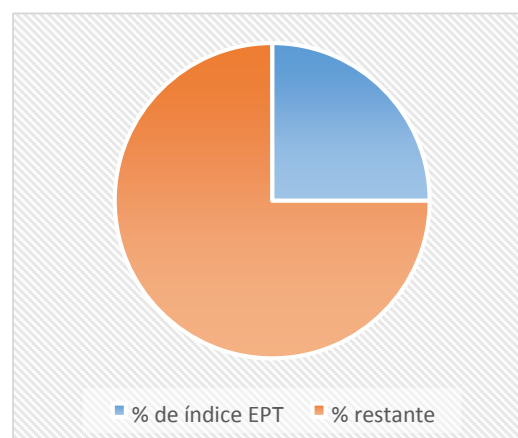


Gráfico 11: Índice EPT con un 57% en toda la muestra.

Elaborado por: Reyes Luis.

Mientras que en el índice de sensibilidad (Tabla 14) se registra el valor que tiene la muestra, se compraron el total de presencia de especies con el cuadro de Sensibilidad, en este caso, 16 que corresponde a Mala en la calidad del agua.

Tabla 14: Índice de sensibilidad de la cuenca media.

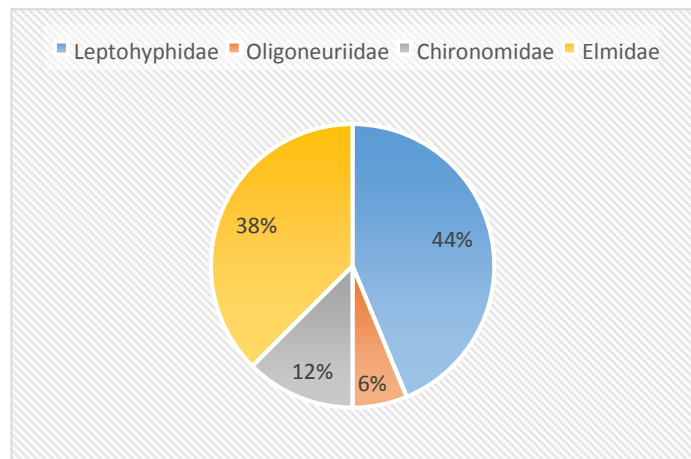


Gráfico 12: Índice de sensibilidad cuenca media.

Elaborado por: Reyes Luis.

Índice de diversidad de Simpson (Tabla 15), nos indica la dominancia y diversidad, ambos valores pueden variar entre 0 y 1, cuando el valor está cercano a 1 o es 1 significa que la dominancia o diversidad es muy alta, y si está cercano a 0 o es 0 la dominancia o la diversidad son bajas, estos dos valores son inversamente proporcionales, en este caso la dominancia es muy baja con un 23% mientras que la diversidad ligeramente alta con un 77%. (Gráfico 13) Dando como mayor abundancia relativa los individuos de la familia Elmidae con 43% (Gráfico 14) de presencia en toda la muestra del punto bajo.

Familias	Sensibilidad
Leptohyphidae	7
Oligoneuriidae	1
Chironomidae	2
Elmidae	6
total	16
Calidad de agua	
101- 145	Muy Buena
61- 100	Buena
36- 60	Regular
16- 35	Mala
0- 15	Muy Mala

Tabla 15: Índice de Simpson de la cuenca baja.

Índice de Simpson	Localidad: Estero Pakayacu cuenca baja ; WGS 84, Estándar UTM; Este (x) 827612.6, Norte (y) 9844467.7			
	Familias registradas	# de individuos	Abundancia relativa (pi)	pi^2
	Leptohyphidae	2	0,25	0,06
	Oligoneuriidae	1	0,13	0,02
	Chironomidae	1	0,13	0,02
	Elmidae	3	0,38	0,14
	Ind. Totales:	7	D:	0,23
			1- D:	0,77

Elaborado por: Reyes Luis.

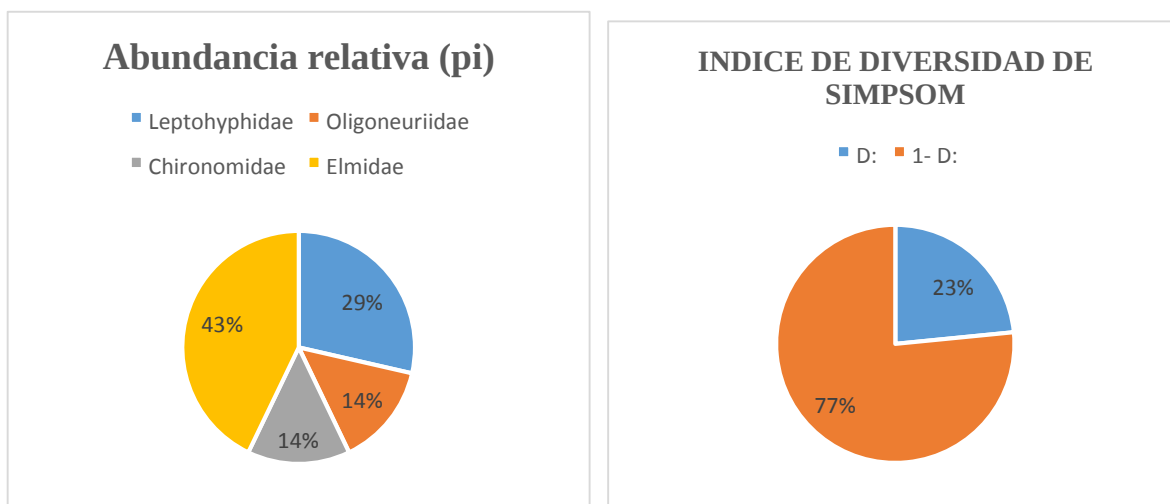


Gráfico 14: El 43% de abundancia relativa para la familia Elmidae, obtuvo el mayor número de individuos, del total de la muestra., para el punto bajo de monitoreo. Gráfico 13: El índice de diversidad muestra una baja dominancia con el 23% y con un 77% de diversidad para la muestra en el punto medio del estero Pucayacu.

Resumen general de los cálculos realizados.

El índice EPT en toda la cuenca del estero Pakayacu (Tabla 16) tiene un comportamiento descendente en el porcentaje del valor en relación a los grupos Ephemeropteras, Plecopteras y Trichopterases de buena calidad del agua presentes en la muestra, resultando la cuenca alta la de mayor porcentaje de estos grupos con 88%, la cuenca media con 57% y la cuenca baja con el menor porcentaje de EPT con un 25% de toda la muestra, esta disminución gradual de los grupos EPT en el estero se debería a la reacción que estos presentan hacia algunas sustancias que estén alterando su medio óptimo para desarrollarse, en el área ha influido la actividad antropogénica en la alteración de los componentes naturales del estero.

Tabla 16: Resumen índice EPT de toda la cuenca del estero Pakayacu.

Sector	Abundancia Total	EPT presentes	% de índice EPT	% restante
Cuenca alta	8	7	88	12
Cuenca media	7	4	57	43

Cuenca baja	8	2	25	75
-------------	---	---	----	----

Elaborado por: Reyes Luis.

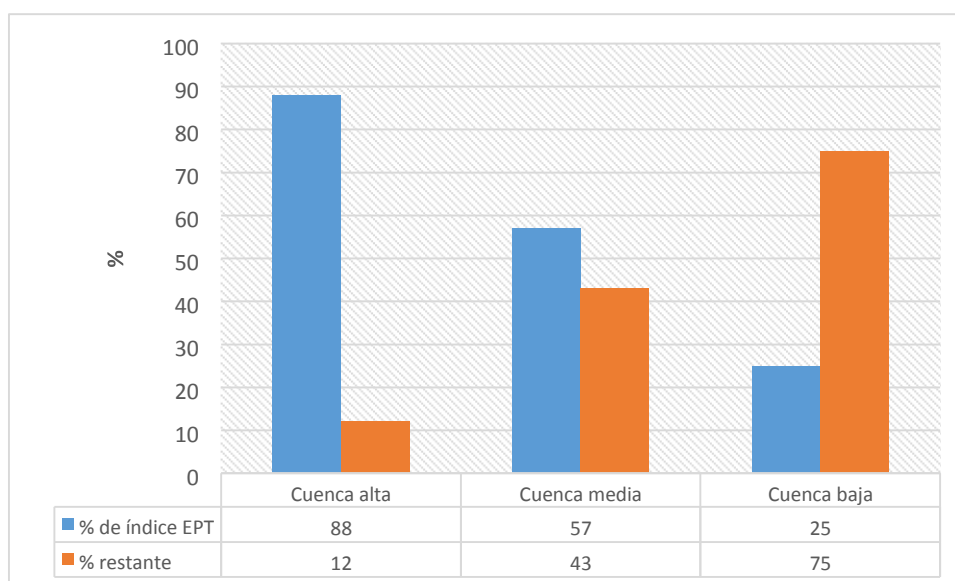


Gráfico 15: Comportamiento descendente en el porcentaje del valor en relación a los grupos EPT de toda la muestra.

El índice de Sensibilidad de toda la cuenca (Tabla 17) presentó la siguiente conducta, la sensibilidad de los grupos de macroinvertebrados identificados en la cuenca alta y media, mostraba índices entre 7 a 10 en el grado de sensibilidad mientras que la cuenca baja presenta un índices ≤ 6 de sensibilidad para los grupos identificados ahí, esto se debería ya al impacto antropogénico causado al medio que ha alterado ya su estado natural y también a que en toda la cuenca de estero se pudo determinar que la muestra no se obtuvieron un número suficiente de individuos y por ende presentó un índice de sensibilidad baja para la cuenca calificándolo como de mala calidad del agua.

Tabla 17: Resumen índice Sensibilidad de toda la cuenca del estero Pakayacu

SECTOR	FAMILIA	Sensibilidad
Cuenca alta	Baetidae	7
	Corydalidae	6
	Leptohyphidae	7
	Oligoneuridae	10
Cuenca media	Baetidae	6

Cuenca baja	Corydalidae	7
	Leptohyphidae	9
	Oligoneuridae	10
	Baetidae	7
	Corydalidae	1
	Leptohyphidae	2
	Oligoneuridae	6

Elaborado por: Reyes Luis.

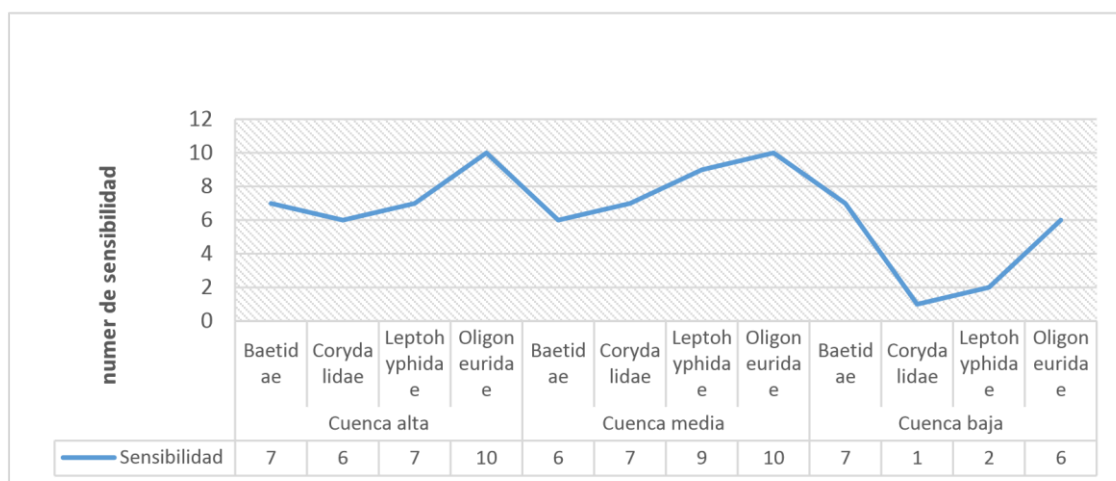


Gráfico 16: Sensibilidad de los grupos de macro invertebrados identificados en la cuenca alta y media.

El Índice de diversidad de Simpson (Tabla 18), por unanimidad en los tres puntos de muestreo, arrojó una baja dominancia, pero una alta diversidad de macroinvertebrados acuáticos en el estero Pakayacu, esto conlleva que, por todos los resultados analizados, se resuelve informar que el agua en la parte alta y media es de buena calidad mientras que el

punto bajo ha tenido una ligera disminución de los índices de calidad del agua, esto se debería a la actividad antropogénica en el área.

Tabla 18: Resumen índice de Diversidad Simpson de toda la cuenca del estero Pakayacu.

SECTOR		pi^2
Cuenca alta	Dominancia:	0,34
	Diversidad:	0,66
Cuenca media	Dominancia:	0,23
	Diversidad:	0,77
Cuenca baja	Dominancia:	0,23
	Diversidad:	0,77

Elaborado por: Reyes Luis.

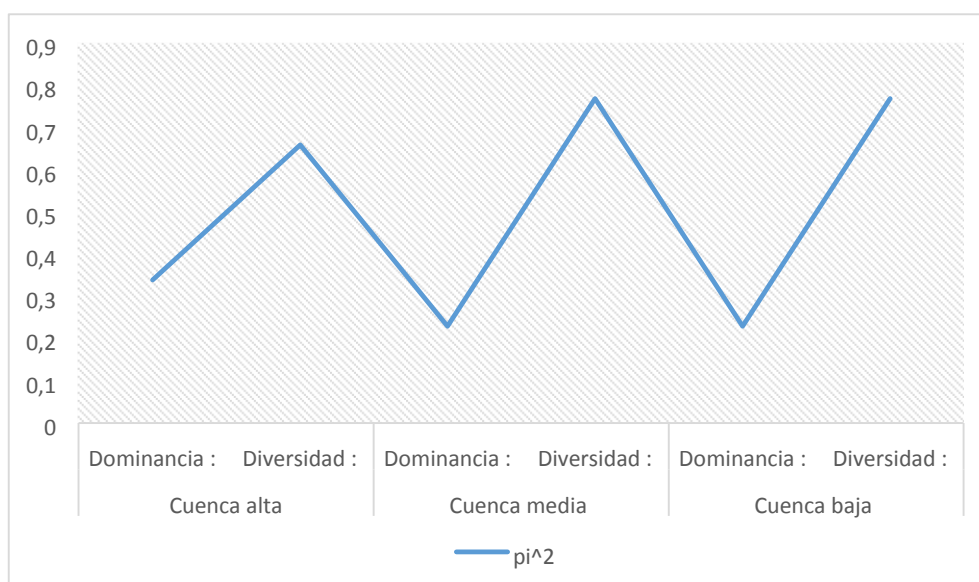


Gráfico 17: Comportamiento del Índice de diversidad de Simpson en los tres puntos de muestreo.

PROPUESTA DE CONSERVACIÓN

La siguiente investigación tiene en consideración presentar una propuesta de conservación que consiste en la utilización de la educación Ambiental y la elaboración de un Plan de Manejo Integrado de los Recursos Hídricos, respaldada en la legislación y normativas medio ambientales en pro de la protección y conservación ya que es responsabilidad del Estado y toda la comunidad el cuidado de todos los recursos naturales, estas hermanitas promocionarán las directrices para desarrollar planes de Protección y conservación de fuentes hídricas dentro del canto.

La Educación Ambiental es la base fundamental para que todas las personas adquieran conciencia de su entorno y puedan realizar cambios en sus valores, conductas y estilos de vida. Es crucial que se fomenten valores y hábitos para lograr un medio ambiente en equilibrio. La propuesta buscar incidir en el proceso de aprendizaje en las escuelas y público en general del cantón mediante conferencias de sensibilización, formación de comités ecológicos, la confección de bitácoras ambientales y otras estrategias, todas con una característica en común: buscar que las personas de la comunidad comprendan y conozcan la problemática ambiental y adquieran conocimientos, valores y habilidades prácticas para participar e incidir, en forma responsable y eficaz en la prevención y solución de los problemas ambientales, con acento especial en los relacionados con los residuos sólidos y la contaminación del agua. (ESPEJEL RODRÍGUEZ & CASTILLO RAMOS, 2009)

La adecuada dirección del plan con ayuda de organizaciones internacionales como el BID Banco Interamericano de Desarrollo Económico y FONAG Fondo para la Protección del Agua, los cuales desarrollan estudios sobre Planes de Recursos Hídricos, presentando programas y actividades para su mejoría y complementación a lo largo del tiempo con el objetivo de obtener la sustentabilidad de la sociedad y del medio ambiente (M. Tucci, 2009).

Según la normativa la competencia sobre el recurso hídrico recae sobre las municipalidades cantonales las cuales son el ente que toma acciones en beneficio de la comunidad y el medio ambiente; se propone desarrollar las siguientes actividades;

- Implementar cursos de Educación Ambiental en el cantón Mera dedicada a las comunidades y gente relacionada con actividades del uso del agua.
- Declarar zona de conservación los márgenes de la cuenca del estero Pakayau con un análisis técnico según la LEY ORGÁNICA DE RECURSOS HÍDRICOS en su

Artículo 13.- FORMAS DE CONSERVACIÓN Y DE PROTECCIÓN DE FUENTES DE AGUA.

LEY ORGÁNICA DE RECURSOS HÍDRICOS, USOS Y APROVECHAMIENTO DEL AGUA

TÍTULO I: DISPOSICIONES PRELIMINARES

CAPÍTULO I: DE LOS PRINCIPIOS

Artículo 1.- Naturaleza jurídica. Los recursos hídricos son parte del patrimonio natural del Estado y serán de su competencia exclusiva, la misma que se ejercerá concurrentemente entre el Gobierno Central y los Gobiernos Autónomos Descentralizados, de conformidad con la Ley.

TÍTULO II; RECURSOS HÍDRICOS

CAPÍTULO I; DEFINICIÓN, INFRAESTRUCTURA Y CLASIFICACIÓN DE LOS RECURSOS HÍDRICOS

Artículo 12.- Protección, recuperación y conservación de fuentes
El Estado en sus diferentes niveles de gobierno destinará los fondos necesarios y la asistencia técnica para garantizar la protección y conservación de las fuentes de agua y sus áreas de influencia.

Artículo 13.- Formas de conservación y de protección de fuentes de agua.

Para la protección de las aguas que circulan por los cauces y de los ecosistemas asociados, se establece una zona de protección hídrica. Cualquier aprovechamiento que se pretenda desarrollar a una distancia del cauce, que se definirá reglamentariamente, deberá ser objeto de autorización por la Autoridad Única del Agua, sin perjuicio de otras autorizaciones que procedan.

CAPÍTULO V

5. CONCLUSIONES

Se ha concluido que las características del área de estudio son de alta importancia ya que nos indica los factores que implican dentro de esta zona, una de estas es que se encuentra en el bosque húmedo tropical con una humedad relativa mayor al 88%, una precipitación mayor a 3500 mm al año, este fenómeno provoca las escorrentías que son corrientes de agua que puede provenir de la lluvia, la escorrentía tiene la capacidad de recorrer el suelo y de expandirse libremente, esto causa una gran problemática ya que la mala disposición de residuos, la inadecuada localización de potreros, cultivos y criaderos de animales, llevan a que los desechos sean vertidos directamente a la corriente o ésta se vea contaminada por el traslado de estos contaminantes por esta acción .

Con el análisis realizado por el muestreo e identificación de macroinvertebrados acuáticos se puede determinar que según bibliografía revisada los fondos arenosos albergan pocas especies, con pocos individuos por especie. Los fondos pedregosos suelen ser más ricos, en especial cuando las rocas son grandes y finalmente cuando hay vegetación la fauna es aún

más diversa. Además, los sustratos dominados por hojarasca brindan una mayor disponibilidad de recursos, por lo que además de presentar una alta riqueza de especies permiten sostener una mayor densidad de organismos. Estos resultados son apoyados por lo encontrado en este estudio, donde los macroinvertebrados acuáticos presentan una baja dominancia, pero una alta diversidad.

Los índices evaluados concluyeron que para el índice EPT tiene un comportamiento descendente en el porcentaje del valor en relación a los grupos Ephemeropteras, Plecopteras y Trichopteras de buena. El índice de Sensibilidad por macroinvertebrados identificó índices entre 7 a 10 en las cuencas alta y media mientras que la cuenca baja presenta índices ≤ 6 de sensibilidad. El Índice de diversidad de Simpson por unanimidad en los tres puntos de muestreo, arrojó una baja dominancia, pero una alta diversidad de macroinvertebrados, esto se debería que en el área ha influido la actividad antropogénica en la alteración del componente natural del estero.

5.1 RECOMENDACIONES

Se recomienda que la actividad antropogénica que se realice en el área sea de forma sustentable respetando las áreas de conservación y las fuentes hídricas, sabiendo que un desarrollo sustentable con la naturaleza es posible y trae beneficios para la comunidad que lo practique, el trabajo mancomunado con las diferentes organizaciones será clave para lograr un cambio positivo para nuestra sociedad.

Al realizar el muestreo e identificación se propone se realice un monitoreo constante para poder así utilizar los datos para establecer acciones de prevención y conservación. Para la identificación se recomienda utilizar métodos más fiables o con más detalles, se propone también que se haga análisis más detallados como análisis físico –químicos, para una buena identificación en la calidad del agua, se debe comparar con estudios similares en la región ya que así se podrá corroborar los datos.

CAPÍTULO VI

6. BIBLIOGRAFÍA

- INAMH, I. (2016). Boletín Climatológico Semestral. Quito: Subproceso de Estudios e Investigaciones Meteorológicas.
- Alba-Tercedor, J. (1996). Macroinvertebrados acuáticos y calidad de las aguas de los ríos. Granada: University of Granada Department of Zoology.
- BCE, B. (2011). Análisis de las cuentas Nacionales Trimestrales. Quito: Direccion de estadistica económicas.
- Bouza, C. N. (2005). ESTIMACIÓN DEL ÍNDICE DE DIVERSIDAD DE SIMPSON EN m SITIOS DE. Havana: University of Havana · Departamento de Matemática Aplicada.

- Campos Pinilla, C., Cárdenas Guzmán, M., & Guerrero Cañizares, A. (2010). Comportamiento de los indicadores de contaminación fecal en diferente tipo de aguas de la sabana de Bogotá. Bogotá: Universitas Scientiarum,
- Carrasco CB, Portal EQ, & Ayala YS. (2009). Entomofauna acuática del río Huatatas y su relación con la calidad de sus aguas. Huancayo: Convención Nacional de Entomología. Huancayo, Sociedad Entomológica del Perú. .
- Carrera, C. y. (2001). Manual de monitoreo: los macroinvertebrados acuáticos como indicadores de la calidad del agua. Quito.: EcoCiencia.
- CDETERR. (2013). Plan de desarrollo y ordenamiento territorial del cantón Mera 2025. mera.
- CEPAL. (2009). Economía campesina y agricultura empresarial: tipología de productores del agro mexicano. México: Editorial Siglo XXI.
- Channah Rock, & Berenise Rivera. (2014). La Calidad del Agua, E. coli y su Salud. Arizona: COLLEGE OF AGRICULTURE AND LIFE SCIENCES.
- Chaura, W. (2011). Bioética y producción agropecuaria sostenible en los llanos orientales colombianos. Santafé de Bogotá D.C: universidad el bosque departamento de bioética maestría en bioética.
- Colé, G. (2009). Manual de Limnología. Buenos Aires: Editorial Hemisferio Sur.
- Díaz-Balteiro, L., Caparrós, A., Almazán, E., & Ovando, P. (2015). Economía privada de productos leñosos, frutos industriales, bellota, pastos y el servicio del carbono en los sistemas forestales de Andalucía. Madrid: Memorias científicas de RECAMAN. Volumen 1. Memoria 1.3. Editorial CSIC.
- Dolores Garza, G., Surís-Regueiro, J., & Varela-Lafuente, M. (2017). Evaluando los efectos económicos de las actividades pesquera y acuícola en la economía de Galicia. Vigo: Departamento de Economía Aplicada Universidad de Vigo.
- Elordi, M., Colman Lerner, J., & Porta, A. (2016). Evaluación del impacto antrópico sobre la calidad del agua del arroyo Las Piedras Quilmes, Buenos Aires, Argentina. La Plata - Argentina: Acta Bioquímica Clínica Latinoamericana.

- ERJAFE. (2009). Estatuto del régimen jurídico administrativo de la función ejecutiva. Quito: Decreto.
- ESPEJEL RODRÍGUEZ, A., & CASTILLO RAMOS, M. (2009). Educación Ambiental para el nivel medio superior: propuesta y evaluación. Tlaxcala: Universidad Autónoma de Tlaxcala, México.
- FAO. (1993). El estado mundial de la agricultura y la alimentación. roma: organización de las naciones unidas para la agricultura y la alimentación.
- Fernández-Ronquillo, M., Fernández-Solís, T., & Solís Beltrán, G. (2016). Percepción de la población sobre los niveles de contaminación ambiental del Río Milagro y grado de conocimiento preventivo social sobre el efecto de su carga contaminante. Barcelona-España: Revista Ciencia UNEMI Vol. 9, N° 21, diciembre 2016, pp. 125 - 134.
- Guadarrama, C. (2009). agroecología en el siglo XXI: enfrentando nuevos y viejos paradigmas de producción agrícola. Brasil: Rev. Agrícola. 2: 204-207.
- Guzmán, D. (2018). Servicio levantamiento información para la determinación de la calidad del agua en el área de influencia en el bloque 28, en la provincia de Pastaza en el cantón Mera. Puyo: G & G Construcciones y Ambiente.
- Hernández, I., Velásquez, I., & Villatoro, D. (2012). Explotación del sector forestal y su aporte al crecimiento económico de honduras en el periodo 2000-2012. Honduras: Facultad de Ciencias Económicas, Carrera de Economía.
- Hoffmann S, B. (2010). Assessing the employment impacts of environmental and natural resource policy. usa: Environmental and Resource Economics.
- INEC, I. (2010). VII Censo de Población y VI de Vivienda. Quito: Director General INE.
- MAE, M. (2015). Estadísticas de Patrimonio Natural. Quito: Proyecto de Sostenibilidad Financiera para el Sistema Nacional de Áreas Protegidas.
- Martínez Vida, J. L., González-Rodríguez, I. M., Belmonte Vega, A., & Garrido Frenich, A. (2004). Estudio de la contaminación por pesticidas en aguas ambientales de la

provincia de Almería. Almería, España: Revista científica y técnica de ecología y medio ambiente.

Paredes, C., Iannacone, J., & Alvariño, L. (2009). Macroinvertebrados bentónicos como indicadores biológicos de la calidad de agua en dos ríos de Cajamarca y Amazonas, Perú. Lima Perú.: Laboratorio de Eco fisiología, Facultad de Ciencias Naturales y Matemáticas, Universidad Nacional Federico Villarreal.

Ratti, F. (2009). Análisis estacional de las comunidades de macroinvertebrados acuáticos en un tramo del río Portoviejo. Guayaquil: facultad de ciencias naturales escuela de biología.

SIMPSON, E. (1949). Measurement of Diversity. *Nature*, 163: 688.

SIPAE, S. (2009). ESTUDIO SOBRE LA SOCIEDAD CIVIL DE ECUADOR. Quito: Sistema de Investigación sobre la Problemática Agraria en el Ecuador.

Terneus, E., Hernández, K., & Racines, M. (2012). Evaluación ecológica del río Lliquino a través de macroinvertebrados acuáticos, Pastaza- Ecuador. Quito - Ecuador: Facultad de ciencias naturales y exactas Universidad del Valle.

Walteros-Rodríguez, J. M. (2018). Fichas rápidas para la identificación de macroinvertebrados acuáticos. Pereira: Universidad Tecnológica de Pereira.

6.1 ANEXOS 1



Gráfico 18: Muestra 1 de macroinvertebrados acuáticos en el punto alto de monitoreo del estero Pakayacu.



Gráfico 20: Muestra 3 de macroinvertebrado



Gráfico 19: Muestra 2 de macroinvertebrados acuáticos en el punto alto de monitoreo del estero Pakavacu.



Gráfico 21: Muestras 1, 2 y 3 del punto alto de monitoreo.

[illegible]

Ilustración 22; Hoja de campo 1, para evaluación del índice EPT con 58% corresponde a agua de

[illegible]

Ilustración 23: Hoja de campo 2, para la evaluación del índice de sensibilidad correspondiendo a 30 que corresponde

6.2 ANEXOS 2



Gráfico
estero Pakayacu.



Gráfico
macroinvertebrados acuáticos en el punto
medio de monitoreo del estero Pakayacu.



Gráfico 26: Muestra 3 de macroinvertebrados acuáticos en el punto medio de monitoreo del estero Pakayacu.



Gráfico 27: Muestras 1, 2 y 3 del punto medio de monitoreo.

Hoja de campo 2: Índice de sensibilidad		
Sitio de colectación: <i>La P. Barrio Hondo (11.01.89)</i>		
Nombre del sitio o zona: <i>Barrio Hondo</i>		
Población que habita: <i>2000</i>		
Población que colecta: <i>2000</i>		
CLASIFICACIÓN	SEVERIDAD	PREVALENCIA
Epiphyta	0	
Escalera	0	
Epiphytic lianas	2	
Epiphytic vines	2	
Epiphytic shrubs	2	
Epiphytic herbs	2	
Epiphytic grasses	2	
Lianas	2	6
Epiphytic lianas	2	
Epiphytic vines	2	
Epiphytic shrubs	2	
Epiphytic herbs	2	
Epiphytic grasses	2	
Epiphytic lianas	2	
Epiphytic vines	2	
Epiphytic shrubs	2	
Epiphytic herbs	2	
Epiphytic grasses	2	
Epiphytic lianas	2	
Epiphytic vines	2	
Epiphytic shrubs	2	
Epiphytic herbs	2	
Epiphytic grasses	2	
Epiphytic lianas	2	
Epiphytic vines	2	
Epiphytic shrubs	2	
Epiphytic herbs	2	
Epiphytic grasses	2	
Epiphytic lianas	2	
Epiphytic vines	2	
Epiphytic shrubs	2	
Epiphytic herbs	2	
Epiphytic grasses	2	
Epiphytic lianas	2	
Epiphytic vines	2	
Epiphytic shrubs	2	
Epiphytic herbs	2	
Epiphytic grasses	2	
Epiphytic lianas	2	
Epiphytic vines	2	
Epiphytic shrubs	2	
Epiphytic herbs	2	
Epiphytic grasses	2	
Epiphytic lianas	2	
Epiphytic vines	2	
Epiphytic shrubs	2	
Epiphytic herbs	2	
Epiphytic grasses	2	
Epiphytic lianas	2	
Epiphytic vines	2	
Epiphytic shrubs	2	
Epiphytic herbs	2	
Epiphytic grasses	2	
Epiphytic lianas	2	
Epiphytic vines	2	
Epiphytic shrubs	2	
Epiphytic herbs	2	
Epiphytic grasses	2	
Epiphytic lianas	2	
Epiphytic vines	2	
Epiphytic shrubs	2	
Epiphytic herbs	2	
Epiphytic grasses	2	
Epiphytic lianas	2	
Epiphytic vines	2	
Epiphytic shrubs	2	
Epiphytic herbs	2	
Epiphytic grasses	2	
Epiphytic lianas	2	
Epiphytic vines	2	
Epiphytic shrubs	2	
Epiphytic herbs	2	
Epiphytic grasses	2	
Epiphytic lianas	2	
Epiphytic vines	2	
Epiphytic shrubs	2	
Epiphytic herbs	2	
Epiphytic grasses	2	
Epiphytic lianas	2	
Epiphytic vines	2	
Epiphytic shrubs	2	
Epiphytic herbs	2	
Epiphytic grasses	2	
Epiphytic lianas	2	
Epiphytic vines	2	
Epiphytic shrubs	2	
Epiphytic herbs	2	
Epiphytic grasses	2	
Epiphytic lianas	2	
Epiphytic vines	2	
Epiphytic shrubs	2	
Epiphytic herbs	2	
Epiphytic grasses	2	
Epiphytic lianas	2	
Epiphytic vines	2	
Epiphytic shrubs	2	
Epiphytic herbs	2	
Epiphytic grasses	2	
Epiphytic lianas	2	
Epiphytic vines	2	
Epiphytic shrubs	2	
Epiphytic herbs	2	
Epiphytic grasses	2	
Epiphytic lianas	2	
Epiphytic vines	2	
Epiphytic shrubs	2	
Epiphytic herbs	2	
Epiphytic grasses	2	
Epiphytic lianas	2	
Epiphytic vines	2	
Epiphytic shrubs	2	
Epiphytic herbs	2	
Epiphytic grasses	2	
Epiphytic lianas	2	
Epiphytic vines	2	
Epiphytic shrubs	2	
Epiphytic herbs	2	
Epiphytic grasses	2	
Epiphytic lianas	2	
Epiphytic vines	2	
Epiphytic shrubs	2	
Epiphytic herbs	2	
Epiphytic grasses	2	
Epiphytic lianas	2	
Epiphytic vines	2	
Epiphytic shrubs	2	
Epiphytic herbs	2	
Epiphytic grasses	2	
Epiphytic lianas	2	
Epiphytic vines	2	
Epiphytic shrubs	2	
Ep		

Gráfico 28: Hoja de campo 1, para evaluación del índice EPT corresponde a REGULAR en la calidad del agua.

[illegible]

Gráfico 29: Hoja de campo 2, para la evaluación del índice de sensibilidad. el 57% CALIDAD.

6.3 ANEXOS 3



Gráfico 30: Muestra 1 de macroinvertebrados acuáticos en el punto bajo de monitoreo del estero Pakayacu



Gráfico 31: Muestras 1, 2 y 3 del punto bajo de monitoreo.



Gráfico 33: Muestra 3 de macroinvertebrados acuáticos en el punto bajo de monitoreo del estero Pakayacu.



Gráfico 32: Muestra 2 de macroinvertebrados acuáticos en el punto bajo de monitoreo del estero Pakayacu.

[illegible]

Gráfico 34: Hoja de campo 1, para evaluación del índice EPT, 25% corresponde a agua de una REGULAR CALIDAD

[illegible]

Gráfico 35: Hoja de campo 2,
evaluación del índice de sensibilidad,
calidad del agua

6.4 ANEXOS 4

Hoja de campo 1: Índice EPT

Sitio de colección: _____
Nombre del río o estero: _____
Fecha de colección: _____
Personas que colectaron: _____

CLASIFICACIÓN	ABUNDANCIA (Número de Individuos)	EPT PRESENTES
Anisoptera		
Bivalvia		
Baetidae		→
Ceratopogonidae		
Chironomidae		
Corydalidae		
Elmidae		
Euthyplociidae		→
Gastropoda		
Glossosomatidae		→
Gordioidea		
Hirudinea		
Hydrachnidae		
Hydrobiosidae		→
Hydropsichidae		→
Leptoceridae		→
Leptohyphidae		→
Leptophlebiidae		→
Naucoridae		
Oligochaeta		
Oligoneuridae		→
Perlidae		→
Philopotamidae		→
Psephenidae		
Ptilodactylidae		
Pylidae		
Simuliidae		
Tipulidae		
Turbellaria		
Velidae		
Zygoptera		
Otros grupos		
TOTAL		

EPT TOTAL ÷
ABUNDANCIA
TOTAL

ABUNDANCIA
TOTAL

÷ x 100 = %

Calidad de Agua
75 - 100% Muy buena
50 - 74% Buena
25 - 49% Regular
0 - 24% Mala

Gráfico 36: hoja de campo 1 EPT

Hoja de campo 2: Índice de sensibilidad

Sitio de colección: _____
Nombre del río o estero: _____
Fecha de colección: _____
Personas que colectaron: _____

CLASIFICACIÓN	SENSIBILIDAD	PRESENCIA
Anisoptera	8	
Bivalvia	7	
Baetidae	7	
Ceratopogonidae	3	
Chironomidae	2	
Corydalidae	6	
Elmidae	6	
Euthyplociidae	9	
Gastropoda	3	
Glossosomatidae	7	
Gordioidea	3	
Hirudinea	3	
Hydrachnidae	10	
Hydrobiosidae	9	
Hydropsichidae	5	
Leptoceridae	9	
Leptohyphidae	7	
Leptophlebiidae	9	
Naucoridae	7	
Oligochaeta	1	
Oligoneuridae	10	
Perlidae	10	
Philopotamidae	8	
Psephenidae	10	
Ptilodactylidae	10	
Pylidae	5	
Simuliidae	8	
Tipulidae	3	
Turbellaria	5	
Velidae	8	
Zygoptera	8	
Otros grupos	7	
TOTAL		

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

Gráfico 37: hoja de campo 2 Sensibilidad