



**UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI**  
**FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS Y RECURSOS**  
**NATURALES**  
**CARRERA DE INGENIERÍA EN MEDIO AMBIENTE**

**PROYECTO DE INVESTIGACIÓN**

**“DETERMINACIÓN DE LA CALIDAD DEL AGUA POR BIOINDICADORES (MACROINVERTEBRADOS) E ÍNDICES EPT, BMWP/COL, ABI Y SHANNON-WEAVER DEL RÍO PACHANLICA, PROVINCIA DE TUNGURAHUA, 2020”**

Proyecto de Investigación previo a la obtención del Título de Ingenieras en  
Medio Ambiente

**Autores**

Ante Bautista Dayana Noemí  
Pilatasig Achig Geovanna Estefania

**Tutor**

Clavijo Cevallos Patricio M.Sc.

**LATACUNGA - ECUADOR**

**Septiembre 2020**

## DECLARACIÓN DE AUTORÍA

Dayana Noemí Ante Bautista, con cédula de ciudadanía No. 050457406-2; y, Pilatasig Achig Geovanna Estefanía con cédula de ciudadanía No. 050340861-9, declaramos ser autores del presente proyecto de investigación: “Determinación de la calidad del agua por bioindicadores (macroinvertebrados) e índices EPT, BMWP/COL, ABI Y SHANNON–WEAVER del río Pachanlica, provincia de Tungurahua, 2020”, siendo el M.Sc. Clavijo Cevallos Patricio, Tutor del presente trabajo; y, eximimos expresamente a la Universidad Técnica de Cotopaxi y a sus representantes legales de posibles reclamos o acciones legales.

Además, certificamos que las ideas, conceptos, procedimientos y resultados vertidos en el presente trabajo investigativo, son de nuestra exclusiva responsabilidad.

Latacunga, 17 de septiembre del 2020

.....  
Ante Bautista Dayana Noemí  
C.C. 050457406-2

.....  
Pilatasig Achig Geovanna Estefanía  
C.C. 050340861-9

## **CONTRATO DE CESIÓN NO EXCLUSIVA DE DERECHOS DE AUTOR**

Comparecen a la celebración del presente instrumento de cesión no exclusiva de obra, que celebran de una parte **ANTE BAUTISTA DAYANA NOEMÍ**, identificada con cédula de ciudadanía **050457406-2**, de estado civil soltera, a quien en lo sucedido se denominara **LA CEDENTE**; y, de otra parte, el Ing. MBA. Cristian Fabricio Tinajero Jiménez, en calidad de Rector y por tanto representante legal de la Universidad Técnica de Cotopaxi, con domicilio en la Av. Simón Rodríguez, Barrio El Ejido, Sector San Felipe, a quien en lo sucesivo se le denominará **LA CESIONARIA** en los términos contenidos en las cláusulas siguientes:

**ANTECEDENTES: CLÁUSULA PRIMERA. - LA CEDENTE** es una persona natural estudiante de la carrera de **Ingeniería en Medio Ambiente**, titular de los derechos patrimoniales y morales sobre el trabajo de grado **Proyecto de Investigación**, la cual se encuentra elaborada según los requerimientos académicos propios de la Facultad según las características que a continuación se detallan:

### **Historial Académico**

Fecha de inicio de la carrera: Septiembre 2015 – Febrero 2016

Fecha de finalización: Mayo 2020- Septiembre 2020

Aprobación de Concejo Directivo: 07 de Julio del 2020

Tutor: M.Sc. Manuel Patricio Clavijo Cevallos

Tema: “DETERMINACIÓN DE LA CALIDAD DEL AGUA POR BIOINDICADORES (MACROINVERTEBRADOS) E ÍNDICES EPT, BMWP/COL, ABI Y SHANNON–WEAVER DEL RÍO PACHANLICA, PROVINCIA DE TUNGURAHUA, 2020”

**CLÁUSULA SEGUNDA.- LA CESIONARIA** es una persona jurídica de derecho público creada por ley, cuya actividad principal está encaminada a la educación superior formando profesionales de tercer y cuarto nivel normada por la legislación ecuatoriana la misma que

establece como requisito obligatorio para publicación de trabajos de investigación de grado en su repositorio institucional, hacerlo en formato digital de la presente investigación.

**CLÁUSULA TERCERA.-** Por el presente contrato, **LA CEDENTE** autoriza a **LA CESIONARIA** a explotar el trabajo de grado en forma exclusiva dentro del territorio de la República del Ecuador.

**CLÁUSULA CUARTA.- OBJETO DEL CONTRATO:** Por el presente contrato **LA CEDENTE**, transfiere definitivamente a **LA CESIONARIA** y en forma exclusiva los siguientes derechos patrimoniales; pudiendo a partir de la firma del contrato, realizar, autorizar o prohibir:

- a) La reproducción parcial del trabajo de grado por medio de su fijación en el soporte informático conocido como repositorio institucional que se ajuste a ese fin.
- b) La publicación del trabajo de grado.
- c) La traducción, adaptación, arreglo u otra transformación del trabajo de grado con fines académicos y de consulta.
- d) La importación al territorio nacional de copias del trabajo de grado hechas sin autorización del titular del derecho por cualquier medio incluyendo mediante transmisión.
- e) Cualquier otra forma de utilización del trabajo de grado que no está contemplada en la ley como excepción al derecho patrimonial.

**CLÁUSULA QUINTA.-** El presente contrato se lo realiza a título gratuito por lo que **LA CESIONARIA** no se halla obligada a reconocer pago alguno en igual sentido **LA CEDENTE** declara que no existe obligación pendiente a su favor.

**CLÁUSULA SEXTA.-** El presente contrato tendrá una duración indefinida, contados a partir de la firma del presente instrumento por ambas partes.

**CLÁUSULA SÉPTIMA.- CLÁUSULA DE EXCLUSIVIDAD.-** Por medio del presente contrato, se cede en favor de **LA CESIONARIA** el derecho a explotar la obra en forma exclusiva, dentro del marco establecido en la cláusula cuarta, lo que implica que ninguna otra persona incluyendo **LA CEDENTE** podrá utilizarla.

**CLÁUSULA OCTAVA.- LICENCIA A FAVOR DE TERCEROS.- LA CESIONARIA** podrá licenciar la investigación a terceras personas siempre que cuente con el consentimiento de **LA CEDENTE** en forma escrita.

**CLÁUSULA NOVENA.-** El incumplimiento de la obligación asumida por las partes en las cláusula cuarta, constituirá causal de resolución del presente contrato. En consecuencia, la resolución se producirá de pleno derecho cuando una de las partes comunique, por carta notarial, a la otra que quiere valerse de esta cláusula.

**CLÁUSULA DÉCIMA.-** En todo lo no previsto por las partes en el presente contrato, ambas se someten a lo establecido por la Ley de Propiedad Intelectual, Código Civil y demás del sistema jurídico que resulten aplicables.

**CLÁUSULA UNDÉCIMA.-** Las controversias que pudieran suscitarse en torno al presente contrato, serán sometidas a mediación, mediante el Centro de Mediación del Consejo de la Judicatura en la ciudad de Latacunga. La resolución adoptada será definitiva e inapelable, así como de obligatorio cumplimiento y ejecución para las partes y, en su caso, para la sociedad. El costo de tasas judiciales por tal concepto será cubierto por parte del estudiante que lo solicitare.

En señal de conformidad las partes suscriben este documento en dos ejemplares de igual valor y tenor en la ciudad de Latacunga a los 17 días del mes de septiembre del 2020.

.....  
Ante Bautista Dayana Noemí  
**LA CEDENTE**

.....  
Ing. MBA. Cristian Tinajero Jiménez  
**LA CESIONARIA**

## CONTRATO DE CESIÓN NO EXCLUSIVA DE DERECHOS DE AUTOR

Comparecen a la celebración del presente instrumento de cesión no exclusiva de obra, que celebran de una parte **PILATASIG ACHIG GEOVANNA ESTEFANIA**, identificada con cédula de ciudadanía **050340861-9**, de estado civil soltera, a quien en lo sucedido se denominara **LA CEDENTE**; y, de otra parte, el Ing. MBA. Cristian Fabricio Tinajero Jiménez, en calidad de Rector y por tanto representante legal de la Universidad Técnica de Cotopaxi, con domicilio en la Av. Simón Rodríguez, Barrio El Ejido, Sector San Felipe, a quien en lo sucesivo se le denominará **LA CESIONARIA** en los términos contenidos en las cláusulas siguientes:

**ANTECEDENTES: CLÁUSULA PRIMERA.** - **LA CEDENTE** es una persona natural estudiante de la carrera de **Ingeniería en Medio Ambiente**, titular de los derechos patrimoniales y morales sobre el trabajo de grado **Proyecto de Investigación**, la cual se encuentra elaborada según los requerimientos académicos propios de la Facultad según las características que a continuación se detallan:

### **Historial Académico**

Fecha de inicio de la carrera: Septiembre 2015 – Febrero 2016

Fecha de finalización: Mayo 2020- Septiembre 2020

Aprobación de Concejo Directivo: 07 de Julio del 2020

Tutor: M.Sc. Manuel Patricio Clavijo Cevallos

Tema: “DETERMINACIÓN DE LA CALIDAD DEL AGUA POR BIOINDICADORES (MACROINVERTEBRADOS) E ÍNDICES EPT, BMWP/COL, ABI Y SHANNON–WEAVER DEL RÍO PACHANLICA, PROVINCIA DE TUNGURAHUA, 2020”

**CLÁUSULA SEGUNDA.- LA CESIONARIA** es una persona jurídica de derecho público creada por ley, cuya actividad principal está encaminada a la educación superior formando profesionales de tercer y cuarto nivel normada por la legislación ecuatoriana la misma que

establece como requisito obligatorio para publicación de trabajos de investigación de grado en su repositorio institucional, hacerlo en formato digital de la presente investigación.

**CLÁUSULA TERCERA.-** Por el presente contrato, **LA CEDENTE** autoriza a **LA CESIONARIA** a explotar el trabajo de grado en forma exclusiva dentro del territorio de la República del Ecuador.

**CLÁUSULA CUARTA.- OBJETO DEL CONTRATO:** Por el presente contrato **LA CEDENTE**, transfiere definitivamente a **LA CESIONARIA** y en forma exclusiva los siguientes derechos patrimoniales; pudiendo a partir de la firma del contrato, realizar, autorizar o prohibir:

- a) La reproducción parcial del trabajo de grado por medio de su fijación en el soporte informático conocido como repositorio institucional que se ajuste a ese fin.
- b) La publicación del trabajo de grado.
- c) La traducción, adaptación, arreglo u otra transformación del trabajo de grado con fines académicos y de consulta.
- d) La importación al territorio nacional de copias del trabajo de grado hechas sin autorización del titular del derecho por cualquier medio incluyendo mediante transmisión.
- e) Cualquier otra forma de utilización del trabajo de grado que no está contemplada en la ley como excepción al derecho patrimonial.

**CLÁUSULA QUINTA.-** El presente contrato se lo realiza a título gratuito por lo que **LA CESIONARIA** no se halla obligada a reconocer pago alguno en igual sentido **LA CEDENTE** declara que no existe obligación pendiente a su favor.

**CLÁUSULA SEXTA.-** El presente contrato tendrá una duración indefinida, contados a partir de la firma del presente instrumento por ambas partes.

**CLÁUSULA SÉPTIMA.- CLÁUSULA DE EXCLUSIVIDAD.-** Por medio del presente contrato, se cede en favor de **LA CESIONARIA** el derecho a explotar la obra en forma exclusiva, dentro del marco establecido en la cláusula cuarta, lo que implica que ninguna otra persona incluyendo **LA CEDENTE** podrá utilizarla.

**CLÁUSULA OCTAVA.- LICENCIA A FAVOR DE TERCEROS.- LA CESIONARIA** podrá licenciar la investigación a terceras personas siempre que cuente con el consentimiento de **LA CEDENTE** en forma escrita.

**CLÁUSULA NOVENA.-** El incumplimiento de la obligación asumida por las partes en las cláusula cuarta, constituirá causal de resolución del presente contrato. En consecuencia, la resolución se producirá de pleno derecho cuando una de las partes comunique, por carta notarial, a la otra que quiere valerse de esta cláusula.

**CLÁUSULA DÉCIMA.-** En todo lo no previsto por las partes en el presente contrato, ambas se someten a lo establecido por la Ley de Propiedad Intelectual, Código Civil y demás del sistema jurídico que resulten aplicables.

**CLÁUSULA UNDÉCIMA.-** Las controversias que pudieran suscitarse en torno al presente contrato, serán sometidas a mediación, mediante el Centro de Mediación del Consejo de la Judicatura en la ciudad de Latacunga. La resolución adoptada será definitiva e inapelable, así como de obligatorio cumplimiento y ejecución para las partes y, en su caso, para la sociedad. El costo de tasas judiciales por tal concepto será cubierto por parte del estudiante que lo solicitare.

En señal de conformidad las partes suscriben este documento en dos ejemplares de igual valor y tenor en la ciudad de Latacunga a los 17 días del mes de septiembre del 2020.

.....  
Pilatasig Achig Geovanna Estefania  
**LA CEDENTE**

.....  
Ing. MBA. Cristian Tinajero Jiménez  
**LA CESIONARIA**



## **AVAL DEL TUTOR DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN**

En calidad de Tutor del Proyecto de Investigación con el título:

“DETERMINACIÓN DE LA CALIDAD DEL AGUA POR BIOINDICADORES (MACROINVERTEBRADOS) E ÍNDICES EPT, BMWP/COL, ABI Y SHANNON-WEAVER DEL RÍO PACHANLICA, PROVINCIA DE TUNGURAHUA, 2020”, de Dayana Noemí Ante Bautista; y, Geovanna Estefania Pilatasig Achig de la carrera de Ingeniería en Medio Ambiente, considero que el presente trabajo investigativo es merecedor del Aval de aprobación al cumplir las normas, técnicas y formatos previstos, así como también ha incorporado las observaciones y recomendaciones propuestas en la Pre defensa.

Latacunga, 17 de septiembre del 2020

.....  
M.Sc. Patricio Clavijo Cevallos  
TUTOR DEL PROYECTO  
CI. 050144458-2

## **AVAL DE LOS LECTORES DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN**

En calidad de Tribunal de Lectores, aprueban el presente Informe de Investigación de acuerdo a las disposiciones reglamentarias emitidas por la Universidad Técnica de Cotopaxi; y, por la Facultad de Ciencias Agropecuarias y Recursos Naturales; por cuanto, las postulantes: Ante Bautista Dayana Noemí; y, Pilatasig Achig Geovanna Estefania con el título de Proyecto de Investigación: “DETERMINACIÓN DE LA CALIDAD DEL AGUA POR BIOINDICADORES (MACROINVERTEBRADOS) E ÍNDICES EPT, BMWP/COL, ABI Y SHANNON–WEAVER DEL RÍO PACHANLICA, PROVINCIA DE TUNGURAHUA, 2020”, han considerado las recomendaciones emitidas oportunamente y reúne los méritos suficientes para ser sometido al acto de Sustentación del trabajo de titulación.

Por lo antes expuesto, se autoriza realizar los empastados correspondientes, según la normativa institucional.

Latacunga, 17 de septiembre del 2020

.....  
Mg. Agreda Oña José  
LECTOR 1 (PRESIDENTE)  
CC: 0401332101

.....  
Mg. Andrade Valencia José  
LECTOR 2  
CC: 0502524481

.....  
M.Sc. Ruiz Depablos Joseline  
LECTOR 3  
CC: 1758739062

## **AGRADECIMIENTO**

Agradecemos a Dios, al M.Sc. Patricio Clavijo Cevallos, tutor del proyecto de grado; quién, con su paciencia y conocimiento profesional supo guiarnos hacia la culminación exitosa de esta investigación; potencializando en todo momento el desarrollo y la disciplina para enfrentar los retos a nivel profesional y personal; a nuestros padres por el apoyo moral en todo momento, los mismo que nos ayudaron a seguir adelante en nuestra carrera.

Dayana Ante  
Estefania Pilatasig

## **DEDICATORIA**

Este proyecto se lo dedicó a mis padres y mis hermanos, que con su apoyo, cariño y dedicación forjaron en mí, valores y responsabilidad, que hicieron posible alcanzar una meta más en mi vida. Este logro es de ustedes.

A la Universidad Técnica de Cotopaxi por formar en mí a la profesional que ahora soy.

Dayana Ante

## **DEDICATORIA**

Dedico a Dios por darme salud y vida para culminar con una etapa muy importante en mi vida profesional. A mi hermana Nicol por ser mi compañera de vida, mi consejera. A mis abuelitos Ramón y Elsa por ser el pilar fundamental quienes que, con su cariño me guiaron por el camino correcto. A mis padres Jorge y Marina que a pesar de todo han sabido educarme y aconsejarme a luchar por mis sueños y nunca rendirme.

Estefania Pilatasig

**UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI**  
**FACULTAD DE CIENCIAS AGROECUARIAS Y RECURSOS NATURALES**

**TITULO:** “DETERMINACIÓN DE LA CALIDAD DEL AGUA POR BIOINDICADORES (MACROINVERTEBRADOS) E ÍNDICES EPT, BMWP/COL, ABI Y SHANNON–WEAVER DEL RÍO PACHANLICA, PROVINCIA DE TUNGURAHUA, 2020”

**AUTORAS:** Ante Bautista Dayana Noemí  
Pilatasig Achig Geovanna Estefanía

**RESUMEN**

Los ríos representan un potencial para la supervivencia humana y conservación de especies, además de ser fuente de suministro de agua tanto para usos agrícolas como domésticos. El presente trabajo investigativo fue realizado en el río Pachanlica, provincia de Tungurahua en el mes de febrero del 2020, donde se determinó la calidad del agua por bioindicadores (macroinvertebrados) e índices biológicos como: índice (BMWP/Col), Índice (EPT), (ABI) y el Índice de diversidad y abundancia de Shannon –Weaver; para ello se establecieron 3 puntos de muestreo en el trayecto del cauce del río (afloramiento, cauce intermedio y desembocadura); posteriormente se realizó un análisis comparativo de la presencia de bioindicadores en el río Pachanlica, en función de resultados reportados por estudios anteriormente elaborados en el lugar.

En la investigación se identificó 284 individuos de macroinvertebrados acuáticos, agrupados en 9 familias y 9 órdenes de los cuales, en el punto afloramiento se obtuvo 90 macroinvertebrados, mientras que en el punto cauce intermedio se recolectó la menor cantidad de macroinvertebrados con un total de 34 individuos, por el contrario en el punto desembocadura se encontró la mayor cantidad de macroinvertebrados, con un total de 160 individuos; siendo la familia Hyalellidae la más abundante con un 47% del total de individuos colectados.

Según los resultados, se evidenció que el índice BMWP/Col en el punto afloramiento el agua se encuentra en la categoría de aguas Dudosas, clase (III), en el punto cauce intermedio y punto desembocadura la calidad del agua se encuentra en clase (IV) Crítica y según el índice ABI en los tres puntos son aguas de calidad Mala, clase (IV), esto se debe a la sensibilidad del índice ya que este se adecúa a las influencias antrópicas y a la altitud. En cuanto a los valores del índice EPT se mantiene estable pues presenta un 36.33% de entre el total de individuos recolectados. La diversidad y abundancia del Índice de Shannon – Weaver, muestra un promedio de 2.56 en los tres puntos representando un índice de diversidad medio correspondiendo a un ambiente alterado.

Con los resultados obtenidos en la investigación se determinó que la calidad del agua se encuentra en categoría Crítica, esto en concordancia con resultados de estudios anteriormente realizados; donde en los periodos abril-diciembre del 2010 y enero-junio del 2011 se identificó 3023 especímenes en cinco puntos. El índice BMWP da resultado de aguas de calidad Crítica a Muy Crítica. Por otra parte, el índice EPT muestra una calidad de agua Mala. Lo que determina que la calidad del agua del río Pachanlica presentó variaciones en el transcurso del tiempo esto es debido a la presencia de actividades antrópicas.

**Palabras claves:** *ABI, Bioindicadores, BMWP/Col, EPT, Índice de Shannon-Weaver.*

**TECHNICAL UNIVERSITY OF COTOPAXI**  
**FACULTY OF AGRICULTURAL SCIENCES AND NATURAL RESOURCES**

**TITLE:** "DETERMINATION OF WATER QUALITY BY BIOINDICATORS (MACROINVERTEBRATES) AND INDICES EPT, BMWP / COL, ABI AND SHANNON – WEAVER OF THE PACHANLICA RIVER, TUNGURAHUA PROVINCE, 2020"

**AUTHORS:** Ante Bautista Dayana Noemí  
Pilatasig Achig Geovanna Estefania

**ABSTRACT**

Rivers represent a potential for human survival and species conservation, as well as being a source of water supply for both agricultural and domestic uses. This research work was carried out in the Pachanlica River, Tungurahua province in February 2020, where the water quality was determined by bioindicators (macroinvertebrates) and biological indices such as Biological Monitoring Working Party (BMWP / Col) index, Ephemeroptera, Trichoptera and Plecoptera Index (EPT), Andean Biotic Index (ABI) and the Shannon –Weaver Diversity and Abundance Index; For this, 3 sampling points were established along the riverbed (outcrop, intermediate channel, and mouth); Subsequently, a comparative analysis of the presence of bioindicators in the Pachanlica river was carried out, based on results reported by studies previously carried out in the place.

In the research, 284 individuals of aquatic macroinvertebrates were identified, grouped into 9 families and 9 orders of which, at point (1) outcrop, 90 macroinvertebrates were obtained, while at point (2) intermediate channel the least amount of macroinvertebrates with a total of 34 individuals, on the contrary at point (3) mouth the largest amount of macroinvertebrates with a total of 160 individuals was found; being the Hyalellidae family the most abundant with 47% of the total collected individuals.

According to the results, it was evidenced that the BMWP / Col index at the outcrop point of the water is in the Doubtful water category, class (III), at the intermediate channel point and the outlet point the water quality is in class (IV) Critical and according to the ABI index in the three points are waters of Poor quality, class (IV), this is due to the sensitivity of the index since it adapts to anthropic influences and altitude. Regarding the values of the EPT index, it remains stable since it presents 36.33% of the total of individuals collected. The diversity and abundance of the Shannon-Weaver Index show an average of 2.56 in the three points, representing a medium diversity index corresponding to an altered environment.

With the results obtained in the investigation, it was determined that the water quality is in the Critical category, this by the results of previously carried out studies; wherein the periods April-December 2010 and January-June 2011, 3023 specimens were identified in five points. The BMWP index results in Critical to Very Critical quality waters. On the other hand, the EPT index shows Poor water quality. What determines that the water quality of the Pachanlica River presented variations over time, this is due to the presence of anthropic activities.

**Keywords:** *ABI, Bioindicators, BMWP / Col, EPT, Shannon-Weaver Index*

## ÍNDICE DE CONTENIDOS

DECLARACIÓN DE AUTORÍA .....	i
CONTRATO DE CESIÓN NO EXCLUSIVA DE DERECHOS DE AUTOR.....	ii
AVAL DEL TUTOR DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN.....	viii
AVAL DE LOS LECTORES DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN.....	ix
AGRADECIMIENTO .....	x
DEDICATORIA.....	xi
RESUMEN.....	xiii
ABSTRACT.....	xiv
1. INFORMACIÓN GENERAL .....	1
2. JUSTIFICACIÓN DEL PROYECTO .....	3
3. BENEFICIARIOS DEL PROYECTO .....	4
4. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	4
5. OBJETIVOS.....	6
5.1General.....	6
5.2Específicos.....	6
6. ACTIVIDADES Y SISTEMA DE TAREAS EN RELACIÓN A LOS OBJETIVOS.....	7
7. FUNDAMENTACIÓN CIENTÍFICO TÉCNICA.....	8
7.1 El agua.....	8
7.2 La polaridad del agua.....	8
7.3 El agua como solvente universal.....	8
7.4 Contaminación del agua.....	8
7.5 Calidad Biológica del agua.....	9
7.6 Ecosistemas acuáticos .....	9
7.7 Bioindicadores.....	9
7.8 Macro invertebrados Acuáticos.....	9
7.9 Importancia Ecológica de los Macroinvertebrados como Bioindicadore.....	10
7.10 Los Macroinvertebrados como Bioindicadores.....	10
7.11 Biología de los Macroinvertebrados.....	11
7.12 Descripción Morfológica de Macroinvertebrados.....	11
7.13Alteraciones de las Comunidades de Macroinvertebrados.....	11
7.14 Métodos de determinación de la Calidad del Agua .....	11



7.14.1 Método Biológico .....	12
7.14.2 Método físico-químico .....	12
7.15 Índices Biológicos .....	12
7.15.1 Índice Ephemeroptera, Plecoptera, Trichoptera (EPT) .....	12
7.1.2 Índice de Diversidad de Shannon – Weaver .....	17
7.1.3 Índice Biológico Andino (ABI) .....	18
7.2 Biomonitorio .....	21
7.3 Métodos de Recolección de Macroinvertebrados .....	21
7.4 Mecanismos de muestreo para macroinvertebrados .....	22
8. HIPÓTESIS ALTERNATIVA .....	23
9. DISEÑO METODOLÓGICO .....	24
9.1 Tipo de Investigación .....	24
9.1.1 Investigación Descriptiva: .....	24
9.1.2 Investigación de campo: .....	24
9.2 Métodos .....	24
9.2.2 Método cuantitativo: .....	24
9.2.3 Método cualitativo: .....	24
9.3 Técnicas de investigación .....	25
9.3.2 Experimental .....	25
9.3.3 Fichaje .....	25
9.4 Instrumentos .....	25
9.4.1 GPS .....	25
9.4.2 Lupa .....	25
9.4.3 Estereoscopio .....	25
10. METODOLOGÍA DE INVESTIGACIÓN .....	25
10.1 Ubicación del Área de Estudio .....	25
10.2 Fase de campo .....	27
10.2.1 Identificación y caracterización de los puntos de muestreo. ....	27
10.2.2 Recolección de macroinvertebrados .....	27
10.3 Fase de Laboratorio .....	28
10.3.1 Análisis de Macroinvertebrados .....	28
11. ANALISIS Y DISCUSIÓN DE LOS RESULTADOS .....	29
11.1 Análisis de macroinvertebrados .....	29
11.2 Resultados del análisis del Índice BMWP/Col. ....	30
11.3 Resultados del análisis del Índice Biológico Andino (ABI). ....	33

11.4 Resultados del análisis del Índice EPT. ....	34
11.5 Resultados del análisis del Índice Shannon-Weaver.....	34
11.6 Análisis de Comparación de los Índices biológicos con estudios anteriores .....	36
11.7 Discusión.....	39
12. IMPACTOS (SOCIAL, AMBIENTAL O ECÓNOMICO) .....	43
13. PRESUPUESTO .....	44
14. CONCLUSIONES .....	45
15. RECOMENDACIONES.....	46
16. REFERENCIAS.....	47
17. ANEXOS.....	53

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1	Beneficiarios Directos e Indirectos del Proyecto. ....	4
Tabla 2	Actividades y Sistema de Tareas en Relación a los Objetivos.....	7
Tabla 3	Valoración de la Calidad de Agua según método EPT.....	3
Tabla 4	Descripción de órdenes de macroinvertebrados acuáticos para el Índice EPT .....	14
Tabla 5	Puntajes de las Familias de Macroinvertebrados Acuáticos para el Índice BMWP/Col. .	15
Tabla 6	Calidad biológica del agua –Índice BMWP/Col. ....	16
Tabla 7	Evaluación de diversidad según Shannon.....	17
Tabla 8	Puntaje para macroinvertebrados acuáticos según la propuesta del índice ABI .....	18
Tabla 9	Puntajes para calidad del agua según el índice ABI.....	19
Tabla 10	Coordenadas Geográficas del río Pachanlica.....	27
Tabla 11	Total de Macroinvertebrados Recolectados.....	30
Tabla 12	Análisis comparativo de la Calidad del Agua del río Pachanlica con la Aplicación de los Índices BMWP Y EPT.....	39
Tabla 13	Estado de la Calidad del Agua en el río Pachanlica.....	44
Tabla 14	Presupuesto.....	46

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1.	Área de Estudio río Pachanlica .....	24
Figura 2.	Porcentaje Índice BMWP/Col, Punto (1) Afloramiento. ....	28
Figura 3.	Porcentaje Índice BMWP/Col, Punto (2) Cauce Intermedio. ....	29
Figura 4.	Porcentaje Índice BMWP, Punto (3) Desembocadura.....	30
Figura 5.	Calidad del Agua Índice Biológico Andino.....	31
Figura 6.	Calidad del Agua Índice Shannon - Weaver.....	32

## ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo A. Aval de Traducción.....	50
Anexo B. Curriculum Vitae del Tutor.....	51
Anexo C. Curriculum Vitae Tesistas.....	74
Anexos D. Ficha de Campo.....	79
Tabla D 1. Ficha de Campo Afloramiento. ....	79
Tabla D 2. Ficha de Campo Cauce Intermedio. ....	80
Tabla D 3. Ficha de Campo Desembocadura. ....	81
Anexos E. Datos del Análisis EPT yBMWP/ Col... ..	82
Tabla E 1. Resultados Índice de BMWP/Col y E.P.T de los tres Puntos de muestreo (Afloramiento, Cauce Intermedio, Desembocadura) .....	82
Anexos F. Datos del Análisis ABI .....	83
Tabla F 1. Resultados Índice de ABI de los tres Puntos de muestreo (Afloramiento, Cauce Intermedio, Desembocadura) .....	83
Anexos G. Datos del Análisis Shannon –Weaver. ....	84
Tabla G 1. Resultados Índice Shannon –Weaver de los tres Puntos de muestreo (Afloramiento, Cauce Intermedio, Desembocadura) .....	84
Anexos H. Cálculo del Índice de Shannon –Weaver. ....	85
Tabla H 1. Punto 1. Afloramiento .....	85
Tabla H 2. Punto 2. Cauce Intermedio .....	85
Tabla H 3. Punto 3. Desembocadura.....	86
Tabla H 4. Promedio del Índice Shannon - Weaver.....	86
Anexos I. Descripción de macroinvertebrados.....	87
Anexos J. Registro fotográfico área de estudio río Pachanlica .....	89
Anexos K. Muestreo y Recolección de macro invertebrados.....	90
Anexos L. Identificación y Análisis de las muestras de macro invertebrados. ....	91

## 1 INFORMACIÓN GENERAL

### **Título del Proyecto:**

DETERMINACIÓN DE LA CALIDAD DEL AGUA POR BIOINDICADORES (MACROINVERTEBRADOS) E ÍNDICES EPT, BMWP/COL, ABI Y SHANNON – WEAVER DEL RÍO PACHANLICA, PROVINCIA DE TUNGURAHUA, 2020.

**Fecha de inicio:** septiembre del 2019

**Fecha de finalización:** septiembre del 2020

**Lugar de ejecución:** Provincia: Tungurahua

Cantón Mocha, parroquia Pinguilí - Sector 12 de octubre.

Cantón San Pedro de Pelileo, parroquia Salasaca.

Cantón San Pedro de Pelileo, sector Chiquicha. Zona 3

**Facultad que auspicia:** Facultad de Ciencias Agropecuarias y Recursos Naturales.

**Carrera que auspicia:** Ingeniería en Medio Ambiente.

### **Proyecto de investigación vinculado:**

Evaluación de la sostenibilidad ambiental en cuencas hidrográficas de la provincia.

### **Equipo de Trabajo:**

AUTORES:

- Ante Bautista Dayana Noemí
- Pilatasig Achig Geovanna Estefania

TUTOR: M.Sc. Clavijo Cevallos Patricio

LECTORES:

- Mg. Agreda Oña José Luis (Lector 1)
- Mg. Andrade Valencia José Antonio (Lector 2)
- Mg. Ruiz Depablos Joseline Luisa (Lector 3)

**Área de Conocimiento:** Servicios (Protección del medio ambiente).

**Línea de Vinculación de la Carrera:** Gestión Sostenible de Recursos Naturales y Culturales.

**Línea de investigación:** Análisis, conservación y aprovechamiento de la biodiversidad local.

**Sub líneas de investigación de la Carrera:** Salud, Seguridad y Ambiente.

## 2 JUSTIFICACIÓN DEL PROYECTO

El agua es uno de los elementos esenciales para el desarrollo de la vida y de distintas actividades productivas, sin embargo, este se ha visto afectado por el crecimiento industrial y demográfico causando un impacto ambiental negativo. Debido a que los cuerpos de agua son estimados como un medio permanente de residuos sólidos y líquidos de diferente naturaleza, estos son depositados sin ningún tratamiento previo y en una magnitud considerable e irresponsable.

La necesidad de conocer la calidad ambiental de los ecosistemas acuáticos, que han sido intervenidos por actividades antropogénicas, ha hecho que el estudio de bioindicadores represente una oportunidad para la generación de índices bióticos destinados a evaluaciones de calidad ambiental, debido a su fácil interpretación.

Así, el presente estudio proporciona información indispensable de fácil aplicación y comprensión para determinar impactos ambiental, social y económico que permita la gestión y conservación del recurso hídrico, contribuyendo así a procesos como: la toma de decisiones ambientalmente responsables, para el desarrollo de proyectos de aprovechamiento o control del recurso agua y la implementación de estudios ecológicos relacionados al entendimiento y conservación del sistema hídrico.

Por otra parte, el presente estudio ayuda a poner en práctica los conocimientos académicos impartidos en las aulas, así como contribuir a que la comunidad se mantenga informada y promueva estrategias de conservación y mitigación de los impactos sociales, económicos y ambientales que existe en el río Pachanlica, estas iniciativas promueven una gran disponibilidad de información que permite utilizar como línea base para futuras investigaciones que se realicen en el mismo cuerpo hídrico o en otras zonas del país.

Es importante recalcar la necesidad de desarrollar procesos de vinculación de la universidad con el sector social, en donde los nuevos profesionales sean ciudadanos y personas comprometidas con el desarrollo del país, los cuales orienten sus conocimientos y capacidades a través de proyectos e iniciativas que impulsan y refuerzan mecanismos de vinculación al servicio de la sociedad, para de esta manera resolver problemas sociales, económicos y ambientales, sumando esfuerzos en conjunto.

### 3 BENEFICIARIOS DEL PROYECTO

**Tabla 1**

*Beneficiarios Directos e Indirectos del Proyecto.*

<b>Beneficiarios Directos</b>		<b>Beneficiarios Indirectos</b>	
GADs- Parroquiales: Pinguilí, Salasaca y Chiquicha.		GADs-Cantoniales: Mocha, Pelileo.	
<b>Hombres</b>	5.768	Hombres	25.512
<b>Mujeres</b>	8.042	Mujeres	27.194
<b>Total</b>	13.810	<b>Total</b>	52.706

**Elaborado por:** Autores

### 4 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.

A nivel mundial los problemas relacionados con los recursos hídricos giran en torno a valores esenciales que a menudo se remontan a varias descendencias.

Según la Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura UNESCO (2013), menciona que tanto los regantes como las poblaciones indígenas y los ecologistas consideran que el agua está ligada a las diversas actividades que se desarrollan día con día obligando por los nuevos usos que se le dan, en beneficio de las ciudades y como fuente de energía.

La calidad del agua en los últimos años a nivel mundial está siendo afectada por las diversas actividades que el ser humano lleva a cabo.

La Organización de las Naciones Unidas (2015), en su revista menciona que el crecimiento demográfico, industrial, el uso de sustancias químicas no biodegradables, la disposición final inadecuada de residuos y desechos peligrosos, el elevado consumo de los recursos naturales promueve el agotamiento de la calidad del agua, provocando la destrucción a las fuentes de aguas superficial y subterránea, esto por la falta de aplicabilidad de las normas ambientales. Muchos países del mundo ya están sufriendo la necesidad de agua y es posible que tengan que hacer frente a una menor disponibilidad del recurso agua en la década de 2050.



En Ecuador el estudio de la calidad del agua de los ríos ha tomado importancia significativa, ya que permite determinar y resolver cada uno de los problemas presentes en las fuentes hídricas.

Según la Comisión Económica para América Latina y el Caribe (2020), manifiesta que las aguas residuales producidas por las diversas actividades antrópicas son descargadas de manera directa en los ríos sin ningún tratamiento previo, lo cual da como resultado un desgaste creciente de la calidad del agua con daños perjudiciales en la salud y los hábitats.

Los problemas referidos en el párrafo anterior son manifiestos y evidentes en la provincia de Tungurahua, donde se encuentra el río Pachanlica, siendo un inconveniente que viene transcurriendo desde años atrás y afectando de manera directa a los ecosistemas y al ser humano. El río Pachanlica se ve afectado por el deterioro ambiental del agua, producto de acciones antrópicas como, la expansión de la frontera agrícola, asentamientos humanos, fuentes de captación del agua, el desarrollo industrial, etc. Donde se evidencian descargas directas de aguas residuales producto de actividades desarrolladas día con día, a pesar de aportar con servicios ambientales importantes y ser una fuente indispensable para que miles de pobladores puedan subsistir este se ve afectado directamente por la contaminación.

Por tal motivo existe una tendencia a la búsqueda de parámetros que logren evaluar la calidad del agua, procurando reducir el impacto que tienen en la naturaleza y el daño que van causando a los ecosistemas acuáticos, teniendo en cuenta la Gestión de recursos naturales, biodiversidad, biotecnología y genética, para el desarrollo humano y social. Entre las alternativas se encuentra la utilización de bioindicadores (macroinvertebrados), los mismos que ayudan a determinar el estado en el que se encuentra el río Pachanlica y a su vez permiten conocer qué acciones deberían tomar en cuenta las autoridades para reducir el daño que se está ocasionando.

## **5 OBJETIVOS**

### **5.1 General**

Determinar la calidad del agua por bioindicadores (macroinvertebrados) e índices, EPT, BMWP/COL, ABI Y SHANNON –WEAVER del río Pachanlica, Provincia de Tungurahua, 2020.

### **5.2 Específicos**

- Establecer puntos de muestreo en el trayecto del río Pachanlica.
- Analizar los individuos de macroinvertebrados de acuerdo a los índices EPT, BMWP/Col, ABI y SHANNON –WEAVER.
- Comparar la presencia de bioindicadores en el río Pachanlica, en función de resultados reportados por estudios anteriormente realizados.

## 6 ACTIVIDADES Y SISTEMA DE TAREAS EN RELACIÓN A LOS OBJETIVOS.

**Tabla 2**

*Actividades y Sistema de Tareas en Relación a los Objetivos.*

<b>Objetivos</b>	<b>Actividades</b>	<b>Resultados</b>	<b>Descripción</b>
Establecer puntos de muestreo en el trayecto del río Pachanlica.	Georreferenciación del área de estudio.	Georreferenciación de los puntos de muestreo.  Mapa de la zona.	Descripción del sitio de estudio del río Pachanlica de la provincia de Tungurahua se georreferenció y utilizó un GPS y ARCGIS.
Analizar los individuos de macroinvertebrados de acuerdo a los índices EPT, BMWP/Col, ABI y SHANNON – WEAVER.	Recolección de los macroinvertebrados utilizando la red patada.  Identificación de los macroinvertebrados en el laboratorio.	Conservación y etiquetado de las especies recolectadas.  Cantidad y especies recolectadas	Descripción de la taxonomía de los macro invertebrados recolectados en el río, quienes fueron identificados por género y especie en el laboratorio.
Comparar presencia de bioindicadores en el río Pachanlica, función de resultados reportados por estudios anteriormente realizados.	Búsqueda de investigaciones científicas del río Pachanlica.	Comparación de los índices BMWP/Col, EPT de las diferentes investigaciones	Análisis comparativo de las investigaciones científicas del río Pachanlica

**Elaborado por:** Autores

## **7 FUNDAMENTACIÓN CIENTÍFICO TÉCNICA**

### **7.1 El agua**

Elemento natural más abundante de la tierra, ocupa más de dos tercios de la superficie terrestre, se lo encuentra en océanos, lagos, ríos; en el aire, en el suelo. Para (Fernández 2015), el agua “es el elemento fundamental para la vida ya que contribuye a establecer las condiciones climáticas del mundo y con su fuerza formidable modela el mundo ya que tiene características únicas que la hacen indispensable para la vida.

### **7.2 La polaridad del agua**

En el agua existe una distribución irregular de la densidad electrónica de los electrones en los orbitales moleculares. Por este motivo, la polaridad de las moléculas de agua es la responsable de la capacidad solvente del agua (Fernández, 2015).

### **7.3 El agua como solvente universal**

El solvente universal más importante es el agua ya que es el líquido que más sustancias disuelve, pues es una molécula polar y actúa como un polar disolvente, a la vez es atraído ya sea por una carga eléctrica positiva o negativa en un soluto. La ligera carga negativa cerca del átomo de oxígeno atrae átomos de hidrógeno, se encuentra cerca de agua o regiones positivas cargadas de otras moléculas (Biblio3, 2017).

Es fundamental tener en cuenta la capacidad del agua para disolver un gran número de sustancias, pues debido a este factor se da la contaminación de los cuerpos superficiales del recurso hídrico, ya sea de forma natural o antrópica.

### **7.4 Contaminación del agua**

Para Fernández (2012), la calidad del agua presenta efectos perjudiciales para la salud de los seres vivos que lo consuman si tienen cambios químicos, físicos o biológicos.

## **7.5 Calidad Biológica del agua**

Según Chang (2015), “se refiere a las cualidades que contiene el agua, de manera tal, que reúna criterios de calidad para diversos usos”. Incluye todos los factores que influyen en el uso beneficioso del agua: físicos, químicos, y biológicos.

Para Toro et al., (2009), “La calidad del agua puede verse alterada por efectos naturales como por factores externos. Estos factores externos deterioran la calidad del sistema natural mismo ajenos al ciclo hidrológico, se habla de contaminación”.

## **7.6 Ecosistemas acuáticos**

Variedad de masas de agua naturales tales como arroyos, ríos, llanuras inundadas, lagos, pantanos, entre otros y formadas por el ser humano ya que observan los cambios climáticos de la temperatura y las lluvias en el ambiente terrestre donde la disponibilidad de que ecosistemas acuáticos realicen modificaciones y los nutrientes se liberan intermitentemente (FAO, 2020).

## **7.7 Bioindicadores**

Constituyen un gran número de especies vegetales, hongos o animales, cuya presencia o estado en un ecosistema determinado ofrece información sobre ciertas características ecológicas de este o el posible impacto ambiental de ciertas prácticas sobre el mismo. Estos se utilizan principalmente para la evaluación de la calidad ambiental de los ecosistemas (Piña et al., 2019).

Todos los bioindicadores deben ejecutar una fila de posiciones para su empleo, tales como: dispersión y cantidad en el territorio, sedentarismo y soportar los contaminantes en concentraciones similares a las del ecosistema contaminado sin efectos letales.

## **7.8 Macro invertebrados Acuáticos**

Organismos que se pueden observar a simple vista. Se llama macro

porque estos individuos pueden medir entre 2 ml y 30 cm y no poseen huesos por lo que son individuos invertebrados y acuáticos porque viven en aguas dulces: esteros, ríos, lagos y lagunas (Carrera & Fierro, 2001).

Para (Meza 2012), “los macroinvertebrados incorporan larvas de insectos como mosquitos, caballitos del diablo, libélulas o helicópteros, chinches o chicaposos, perros de agua o moscas de aliso”. Su vida empieza en el agua para convertirse en insectos. Además, pueden ser caracoles, conchas, cangrejos azules, camarones de río o minchillas, lombrices de agua, ácaros de agua, sanguijuelas o chupa-sangres entre otros.

### **7.9 Importancia Ecológica de los Macroinvertebrados como Bioindicadores**

Según Lozano (2005), manifiesta que los individuos de macroinvertebrados acuáticos son los mejores bioindicadores de la calidad del agua por su tamaño y su extensa distribución y adaptación a diferentes variables físico-bióticas, además son onsideradamente utilizados, debido a razones como su elevada diversidad, fácil de muestrear”

Al igual que otros autores menciona que: “Los macroinvertebrados son considerados un eslabón importante en la cadena trófica, específicamente para peces. Un alto número de estos se alimentan de algas y bacterias, que se encuentran en la parte baja de la cadena alimentaria”. (Forero, 2017)

### **7.10 Los Macroinvertebrados como Bioindicadores**

Los macroinvertebrados facilitan excelentes indicadores sobre la calidad del agua y al usarlos en el muestreo, se puede entender claramente el estado de la calidad del agua. Para (Fernández et al., 2012), “algunos macroinvertebrados requieren agua de buena calidad para sobrevivir; otros en cambio, resisten, crecen y abundan cuando hay contaminación”

### **7.11 Biología de los Macroinvertebrados**

Las especies de macroinvertebrados que habitan en agua dulce muestran una gran variedad de adaptaciones, incluyendo importantes diferencias en sus ciclos de vida. Algunos grupos pasan todo, o casi todo, su ciclo de vida en el agua. Ejemplos incluyen chinches (Hemiptera), la mayoría de los escarabajos (Coleoptera; aunque la pupa es generalmente terrestre), crustáceos, moluscos, sanguijuelas y planarias. Por otro lado, los órdenes de insectos Ephemeroptera, Odonata, Plecoptera, Megaloptera, Trichoptera, Lepidoptera y Diptera tienen adultos terrestres. En muy pocos grupos, como Dryopidae (Coleoptera) y Nematomorpha, solo los adultos son acuáticos. El tiempo de desarrollo es altamente variable, dependiendo de la especie y de factores ambientales (Hanson et al., 2010).

### **7.12 Descripción Morfológica de Macroinvertebrados**

Según Pérez (2015), “Los macroinvertebrados, al ser especies con alta variedad, presentan ciertos rasgos morfológicos que permiten clasificarlos en diferentes clases, órdenes y familias; los mismos que son empleados como indicadores de la calidad del agua”.

### **7.13 Alteraciones de las Comunidades de Macroinvertebrados**

Suárez (2012), menciona que la utilización de macroinvertebrados para la caracterización de los ríos con respecto al flujo de energía en la cuenca sobre la que fluye el curso de agua, ha generado gran interés que presentan sus comunidades como indicadoras globales del conjunto de características físico- químicas y biológicas que son propias de un determinado tramo. Las respuestas de la comunidad macroinvertebrados a las perturbaciones ambientales “son útiles para evaluar el impacto de residuos urbanos, agrícolas, industriales y los impactos de otros usos del suelo”.

### **7.14 Métodos de determinación de la Calidad del Agua**

Los métodos de determinación de calidad del agua se encargan de analizar cualquier cuerpo de agua, con el objetivo de conocer sus características físicas,

químicas y biológicas, de manera que se pueda definir su aptitud para uso doméstico, industrial, agrícola, recreacional, etc. Estos métodos son los siguientes:

#### **7.14.1 Método Biológico**

De acuerdo a Ordeix, el método biológico hace uso de especies de organismos vivos como indicadores de la calidad del agua. El autor señala que, “se basan en la composición de comunidades de especies específicas, los más utilizados son las comunidades de macroinvertebrados acuáticos en estudios de calidad de agua en ríos” (Prat, 2012).

Para (Acosta et al., 2008), este método “es complementario al método físico-químico, debido a que los seres vivos pueden integrar periodos largos en el tiempo, a diferencia de los métodos físico-químicos que son más puntuales”.

#### **7.14.2 Método físico-químico**

Para (Chibinda et al., 2017) este método “se refiere a la medición de parámetros físico-químicos del agua, éste método es el único en determinar los contaminantes presentes en el agua y la valoración de la calidad del agua solamente por éste método no ofrece datos sobre la alteración biótica del agua”.

### **7.15 Índices Biológicos**

Según González & García (1984), “Están basados en la presencia y abundancia de ciertas "especies indicadoras" de la calidad del agua una ponderación de las especies según su tolerancia al grado de contaminación orgánica de las aguas”. Es decir, según su necesidad de oxígeno disuelto en el medio acuático, resultando que las especies que viven en los tramos altos de los ríos están cada vez más serenas que las que se ubican en los tramos bajos.

#### **7.15.1 Índice Ephemeroptera, Plecoptera, Trichoptera (EPT)**

Carrera & Fierro (2001) afirman que este índice “utiliza los tres grupos de macro invertebrados más sensibles a la contaminación orgánica, son



los órdenes Ephemeroptera, Plecoptera, y Trichoptera”.

Para calcular se basa en dividir el número de EPT recolectados en la muestra para la cantidad total de macroinvertebrados:

$$\mathbf{EPT} = (\mathbf{NEPT/N}) * \mathbf{100}$$

Dónde:

**IEPT**=índice EPT

**NEPT**=Número total de individuos EPT en la muestra

**N**= Número total de individuos en la muestra

Este índice clasifica los cuerpos de agua en cuatro clases de calidad de agua, que van con rangos porcentuales que van desde mala (0%-24%) a muy buena (75 %-100%).

**Tabla 3**

*Valoración de la Calidad de Agua según método EPT.*

<b>Clase</b>	<b>Índice EPT (%)</b>	<b>Calidad del agua</b>
<b>1</b>	75-100	Muy buena
<b>2</b>	50-74	Buena
<b>3</b>	25-49	Regular
<b>4</b>	0-24	Mala

**Elaborado por:** Autores

**Fuente:** Carrera & Fierro, 2001.

**Tabla 4**

*Descripción de órdenes de macroinvertebrados acuáticos para el Índice EPT.*

<b>Orden</b>	<b>Taxón</b>
Ephemeroptera	Baetidae
	Caenidae
	Ephemerelidae
	Hetagenidae
	Leptophlebiidae
	Oligoneuridae
Plecoptera	Polymitarcidae
	Potamanthidae
	Chloroperlidae
	Leuctridae
	Nemouridae
Trichoptera	Perlidae
	Perlodidae
	Brachycentridae
	Ecnomyidae
	Glossosomatidae
	Goeridae
	Hydropsychidae
	Hydroptilidae
	Lepidostomatidae
	Leptoceridae
	Limnephilidae
	Odontoceridae
	Philopoceridae
	Polycentropodidae
Psychomyidae	
Rhyacophilidae	
Sericostomatidae	

**Elaborado por:** Autores

**Fuente:** Durán & Pardos, 2009

### 7.1.1 Índice BMWP (Biological Monitoring Working Party/Col)

Denominado Análisis de Sensibilidad; Según Roldan (2016), el índice BMWP debido a su versatilidad “es muy útil para la gestión de la calidad del agua”; una vez sea adaptado y modificado para un cuerpo determinado de agua lotico ya que ayuda a realizar una evaluación rápida y acertada , esto basado en ponderaciones de sensibilidad a los rangos de tolerancia ambiental de los macro invertebrados acuáticos, es reconocido como un método sencillo y rápido para la estimación de la calidad del agua, utilizando los macro invertebrados como bioindicadores para esta estimación.

Para Gómez (2014), el método solo requiere llegar hasta nivel de familia y los datos recopilados son cualitativos (presencia o ausencia) el valor que se da va de 1 a 10 dependiendo de la tolerancia que tengan los diferentes grupos de familias a la contaminación orgánica, siendo menos sensibles las menores puntuaciones y más sensibles los de mayor puntuación. Las familias más sensibles como Perlidae y Oligoneuriidae reciben un valor de 10; en cambio, las más resistentes a la contaminación, por ejemplo. Tubificidae, reciben una puntuación de la suma de todos los puntajes de todas las familias proporciona el puntaje total BMWP.

**Tabla 5**






*Puntajes de las Familias de Macroinvertebrados Acuáticos para el Índice BMWP/Col.*

<b>Familia</b>	<b>Puntaje</b>
Anomalopsychidae, Atriplectididae, Blepharoceridae, Calamoceratidae, Ptilodactylidae, Chordodidae, Gomphidae, Hidridae, Lampyridae, Lymnessiidae, Odontoceridae, Oligoneuriidae, Perlidae, Polythoridae, Psephenidae.	10
Ampullariidae, Dytiscidae, Ephemeridae, Euthyplociidae, Gyrinidae, Hydrobiosidae, Leptophlebiidae, Philopotamidae, Polycentropodidae, Xiphocentronidae.	9
Gerridae, Hebridae, Helicopsychidae, Hydrobiidae, Leptoceridae, Lestidae, Palaemonidae, Pleidae, Lymnaeidae, Libellulidae, Pseudothelpusidae, Saldidae, Simuliidae, Veliidae.	8
Baetidae, Caenidae, Calopterygidae, Coenagrionidae, Corixidae, Dixidae, Dryopidae, Glossosomatidae, Hyalellidae, Hydroptilidae, Hydropsychidae, Leptohiphidae, Naucoridae, Notonectidae, Planariidae, Psychodidae, Scirtidae.	7
Aeshnidae, Ancylidae, Corydalidae, Elmidae, Limnichidae, Lutrochidae, Megapodagrionidae, Sialidae, Staphylinidae.	6
Belostomatidae, Gelastocoridae, Glossiphoniidae, Hydropsychidae, Mesoveliidae, Nepidae, Planorbiidae, Pyralidae, Tabanidae, Thiaridae.	5
Chrysomelidae, Stratiomyidae, Haliplidae, Empididae, Dolycopodidae, Sphaeridae, Hydraenidae, Hydrometridae, Noteridae.	4
Ceratopogonidae, Cyclobdellidae, Hydrophilidae, Physidae, Tipulidae	3
Culicidae, Chironomidae, Muscidae, Sciomyzidae.	2
Tubificidae	1

**Fuente:** Roldán, 2003

La tabla 6 muestra las clases de calidad del agua del índice BMWP/Col, es resultado que da al sumar la puntuación de las familias encontradas, de acuerdo con el puntaje obtenido se clasifica en distintas clases de agua.

**Tabla 6***Calidad biológica del agua –Índice BMWP/Col.*

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

**Fuente:** Instituto de Investigación en Recursos Biológicos Alexander con Humboldt (S. F.) (2001).

La evaluación de la calidad de agua se ha realizado tradicionalmente a través de análisis físico químicos y bacteriológicos (Shakir, Shakoore & Iqbal, 2013). A partir de los años 50 se ha venido utilizando el método de valoración con macroinvertebrados, con los que se hacen análisis funcionales que validan el intercambio entre los organismos vivos y el ambiente abiótico, demostrando que es posible evaluar las aguas naturales y contaminadas combinando ambos métodos (Roldán et al., 2016).

### 7.1.2 Índice de Diversidad de Shannon – Weaver

Pla (2006), menciona que es el índice más utilizado para cuantificar la biodiversidad de individuos y refleja la variedad de una comunidad sobre la base de dos factores: “el número de especies presentes y su abundancia relativa”. Reúne en un solo valor la diversidad y la riqueza específica de la especie por lo que el valor obtenido del índice de forma aislada no muestra la importancia relativa de la riqueza, ya que en un mismo índice de diversidad se puede obtener un grupo con baja riqueza y alta diversidad (Moreno, 2001).

Por lo que, si una comunidad de  $S$  especies es muy homogénea. En la mayoría de los ecosistemas naturales este índice va de 0,5 a 5 siendo su valor normal, entre 2 y 3 sus valores son inferiores y 2 se considera bajo. Para (Moreno et al., 2001) “considera que los individuos son elegidos al azar y que todas las especies están representadas en la muestra”. Por ende, los valores que están entre cero, cuando existe una sola especie, y el logaritmo de  $S$ , cuando todas las especies están ubicadas por el mismo número de individuos (Moreno et al., 2001)

**Tabla 7**

*Evaluación de diversidad según Shannon.*

<b>Índice de Shannon</b>	<b>Diversidad</b>
3,5 – 5	Alta
1,6 – 3	Media
0 – 1,5	Poca

**Fuente:** Cardno, 2016

La fórmula del índice de Shannon - Weaver es la siguiente:

$$H = - \sum_{i=1}^s p_i \log_2 p_i$$

$S$ = número de especies (la riqueza de especies)

$P_i$ = cantidad de individuos de la especie  $i$  respecto al total de individuos

$n_i$ = número de individuos de la especie

$N$ = número total de individuos de todas las especies.

### 7.1.3 Índice Biológico Andino (ABI)

Para Prat, (2009), menciona que “es un índice biótico cualitativo utilizado para Estudios de Impacto Ambiental y ecológicos; este índice es una adaptación del BMWP (Biological Monitoring Working Party) para ríos alto andinos con altitudes mayores a 2000 msnm, ya que cuenta con una lista de claves taxonómica de macroinvertebrados bentónicos para esta zona”.

Para la aplicación de este índice se debe realizar un muestreo en diferentes hábitats en el campo, no es aconsejable usar datos de un solo tipo de hábitat ya que el objetivo es conseguir la representación de todo el área de investigación y el muestreo debe continuar hasta encontrar nuevas familias (Acosta et al., 2009).

El ABI asigna un valor de sensibilidad a la contaminación a cada familia de 1 a 10, de esta manera al encontrar una cantidad específica de familias el valor final de este índice aplicado será la sumatoria de los valores de sensibilidad (Rosero, 2009).

**Tabla 8**

*Puntuaciones para familias de macroinvertebrados acuáticos según la propuesta del índice ABI.*

<b>Orden</b>	<b>Familia</b>	<b>Puntuación</b>
Tricladida	Planariidae	5
Hirudinea	-	3
Oligochaeta	-	1
Gastropoda	Ancylidae	6
	Physidae	3
	Hydrobiidae	3
	Lymnaeidae	3
	Planorbidae	3
Bivalvia	Sphaeriidae	3
Amphipoda	Hyaellidae	6
Ostracoda		3
Hydracarina		4
Ephemeroptera	Baetidae	4
	Leptophlebiidae	10
	Leptohyphidae	7
	Oligoneuridae	10
Odonata	Aeshnidae	6
	Gomphidae	8
	Libellulidae	6
	Coenagrionidae	6
	Calopterygidae	8
	Polythoridae	10
Plecoptera	Perlidae	10
	Gripopterygidae	10
Heteroptera	Veliidae	5
	Gerridae	5
Trichoptera	Corixidae	5
	Notonectidae	5
	Belostomatidae	4
	Naucoridae	5
	Helicopsychidae	10
	Calamoceratidae	10
	Odontoceridae	10

**Elaborado por:** Autores

**Fuente:** Acosta, 2009



Para el estudio de este índice se debe realizar un muestreo en diferentes tipos de hábitats en campo, no se pueden usar datos de un solo tipo de hábitat ya que la intención es obtener la representación de casi toda la zona de estudio y el muestreo debe de seguir hasta no encontrar nuevas familias (Acosta, Rieradevall & Prat, 2009).

**Tabla 9**

*Puntajes para calidad del agua según el índice ABI.*

Calidad de Agua	Puntuación
Muy Bueno	> 96
Bueno	59-96
Regular	35-58
Mala	14-34
Pésimo	< 14

**Fuente:** Acosta, 2009

## 7.2 Biomonitorio

Son muestreos continuos, para implementar un control de calidad o un programa de vigilancia a través del tiempo. En ambos casos es importante tener una muestra de referencia, la cual puede ser en el tiempo o espacial.

Springer (2010) afirma que: “el biomonitorio ofrece herramientas que permiten detectar compuestos tóxicos mediante el estudio del organismo que habitan en el lugar” (p34).

## 7.3 Métodos de Recolección de Macroinvertebrados

**Red tipo D-net:** Se usa para realizar recorridos en el trayecto de los bordes del río donde no es posible llegar con la red de pantalla. Esta red tiene la ventaja de que su forma triangular se adapta bien a las superficies irregulares de las orillas. Su uso debe ser completo hasta cubrir una zona representativa del lugar de muestreo (10 m a lo largo de ambas orillas). El material recolectado se deposita sobre un cedazo, o sobre una red, para posteriormente lavar restos de lodo o arena, luego

guardar en una funda plástica o un recipiente de plástico con alcohol al 70% para ser examinado posteriormente en el laboratorio (Ramirez, 2010).

**Red de mano o patada:** Se utiliza para aguas de poca profundidad donde haya corriente o se encuentren estancadas, es necesario dos personas para el muestreo donde una se coloca en contracorriente sosteniendo la red y realizando movimientos oscilatorios, mientras que la otra persona ubicada en dirección a la corriente, remueve el fondo bien sea con los pies o manos. Para el muestreo con esta red, se recomienda el análisis del material insitu, caso contrario se procede de igual forma que el método anterior (Vidal, 2014).

**Red Surber:** Tiene un marco metálico, al cual está sujeta una red de aproximadamente unos 80 cm de longitud y una abertura de malla de aproximadamente 500  $\mu$ . El marco se coloca sobre el fondo y en contra de la corriente y con las manos removemos el material del fondo, quedando atrapados los organismos en la red. Este proceso se repite al menos tres veces en cada punto de muestreo, para poder calcular el número de individuos por  $m^2$ . El material colectado se vacía luego en un recipiente con alcohol al 70% para ser separado en el laboratorio (Carrera & Fierro, 2001).

#### 7.4 Mecanismos de muestreo para macroinvertebrados

Para el estudio de los macroinvertebrados, se debe apuntar el efecto de las diferencias en el hábitat físico entre las varias estaciones de muestreo seleccionadas. Por otra parte, por la gran variedad de técnicas de muestreo y de equipo disponible, el tipo de hábitat a estudiarse es relativamente ilimitado. De igual manera el tipo específico de equipo de muestreo de macroinvertebrados a usarse dependerá de muchos criterios: profundidad del agua, velocidad de la corriente, propiedades físicas y químicas del substrato (INEN, 2013).

## 8 HIPÓTESIS ALTERNATIVA

¿La presencia de poblaciones de bioindicadores (macroinvertebrados) varía los resultados en función de los años y permitirá demostrar a través de la aplicación de los índices EPT, BMWP/COL, ABI y SHANNON –WEAVER, para la determinación de la calidad del agua del río Pachanlica?

En el artículo de investigación la calidad del agua con el índice BMWP en el primer y segundo periodo 2010-2011 es Crítica ya que en los tres puntos se observaron valores entre 22 y 36, Por otra parte, basados en los valores del índice EPT, los cuales variaron desde 0 a 4,82% (primer período) y desde 0 a 16,81 % (segundo período), el agua del río Pachanlica se categoriza como agua de Mala calidad. Mientras que, en el Proyecto de Investigación realizado en el mes de febrero del 2020, con el índice BMWP la calidad del agua para el punto afloramiento, se encuentra en categoría de aguas Dudosas, clase (III) con una puntuación de 40, en cuanto a los puntos cauce intermedio y desembocadura, la calidad del agua con puntuaciones de 29 y 35 es Crítica, clase (IV). Con el índice EPT en los puntos afloramiento y cauce intermedio la calidad del agua es Buena con porcentajes de 50% a 52% y en el desembocara la calidad del agua es Mala con un porcentaje del 7%, es decir una vez realizado la comparación con los índices BMWP y EPT se determinó que existe una variación positiva de la calidad del agua en el transcurso del tiempo. Con el índice EPT en los puntos afloramiento y cauce intermedio esta variación se debe a la zona de muestreo de macroinvertebrados y al número de grupos y familias encontrados especialmente de la familia Leptohyphidae mismo que toleran bajos niveles de contaminación. En cuanto al índice BMWP hubo una mínima variación ya que en el punto afloramiento la calidad del agua es Dudosa mientras que en los puntos cauce intermedio y afloramiento la calidad del agua es Crítica debido a las actividades tanto industriales, agrícolas, pecuarias que no han disminuido y se mantienen con normalidad.

## **9 DISEÑO METODOLÓGICO**

### **9.1 TIPO DE INVESTIGACIÓN**

#### **9.1.1 Investigación Descriptiva:**

Comprendió la descripción, registro, análisis e interpretación de la naturaleza actual, y la composición de los aspectos relevantes, característicos de cada individuo encontrado y de esta manera poder efectuar su clasificación.

#### **9.1.2 Investigación de campo:**

Por medio de las visitas In situ se ejecutó la determinación de puntos de muestreo en el área de estudio, utilizando programas como GPS y ArcGis lo cual permitió realizar visitas de campo para realizar el muestreo de las especies.

### **9.2 Métodos**

#### **9.2.1 Método Inductivo:**

Este método de investigación ayudó a establecer determinadas conclusiones de carácter universal desde la recolección de datos particulares tomados en el muestro hasta la aplicación de los índices BMWP/Col, EPT, ABI Y SHANNON–WEAVER para conocer la calidad del agua del río.

#### **9.2.2 Método cuantitativo:**

Este tipo de método permitió llevar a cabo el conteo y clasificación de los individuos recolectados de acuerdo a sus características taxonómicas y a la elaboración de cálculos basados en cifras a través del registro de datos.

#### **9.2.3 Método cualitativo:**

La investigación se enmarco en el método cualitativo, debido a que se procedió a la identificación de los macroinvertebrados recolectados en el río Pachanlica mediante las claves de identificación taxonómica.

## **93 Técnicas de investigación**

### **9.3.1 Observación:**

Esta técnica permitió identificar de manera amplia los puntos a investigar en el área de estudio mediante un registro visual y verificable de los puntos a muestrear con la ayuda de un GPS.

### **9.3.2 Experimental**

Esta técnica ayudó a la identificación y clasificación de los individuos de macroinvertebrados recolectados en el río según las claves taxonómicas requeridas para la evaluación de los índices aplicados.

### **9.3.3 Fichaje:**

Esta técnica permitió registrar los datos que se obtuvo en campo de la presencia, abundancia y descripción de cada uno de las especies captadas de macro invertebrados del río requerida de la investigación.

## **94 Instrumentos**

### **9.4.1 GPS:**

Ayudó a establecer la ubicación de acuerdo a la posición en coordenadas de latitud y longitud del área de estudio.

### **9.4.2 Lupa:**

Con la ayuda de la lupa se identificó los ejemplares adquiridos en base a las claves y a las ilustraciones.

### **9.4.3 Estereoscopio:**

Ayudó en la identificación de los macroinvertebrados para ver con más detalle las partes pequeñas que los componen, como su estructura, tamaño, forma.

## **10 METODOLOGÍA DE INVESTIGACIÓN**

### **10.1 Ubicación del Área de Estudio**

El río Pachanlica se encuentra ubicado en la Provincia de Tungurahua, esta microcuenca atraviesa los cantones Mocha, Tisaleo, Quero, Cevallos casi en su

totalidad, mientras que con los cantones Ambato y Pelileo únicamente con algunas parroquias.

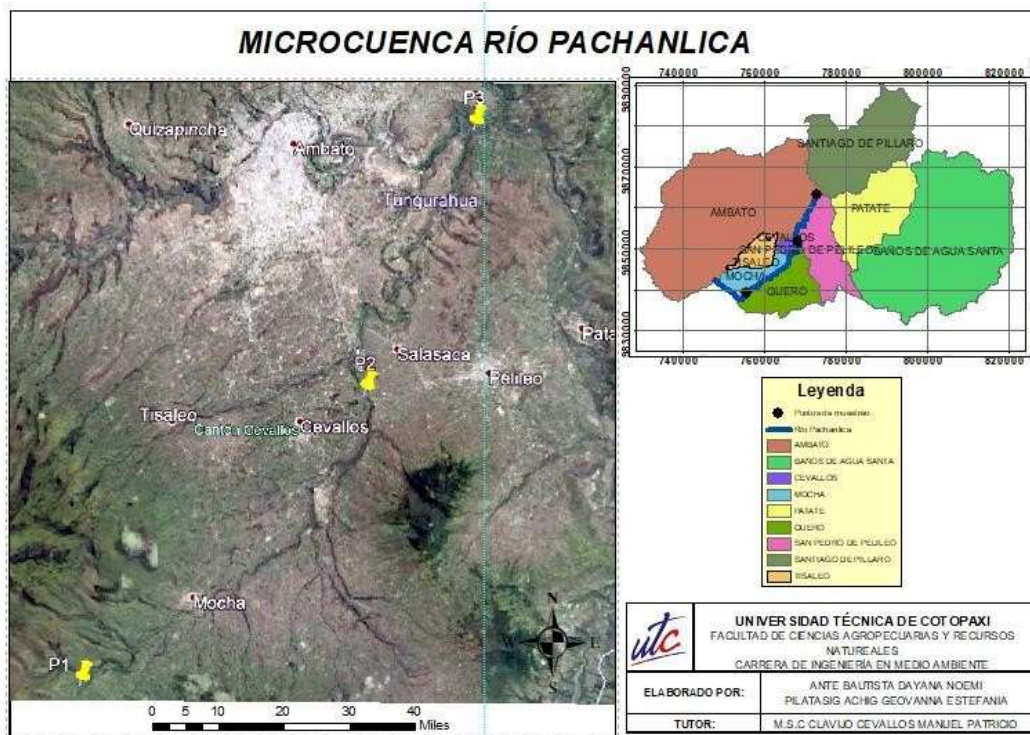
El río inicia en la provincia de Tungurahua en el sector 12 de Octubre perteneciente al cantón Mocha con coordenadas UTM X: 755604 E; Y: 9839134N, del sistema WGS 84, zona 17S a una altura de 3465 msnm y finaliza en el sector Chiquicha perteneciente al cantón Pelileo, con coordenadas UTM X: 772719E; Y: 9863231N, a una altura de 2292 msnm, desembocando en las aguas del río Ambato.

La microcuenca del río Pachanlica, está formada por varias quebradas denominadas (Olalla, Carboneira, Sachahuayco y las Abras), estas conforman dos ríos Mocha y Quero los cuales dan origen al río Pachanlica.

En cuanto a la flora existente en el sector, está conformada por vegetación arbórea, arbustiva, frutales y herbácea dentro de ellas se caracterizan especies de: aliso, capulí, eucalipto, arboles de aguacate, entre otras especies.

**Figura 1.**

*Área de Estudio río Pachanlica.*



**Elaborado por: Autores**

## 10.2 Fase de campo

### 10.2.1 Identificación y caracterización de los puntos de muestreo.

La identificación de la zona y de los puntos de muestreo se realizó mediante un recorrido de norte a sur del río Pachanlica en el mes de febrero. La determinación de los puntos de muestreo se realizó mediante el grado de afectación a la fuente hídrica, considerando las actividades antropogénicas aledaños al sector lo que permitió determinar los lugares con mayor afectación.

Por lo tanto, el muestreo del río Pachanlica se realizó en los puntos: punto 1 afloramiento ubicado en la parroquia Pinguilí - sector 12 de Octubre, cantón Mocha, punto 2 cauce intermedio, parroquia Salasaca y punto 3 desembocadura, Sector Chiquicha, del cantón Pelileo. Cada estación de muestreo estuvo conformada por 2 subestaciones, cada subestación constó de un transecto de 2 metros de longitud.

**Tabla 10**

*Coordenadas Geográficas del río Pachanlica.*

Coordenadas			
Puntos	X	Y	Msnm
1	755604	9839134	3465
2	767985	9851744	2689
3	772719	9863231	2292

**Elaborado por:** Autores.

### 10.2.2 Recolección de macroinvertebrados

Para la recolección de macroinvertebrados del río Pachanlica se utilizó el método de recolección cualitativo, red patada la cual se utiliza en ríos medianamente torrentosos por los que se puede caminar, y posee cualquier tipo de sustrato: fango, hojas, troncos, piedras, etcétera; se basa en una malla plástica de un metro cuadrado. El ojo de la malla es de 0,5 a 1 milímetro. Consiste en aprovechar la corriente y remover el sustrato del fondo del río a lo largo de la orilla con un esfuerzo de 20 minutos, mientras uno de los integrantes da patadas, de modo que estos sean

arrastrados aguas abajo y capturados por la red.

Para realizar esta actividad se utilizó los siguientes materiales:

- Frascos para muestras.
- Pinzas entomológicas.
- Lámina de identificación.
- Hojas de campo 1 (abundancia) y 2 (sensibilidad).
- Lupa y plato pequeño.
- Red Patada.
- Guantes
- Botas
- Alcohol
- Cooler

En los puntos de muestreo se realizó los siguientes pasos:

1. Antes de iniciar el muestreo se llenó la ficha de campo. (Anexo D).
2. Se procedió a coleccionar los macroinvertebrados utilizando la red patada.
3. Una vez tomada la muestra se colocó en bandejas para coleccionar los macroinvertebrados, realizar la limpieza de la muestra en campo es decir retirar ramas, piedras, etc.
4. Seguidamente con la ayuda de una pinza metálica se recolectaron los macroinvertebrados y se los colocó en frascos esterilizados, debidamente rotulados con un contenido de alcohol al 70%, para su posterior identificación taxonómica en el laboratorio.
5. Los frascos con las muestras recolectadas fueron colocados en un cooler, para posteriormente ser transportados al Laboratorio de Microbiología de la Universidad Técnica de Cotopaxi.

### **10.3 Fase de Laboratorio**

#### **10.3.1 Análisis de Macroinvertebrados**

En el laboratorio de la Universidad Técnica de Cotopaxi se separaron los macroinvertebrados con la ayuda de una pinza relojero colocándolas en cajas petri y alcohol al 70%.



El análisis de los macroinvertebrados recolectados en el río Pachanlica requirió de un estereoscópico para valorar a que orden y familia pertenecen utilizando claves taxonómicas según el requerimiento de los índices (BMWP/Col, EPT, Índice de Shannon Weaver, y ABI), generalmente hasta género, elaboradas por (Domínguez y Fernández, 2009; Fernández. y Domínguez, 2001; Roldán, 1988; Salles, 2006).

## **11 ANALISIS Y DISCUSIÓN DE LOS RESULTADOS**

La investigación se realizó en el mes de febrero del 2020, en el río Pachanlica, Provincia de Tungurahua en tres puntos:

Punto 1. Afloramiento, Sector 12 de Octubre, Cantón Mocha

Punto 2. Cauce Intermedio, Parroquia Salasaka, Cantón Pelileo.

Punto 3. Desembocadura, Sector Chiquicha, Cantón Pelileo.

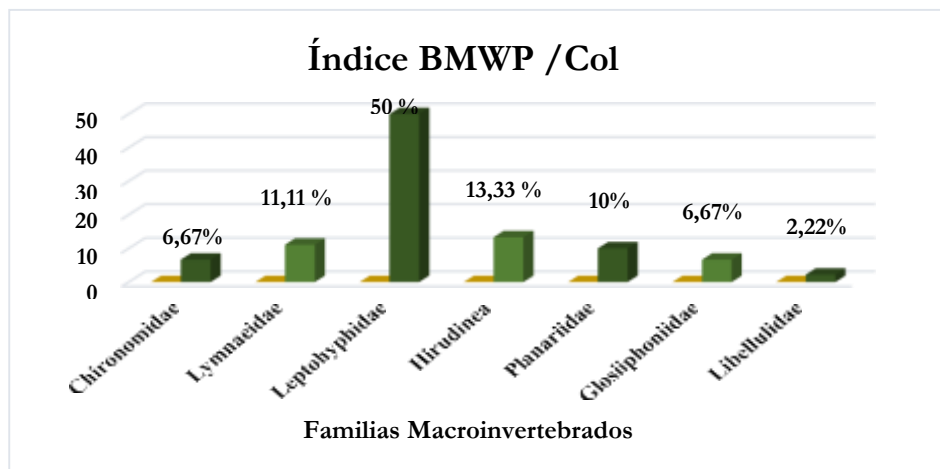
### **11.1 Análisis de macroinvertebrados**

Después del análisis de las muestras e identificación de macroinvertebrados en la época húmeda del mes de febrero del 2020, aplicando los cuatro Índices Biológicos para determinar la calidad de agua se muestran los siguientes resultados.

En la investigación se recolectó un total de 284 macroinvertebrados pertenecientes a 9 familias identificadas que se distribuyen en cada punto, se observó que, en el punto 1 se registraron un total de 90 macroinvertebrados y 7 familias de las cuales la mayor cantidad son indicadores de mala calidad del agua, mientras que en el punto 2 se recolectó la menor cantidad de macroinvertebrados con un total de 34 individuos y 6 familias identificadas, para el punto 3 se obtuvo la mayor cantidad de macroinvertebrados con un total de 135 individuos y 6 familias de las cuales en su mayoría no son indicadoras de buena calidad del agua, ya que el ecosistema fluvial está sometido a fuertes y diversas presiones humanas, debido a la intervención no planificada, que han desencadenado un incorrecto manejo de la microcuenca, por lo que la integración biótica de un cuerpo de agua depende de la interacción de procesos.

**Tabla 11***Total, de Macroinvertebrados Recolectados.*

	Orden	Familia	Afloramiento	Cauce Intermedio	Desembocadura
			Abundancia		
1	Diptera	Chironomidae	6	3	
2	Gasterópoda	Lymnaeidae	10	4	4
3	Ephemeroptera	Leptohyphidae	45	18	11
4	Hirudiniforme	Hirudinea	12	5	
5	Tricladida	Planariidae	9		4
6	Glossiphoniiforme	Glossiphoniidae	6		3
7	Odonata	Libellulidae	2	1	
8	Annelida	Oligochaeta		3	3
9	Amphipoda	Hyaellidae			135
<b>Total, Individuos Recolectados en Cada Punto</b>			<b>90</b>	<b>34</b>	<b>160</b>
<b>Total de individuos</b>				<b>284</b>	

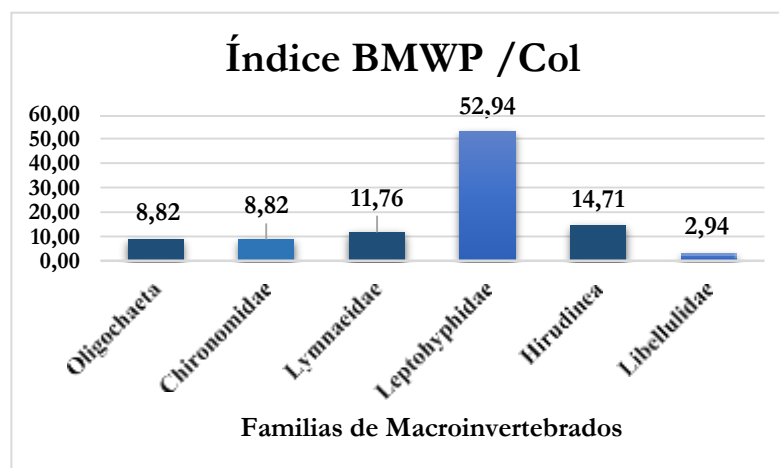
**Elaborado por:** Autores**11.2 Resultados del análisis del Índice BMWP/Col.****Figura 2.***Porcentaje Índice BMWP/Col, Punto (1) Afloramiento.***Elaborado por:** Autores

Los resultados encontrados dentro del muestreo según el Índice BMWP/Col (Tabla 6), para el punto (1), indican que el estado de la calidad de agua en este punto del río Pachanlica es Dudosa, es decir aguas moderadamente contaminadas, clase (III) con una puntuación de 40 (Anexo C). Luego de aplicar la (Tabla 5) de tolerancia de las familias para el índice BMWP/Col, permite calificar con una puntuación de 8 a las familias Lymnaeidae y Libellulidae esto debido a nivel de sensibilidad que presentan a la contaminación; así como también se encuentran relacionados con la estructura de la comunidad, su composición taxonómica, condición individual y los procesos biológicos a los que se ven ligados en el ecosistema acuático.

En la (figura 2) la familia más predominante es Leptohiphidae que representa un 50%; esta familia se caracteriza por vivir en ambientes de carácter lotico, son en general un grupo de especie que no tolera la contaminación lo que hace que sean buenos indicadores de calidad de agua.

### Figura 3.

*Porcentaje Índice BMWP/Col, Punto (2) Cauce Intermedio.*



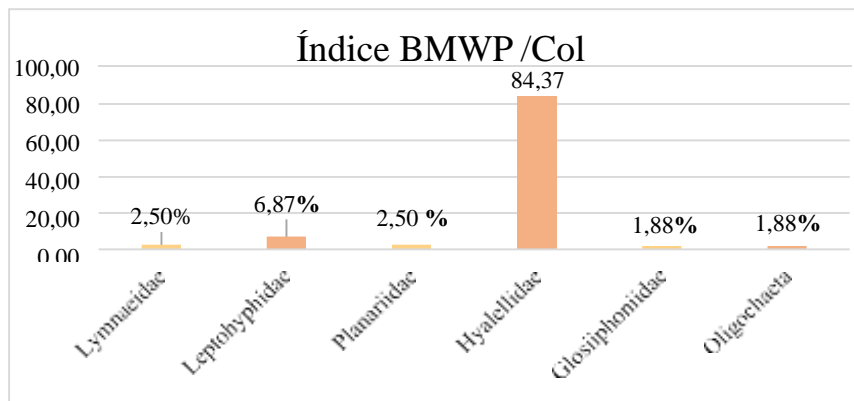
**Elaborado por:** Autores

En cuanto a los resultados del muestreo de macroinvertebrados ejecutado en el punto (2) cauce intermedio, según el índice BMWP/Col (Tabla 6), indican que el estado de la calidad de agua en esta parte del río presenta una puntuación de 29, es decir calidad Crítica por lo tanto aguas muy contaminadas, Clase (IV) (Anexo C). En la (figura 3) la familia más predominante es Leptohiphidae que

representa un 52,94% del total de individuos recolectados que toleran hasta un cierto punto, a la contaminación, mientras que el resto de familias toleran muy bien ríos con gran cantidad de material en suspensión y con alguna carga de desechos orgánicos antrópicos. Las comunidades de macroinvertebrados varían su composición y estructura debido a agentes contaminantes.

**Figura 4.**

*Porcentaje Índice BMWP, Punto (3) Desembocadura.*



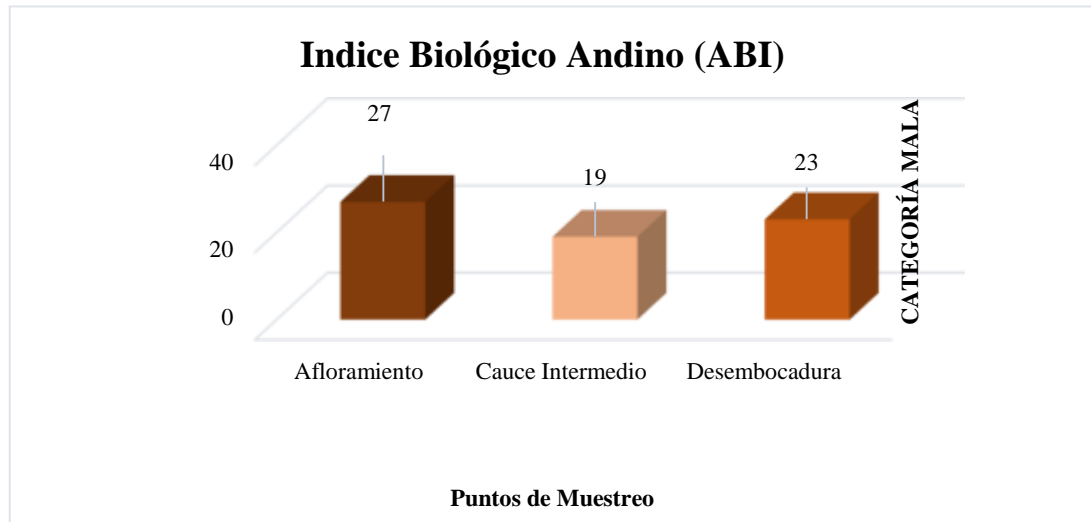
**Elaborado por:** Autores

Para el muestreo de macroinvertebrados ejecutado en el punto (3) desembocadura. Los resultados encontrados según el índice BMWP/Col (Tabla 6), indican que el estado de la calidad de agua en el río Pachanlica para este punto con una puntuación de 35, es Crítica, es decir son aguas muy contaminadas, clase (IV) (Anexo C). En la (Figura 4) se puede determinar que la familia Hyalellidae presenta el 84,37% de prevalencia del mismo entre las demás familias de macroinvertebrados, esta familia se caracteriza por vivir en aguas corrientes y remansos de quebradas, asociado a materia orgánica en descomposición, donde se forman densas poblaciones y tiene un tipo de alimentación detritívoro. Por consiguiente, una disminución del oxígeno disuelto afecta significativamente la fisiología de los organismos, lo que se refleja en dicha estructura y composición de las comunidades acuáticas; sin embargo, algunas poblaciones como este tipo de familia son más tolerantes que otras a la disminución de oxígeno disuelto aguas abajo relacionada con vertimientos de aguas residuales domésticas e industriales sin tratamiento.

### 11.3 Resultados del análisis del Índice Biológico Andino (ABI).

**Figura 5.**

*Calidad del Agua Índice Biológico Andino.*



**Elaborado por:** Autores

En la (figura 5), de los tres puntos de muestreo, los resultados según el Índice Biológico Andino (ABI) (Tabla 9) del río Pachanlica, reporta que en afloramiento presenta una puntuación de 27, en el cauce intermedio tiene una puntuación de 19 y finalmente en la desembocadura se obtiene 23, es decir los tres puntos de muestreo presentan un resultado dentro de la calidad Mala, clase (IV) (Anexo D). Haciendo referencia de esta manera que el ABI es más eficaz para determinar la calidad del agua en ríos altoandinos por encima de los 2000 m.s.n.m; quizás porque la sensibilidad de este índice se adecúa a las influencias antrópicas y a la altitud en la cual el índice fue establecido. Así como también a las condiciones climáticas, que no permiten el crecimiento y la recolección de macroinvertebrados, además en estos puntos se evidencio presencia, de contaminación antropogénica, producto de las descargas directas de las poblaciones que se encuentran a sus alrededores, por lo que no se pudo obtener individuos en abundancia.

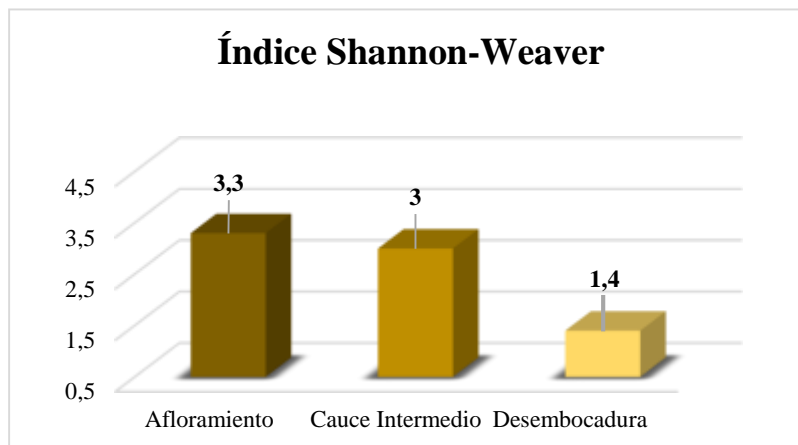
#### 11.4 Resultados del análisis del Índice EPT.

En cuanto al índice EPT, se puede determinar que la familia Leptohiphidae perteneciente al orden de Ephemeroptera presenta el segundo lugar en abundancia con un total de 74 individuos, de entre las 9 órdenes de esta manera la calidad del agua que presenta según el EPT (Tabla 3) registrado fue Buena en el punto de afloramiento, cauce intermedio y Mala en el punto 3 desembocadura del total de macroinvertebrados recolectados en temporada húmeda (Anexo C). Para el orden Ephemeroptera se presentan diferencias en sus bajas concentraciones de oxígeno, un gran número de familias de este orden son buenos indicadores de la calidad del ecosistema y poseen generalmente gran sensibilidad a las condiciones ácidas. Estos resultados reflejan que algunas especies están adaptadas a vivir en zonas con elevadas corrientes y concentraciones de oxígeno, mientras que otras son especies más sensibles a vivir en ecosistemas con ciertas perturbaciones e incluso en condiciones extremas, por lo que hay especies con requerimientos muy diferentes en cuanto a la calidad del agua, lo cual es usado frecuentemente como indicador de la misma.

#### 11.5 Resultados del análisis del Índice Shannon-Weaver.

##### Figura 6.

*Calidad del Agua Índice Shannon - Weaver.*



**Elaborado por:** Autores

La presente gráfica expone la diversidad específica de macroinvertebrados de los 3 puntos de muestreo, las mismas que mantienen un rango similar, con una diversidad media, ya que sus valores se encuentran entre 1 y 3. La mayor diversidad registrada es en el Punto (1) afloramiento con 3,3 (Anexo E). Los tres puntos de muestreo arrojaron valores medios relativamente para el índice de Shannon- Weaver (Anexo F): En el punto (1) afloramiento con  $H'$  máximo = 1,53, para el punto (2) cauce intermedio con  $H'$  máx = 1,40 mientras que en cuanto al punto (3) desembocadura con  $H'$  máx = 0,66 todos estos datos pertenecen a la temporada húmeda del mes de febrero.

El punto de muestreo que posee mayor valor de los índices de diversidad, equidad, y riqueza es el punto 1 afloramiento del cauce del río Pachanlica, esto se relaciona directamente con el tipo de hábitat y la nula o mínima perturbación antrópica que presenta el lugar lo que genera un desequilibrio en la vida acuática, reduciendo de esta manera la presencia de macroinvertebrados que indiquen calidad del ecosistema acuático.

Una vez obtenido los resultados del análisis de todos los índices biológicos del río Pachanlica, en el punto 1 afloramiento la calidad del agua con el índice BMWP/Col presenta un resultado de calidad de agua Dudosa, perteneciente a la categoría de clase III y en los 2 puntos restantes cauce intermedio y desembocadura la calidad del agua se encuentra en clase (IV) Crítica (Anexo C), sin embargo con el índice ABI presenta un resultado dentro del rango de calidad Mala en los 3 puntos muestreados (Anexo D), es decir los resultados entre índices difieren, esto debido a que el índice ABI asigna un valor de sensibilidad menor a la contaminación que el índice BMWP/Col para las familias Lymnaeidae, Planariidae, Glosiiphoniidae y Libellulidae. Estos órdenes se caracterizan por tener taxas que suelen ser intolerantes a la contaminación por lo que su número global disminuye con el aumento de esta.

Mientras que con el índice EPT se puede apreciar que en los puntos afloramiento y cauce intermedio la calidad del agua es evaluada como Buena, es decir difiere en resultados con los demás índices pues el orden Ephemeroptera se encuentra en estos dos puntos y por el contrario en la desembocadura la calidad presentada es Mala ya que en este punto no hubo

presencia de EPT. Esto es debido a que el índice EPT se basa únicamente en la tolerancia que presentan los macroinvertebrados a la contaminación y se refleja en la presencia de las familias más sensibles y tolerantes a la contaminación (Ríos et al., 2014).

#### **11.6 Análisis de Comparación de los Índices biológicos con estudios anteriores**

Posterior a la determinación de la calidad del agua a través de la utilización de los índices biológicos en el río Pachanlica, se obtienen un conjunto de resultados que requieren ser comparados con resultados de investigaciones anteriores, generalmente en el sentido de determinar si estos valores encontrados coinciden o han cambiado en el transcurso del tiempo.

A continuación, se realizará un análisis de comparación:

En el artículo de investigación **“MACROINVERTEBRADOS BENTÓNICOS COMO INDICADORES DE CALIDAD DEL AGUA EN LA MICROCUENCA DEL PACHANLICA, PROVINCIA DE TUNGURAHUA, ECUADOR EN EL PERÍODO 2010-2011**, realizado por los autores: Marcia Buenaño, Carlos Vásquez, Hernán Zurita-Vásquez, Giovana Parra y Ruth Pérez; como base de estudio utilizaron el análisis integral de la calidad de agua del río Pachanlica, mediante el uso de indicadores biológicos; el índice BMWP/ Col (Biological Monitoring Working Party) y el índice EPT (Ephemeroptera, Plecoptera, Trichoptera). Donde los muestreos fueron realizados en dos periodos abril-diciembre del 2010 y enero-junio del 2011, durante cada período realizaron seis muestreos en cinco puntos: AM19 recibe las aguas residuales de la Curtiduría Artesanal Totoras, AM17 recoge descargas del sistema de colectores y alcantarillado del área urbana y rural , AM20 recibe las descargas de aguas industriales de la empresa GELEC S.A. (ubicada en Totoras) , AM29 ubicado en una zona rural con predominio de actividades agropecuarias (Choto Costales, 2013), AM 28 ubicado después de la unión de los cauces del río Ambato y Pachanlica, caracterizado por una intensa actividad agrícola. Los especímenes recolectados fueron identificados por orden y familia usando la clave taxonómica de Barrios y Puig (2012), se registró el número de individuos/familia para calcular los índices BMWP/Col y EPT. Como resultados del muestro se identificaron un total de 3023 especímenes



pertenecientes a ocho órdenes y diez familias de macroinvertebrados, de los cuales 1669 especímenes fueron recolectados durante abril-diciembre 2010 y 1354 en enero-junio 2011.

Para el análisis comparativo de resultados de los cinco puntos establecidos en el artículo, se consideraron tres puntos (AM 17 descargas del sistema de colectores y alcantarillado del área urbana y rural, AM 19 recibe las aguas residuales de la Curtiduría Artesanal Totoras y AM 28 ubicado después de la unión de los cauces del río Ambato y Pachanlica) los cuales se encuentran relacionados con nuestra área de investigación.

Basados en los resultados del índice BMWP/Col en el punto afloramiento durante los años 2010-2011 el agua es categorizada como aguas de calidad Crítica con una puntuación de 22 y 23, mientras que en nuestro proyecto de investigación la calidad de agua se encuentra en Dudosa es decir, aguas modernamente contaminadas con una puntuación de 40 (Anexo C), lo que se puede determinar que existe una variabilidad en la calidad del agua para este punto, en cuanto al punto cauce intermedio la calidad del agua es Crítica con una puntuación de 26 y 28 y en nuestro proyecto la calidad del agua es Crítica con una puntuación de 29 (Anexo C), por lo tanto, se puede evidenciar que la calidad del agua se mantiene, finalmente en el punto desembocadura la calidad del agua es Crítica con una puntuación de 29 y 32 en relación con los resultados de nuestro proyecto donde la calidad del agua es Crítica, con una puntuación de 35 (Anexo C), es decir para este punto se encuentra en el mismo criterio de calidad.

Por otra parte, basados en los resultados del índice EPT, en el punto afloramiento durante los años 2010-2011, la calidad del agua de la microcuenca se categoriza como aguas de mala calidad con un porcentaje del 3.25% y 11%, mientras que en nuestro proyecto de investigación la calidad del agua es Buena con un porcentaje del 50% (Anexo C), esto se debe a que hubo gran abundancia de este tipo de familia, en cuanto al punto cauce intermedio la calidad del agua se caracteriza como agua de Mala calidad con un porcentaje de 2% y 14% y en nuestro proyecto de investigación el agua se encuentra en categoría Buena con un porcentaje de 52% (Anexo C), finalmente en el punto

desembocadura el agua se encuentra en categoría de aguas de Mala calidad con un porcentaje del 3.03% y 10.32% y en nuestro proyecto la calidad del agua es Mala con un porcentaje del 7% (Anexo C), se puede determinar que en este punto la calidad del agua se mantiene debido a que no hubo la presencia de este tipo de familia.

Una vez comparado los resultados de las investigaciones se puede determinar que la calidad del agua realizado en el periodo abril-diciembre del 2010, enero-junio del 2011 y febrero del 2020 con el índice BMWP/Col es crítica esto es debido a que el río está influenciado por descargas de carácter residual doméstico, agrícola e industrial, obteniéndose en esta investigación un resultado similar al estudio ejecutado, excepto en el punto de afloramiento donde el agua se encuentra moderadamente contaminada esto se debe a que no hay muchos asentamientos humanos ubicados en las riberas del río. En cuanto al índice EPT la calidad del agua es Buena en los puntos afloramiento y cauce intermedio debido a la zona de muestreo y a la presencia de la gran abundancia de la familia Leptohyphida que toleran bajo niveles de contaminación.

En la siguiente tabla 12, se muestra el análisis comparativo de la calidad del agua del río Pachanlica con la aplicación de los índices BMWP/Col y EPT en el periodo abril-diciembre del 2010, enero-junio del 2011 y febrero 2020.

**Tabla 12***Análisis comparativo de la Calidad del Agua del río Pachanlica.*

<b>Análisis Comparativo de la Calidad del Agua del río Pachanlica.</b>			
<b>Puntos de muestreo</b>	<b>Artículo de investigación</b>		<b>Proyecto de Investigación 2020</b>
	<b>2010</b>	<b>2011</b>	
<b>ÍNDICE BMWP</b>			
Afloramiento	<b>22</b> Crítica	<b>23</b> Crítica	<b>40</b> Dudosa
Cauce Intermedio	<b>26</b> Crítica	<b>28</b> Crítica	<b>29</b> Crítica
Desembocadura	<b>29</b> Crítica	<b>32</b> Crítica	<b>35</b> Crítica
<b>ÍNDICE EPT</b>			
Afloramiento	<b>3,25%</b> Mala	<b>11%</b> Mala	<b>50%</b> Buena
Cauce Intermedio	<b>2%</b> Mala.	<b>14%</b> Mala	<b>52%</b> Buena
Desembocadura	<b>3,05%</b> Mala	<b>10,32%</b> Mala	<b>7%</b> Mala
<b>Total Individuos</b>	<b>1669</b>	<b>1354</b>	<b>284</b>

**Elaborado por:** Autores

**Nota:** Comparación de resultados entre el artículo de investigación realizado en los años 2010- 2011 con nuestro proyecto de investigación realizado el presente año.

### **11.7 Discusión**

Según Sala et al., (2000), “los ecosistemas de aguas continentales son posiblemente, los ambientes más vulnerables frente al desarrollo de las actividades antropogénicas”. Es por esta razón que; los esfuerzos de conservación deberían incorporar, además de datos sobre la biodiversidad de individuos, información sobre la integridad biológica de los cuerpos de agua, que permitan mantener y a la vez restaurar la diversidad de organismos existentes en las fuentes hídricas.

Para Bernhardt et al., (2005), “está situación, uno de los retos ambientales más grandes es mantener la estructura biológica natural y los atributos funcionales de los ecosistemas acuáticos, principalmente de los ríos”.

Los índices biológicos, muestran una calidad fuertemente impactada tanto con el índice BMWP/Col en dos puntos de muestreo cauce intermedio y desembocadura, mientras que con el índice ABI la calidad del agua es Mala en los tres puntos del trayecto del río muestreado. En cuanto al Índice EPT se registra la mayor abundancia de la familia Leptohyphidae del orden Ephemeroptera registrada en el punto 1, donde la calidad del agua resulto ser moderadamente contaminada, revela la baja tolerancia a la contaminación que poseen, pues los factores climáticos como la precipitación y temperatura influyen en la presencia del grupo (EPT), los cuales son considerados como indicadores de la calidad del agua. Sin embargo, el número individuos del orden Ephemeroptera aguas abajo decreció, siendo reemplazado por los taxa del orden Amphipoda que son en su mayoría más tolerantes a la contaminación orgánica.

La elevada presencia de la familia Hyalellidae en el punto 3 desembocadura, perteneciente al orden Amphipoda, considerada como el taxón resistente y resiliente frente a las presiones antrópicas (Custodio & Chanamé, 2016). Pues este tipo de familia se caracteriza por vivir en todo cuerpo de agua, asociado a materia orgánica en descomposición, donde se forman densas poblaciones. Es decir, demuestra la alteración del ecosistema acuático y el empobrecimiento de las comunidades biológicas del río Pachanlica.

La variación de los valores de diversidad de Shannon- Weaver en la investigación realizada tiene una tendencia directa con la estacionalidad, ya que en época húmeda los valores suelen disminuir debido a que los cambios hidrológicos afectan la riqueza y abundancia de algunas especies es por ese motivo que en los tres puntos de muestreo ejecutados no hubo gran presencia de macroinvertebrados, todo lo contrario sucede en temporada seca las comunidades tienen a establecerse y aumentar su abundancia, riqueza y equidad. Pero también se debe tener en cuenta que los valores de diversidad pueden

reflejar valores falsos negativos al evaluar el incremento de la abundancia sin exclusión de especies ante la polución (Margalef, 1994).

En el área de estudio se pudo observar que las riberas del río Pachanlica presenta escasa vegetación brindando así poca protección al sistema acuático lo que impidió recolectar un gran número de individuos.

El hábitat de las especies de macroinvertebrados juega un papel importante en la diversidad y abundancia de los órdenes, debido que a pesar de la intervención antropogénica (pastoreo y agricultura), las riberas tienen poca vegetación, actuando como trampas naturales (zonas para retener sedimentos, nutrientes y otros contaminantes) desde los suelos adyacentes en el curso de agua (Estrada, 2013).

En cuanto a la comparación de resultados obtenidos del artículo realizado en dos periodos abril-diciembre del 2010 y enero-junio del 2011, el dato generado por el índice BMWP, ubica las aguas del río Pachanlica como aguas de calidad crítica y muy crítica ubicándolo en la clase V, de significado ecológico “aguas fuertemente contaminadas” considerando que este río está influenciado por descargas de carácter residual doméstico, agrícola e industrial, obteniéndose en esta investigación un resultado similar al estudio ejecutado, excepto en el punto de afloramiento donde el agua se encuentra moderadamente contaminada. Sin embargo, en el cauce intermedio y desembocadura los resultados presentan las mismas características.

Con relación al índice EPT en el artículo de investigación se observa que los valores estuvieron por debajo del 25 %, mientras que en nuestro estudio el Índice presenta un 50% de macroinvertebrados en los dos puntos lo que permite determinar una gran diferencia entre estos resultados obtenidos; pues en el proyecto de investigación se pudo determinar que la familia Leptohiphidae perteneciente al orden Ephemeroptera presenta el segundo lugar en abundancia con un total de 74 individuos, de entre las 9 órdenes de esta manera la calidad del agua que presenta es Buena en el punto afloramiento, cauce intermedio y por el contrario Mala en el punto desembocadura esto es debido a que hay áreas donde de manera natural o antropológica muestra baja

riqueza de especies de estos grupos.

La presencia de bioindicadores en comparación con los índices BMWP/Col, EPT, ABI y SHANNON–WEAVER, si permiten determinar la calidad del agua del río Pachanlica ya que a través de ello se logra estimar el efecto de las intervenciones humanas en los ecosistemas fluviales en base a criterios biológicos; en la investigación se logró recolectar un total de 284 individuos de macroinvertebrados; que de acuerdo al número de familias reportadas y en contraste con el nivel de tolerancia de cada familia y aplicando los índices biológicos se establece la calidad del agua en el río Pachanlica como aguas de Mala calidad, por ello se logra apreciar la integración y acumulación de los efectos de diferentes presiones sobre los ecosistemas naturales ya que habitan durante toda su vida en un cuerpo de agua específico dando una visión de las alteraciones ambientales en tiempos.

**Tabla 13***Estado de la Calidad del Agua en el río Pachanlica.*

<b>Puntos de Monitoreo</b>	<b>Afloramiento</b>	<b>Cauce Intermedio</b>	<b>Desembocadura</b>
<b>BMWP</b>	<b>40</b>	<b>28</b>	<b>35</b>
<b>Clase de agua</b>	Clase III	Clase IV	Clase IV
<b>Significado</b>	Dudosa	Crítica	Crítica
<b>EPT</b>	<b>50%</b>	<b>52%</b>	<b>7%</b>
<b>Clase de agua</b>	Clase II	Clase II	Clase IV
<b>Significado</b>	Buena	Buena	Mala
<b>ABI</b>	<b>27</b>	<b>19</b>	<b>23</b>
<b>Clase de agua</b>	Clase IV	Clase IV	Clase IV
<b>Significado</b>	Mala	Mala	Mala
<b>Shannon-Weaver</b>	<b>3,3</b>	<b>3</b>	<b>1,4</b>
<b>Diversidad</b>	Media	Media	Poca

Elaborado por: Autores

## 12 IMPACTOS (SOCIAL, AMBIENTAL O ECÓNOMICO)

Durante el desarrollo de nuestra investigación se logró identificar impactos de carácter social y ambiental entre ellos la contaminación del río generado por descargas de aguas residuales de industrias y poblaciones aledañas, la mala disposición de residuos, avance de la frontera agrícola; los mismo que permitieron evaluar y proponer estrategias para mitigar dichos impactos ocasionados en el sector, debido a que muchas poblaciones aledañas al río dependen de él y están relacionadas estrechamente con actividades productivas como la agricultura, riego y la ganadería siendo un recurso hídrico diverso ya que presenta una gran importancia para el hábitat de muchas especies tanto de flora como de fauna; por ello se consideró a la población para la toma de decisiones ambientalmente responsables, la conservación del recurso hídrico, el desarrollo de proyectos de aprovechamiento o control del recurso agua en términos de cómo se reducen los problemas de las aguas receptoras y de cómo se restauran o se alcanzan los objetivos de calidad. Mediante este proyecto se considera contemplar acciones de concientización a los moradores y a dueños de las grandes industrias ubicadas a las riberas del río Pachanlica.

### 13 PRESUPUESTO

**Tabla 14**

*Presupuesto.*

<b>Recursos</b>	<b>Detalle</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Valor unitario</b>	<b>Total</b>	
<b>Humano</b>	Salidas de campo	3	30.00	90.00	
	Transporte	4	40.00	160.00	
	Frascos esterilizados	12	2.80	33.60	
	Pinzas	2	2.50	2.50	
<b>Materiales de laboratorio</b>	Lupa	2	5.50	9.00	
	Cajas Petri	20	0.75	15.00	
	Guantes quirúrgicos	1 caja		11.50	
	Tubos de ensayo	12	1.50	18.00	
	Alcohol	2lt	2.00	4.00	
	Portaobjetos	12	1.70	20.4	
	<b>Campo</b>	Red patada	1	40.00	40.00
		Hielera	1	30.00	30.00
Computadora		300	1.00	300.00	
GPS		10 horas	1.00	10.00	
<b>Tecnológico</b>	Termómetro	5	1.00	5.00	
	Espectrofotómetro	10 horas	1.00	10.00	
	Microscopio	10 horas	1.00	10.00	
	Cámara	10 horas	1.00	10.00	
	Papel	1 resma	4.50	4.50	
<b>Oficina</b>	Esfero	4	0.50	2.00	
	Empastado	1	65.00	65.00	
	Anillado	2	1.75	3.50	
	Flash memory	1	15.00	15.00	
	CD	4	1.50	6.00	
	Impresiones			70.00	
				<b>Subtotal</b>	945.00
			<b>10% imprevistos</b>	94.50	
			<b>Total</b>	1039.50	

**Elaborado por:** Autores



## 14 CONCLUSIONES

- ✓ Durante el tiempo de investigación se recolectó 284 individuos de macroinvertebrados que corresponden a 9 órdenes y 9 familias. Predominando el orden Amphipoda de la familia Hyalellidae como la más abundante con 135 individuos del total de especies recolectadas.
- ✓ En los puntos de monitoreo, con el índice BMWP/Col en el punto (1) afloramiento presenta calidad Dudosa, es decir, aguas moderadamente contaminadas mientras que en el punto (2) cauce intermedio y punto (3) desembocadura la calidad del agua se encuentra en clase (IV) calidad Crítica, siendo Aguas Muy Contaminadas y según el índice ABI en los tres puntos son aguas de calidad Mala, clase (IV) esta variación entre los dos índices se debe a la sensibilidad que presenta el ABI ya que este se adecúa a las influencias antrópicas, a la altitud y las condiciones climáticas.
- ✓ El índice Shannon-Weaver indica que en los puntos afloramiento y cauce intermedio presentan una diversidad de familias con un criterio normal pues sus valores se encuentran de 3,3 a 3, es decir que en estos puntos existe una variedad equilibrada de especies; mientras que en el punto 3 la variedad de familias disminuye encontrándose en un criterio de baja diversidad con 1,4. Por lo que el ecosistema acuático del río Pachanlica en el mes de febrero registró una diversidad promedio de 2,56 representando un índice de diversidad medio correspondiendo a un ambiente alterado.
- ✓ La densidad de macroinvertebrados está relacionada directamente con la disminución de la calidad del agua y de los alimentos, con la interferencia de los mecanismos de respiración y otras características fisiológicas y morfológicas, ya que en los puntos de muestreos realizados se encontró evidencias de alteraciones al medio ambiente por parte de poblaciones aledañas.
- ✓ Con base al análisis comparativo el índice BMWP/Col evidencia aguas de calidad Crítica y Muy Crítica, por el contrario, en el proyecto de investigación presenta aguas de calidad Crítica, es decir son aguas muy contaminadas, excepto en el punto afloramiento que son aguas Dudosas, es decir aguas moderadamente contaminadas, esto es debido a que son áreas con poca o mucha influencia del

hombre ya que las condiciones físico-químicas están siendo alteradas en el río debido a las actividades de ganadería y agricultura, así como a la mala disposición de las aguas residuales de los centros poblados.

- ✓ En cuanto al Índice EPT muestra una calidad de agua Buena en el punto afloramiento y cauce intermedio mientras que el punto desembocadura la calidad es Mala ya que no hubo gran presencia de EPT. Esto es debido a que el índice ETP se basa únicamente en la tolerancia que presentan los macroinvertebrados a la contaminación y se refleja en la presencia de las familias más sensibles y tolerantes a la contaminación.

## 15 RECOMENDACIONES

- ✓ Con el índice BMWP/Col en el punto cauce medio y punto desembocadura la calidad del agua es Crítica, es decir, son aguas muy contaminadas a causa de las actividades antrópicas ocasionadas por el hombre, por lo cual se recomienda que cada Municipio tome medidas ambientales necesarias para reducir la contaminación del agua del río Pachanlica.
- ✓ Es necesario realizar muestreos en otras épocas del año y monitoreos permanentes, a fin de comparar y entender la dinámica de las comunidades de macroinvertebrados acuáticos.
- ✓ Dar a conocer la información obtenida a partir de este estudio a la población, para que pueda tomarse como base la implementación de campañas de monitoreo y actividades en beneficio de la conservación de los recursos naturales en zonas que están siendo amenazadas por el crecimiento de la frontera agrícola, urbana e industrial mediante capacitaciones o reuniones con el personal técnico de las instituciones.
- ✓ Actualmente se usan algunas herramientas para la evaluación de la calidad del agua, por ello se debe realizar mayor investigación e inversión en este campo, con la finalidad de generar suficiente información para determinar las diferencias entre la variación estacional y la contaminación antrópica o la combinación de ambas y tomar mejores decisiones sobre la administración de los recursos hídricos de nuestro país.

## 16 REFERENCIAS

### Libros y artículos científicos

- Ab Hamid, S., & Md Rawi, C. (2014). *Ecology of Ephemeroptera, Plecoptera and Trichoptera in River of the Gunung Jerai Forest*. Tropical Life Sciences Research, 25: 61-73.
- Acosta, R., Rieradevall, M. R., & Prat, G. (2009). *Propuesta de un protocolo de evaluación de la calidad ecológica de los ríos andinos*. Redalyc, 28-36.
- Acosta, R., Ríos, B., & Rieradevall, M. (2008). *Propuesta de un protocolo de evaluación de la calidad ecológica de ríos andinos (CERA) y su aplicación a dos cuencas en Ecuador y Perú*. Limnetica, 41-50.
- AMBIDES. (2012). *Programa Conjunto Gestión integral y adaptativa de recursos ambientales para minimizar vulnerabilidades al cambio climático en microcuencas alto andinas*. Chumbivilcas: FIODM.
- Buenaño, M., Vásquez, C., Zurita-Vásquez, H., Parra, G., & Pérez, R. (2018). *Macroinvertebrados bentónicos como indicadores de calidad de agua en la microcuenca del pachanlica, provincia de Tungurahua, Ecuador*. Intrópica, 13(1): 41-49.
- Carrera, C., & Fierro, K. (2001). *Los macroinvertebrados acuáticos como indicadores de la calidad del agua*, EcoCiencia. Quito, Ecuador. 67 p.
- Carrera, C., & Fierro, K. (2001). *Manual de monitoreo: los macroinvertebrados acuáticos como indicadores de la calidad del agua*. EcoCiencia, 25-56.
- Estrada, R. (2013). *Determinación de la calidad ambiental del agua en los ríos San José y El Rosario, El Salvador, usando macroinvertebrados acuáticos*. El Salvador: Bióloga Investigadora Asociada a la Facultad de Ciencias Agronómicas Universidad de El Salvador.
- Fernández, A. (2015). *El agua un recurso esencial Química Viva*. En A. Fernández, El agua un recurso esencial Química Viva (págs. 147-170). Buenos Aires, Argentina.
- González., & García. (1984). *Desarrollo de un índice biológico para estimar la calidad de las aguas de la cuenca del duero*. Limnética, 263-272.
- Hanson et al. (2010). *Introducción a los grupos de macroinvertebrados acuáticos*. Biología Tropical, 38-4.
- INGENIEROS, E. (2012). *Estudio de la calidad de fuentes utilizadas para consumo humano y plan de mitigación por contaminación por uso doméstico y agroquímicos en*

*apurimac y cusco*. Lima.

- Jacobsen, D., & Encalada, A. (1997). Structure and diversity of stream invertebrate communities: the influence of temperature with latitude and altitude. *Freshwater Biological Laboratory. University of Copenhagen.* , 53-70.
- Margalef, R. (1994). *Teoría de los sistemas ecológicos*. Editorial Universidad de Barcelona, 290.
- Medina-Tafur, Hora, R., Gusmán, A., Ruiz, P., & Aguilar, G. (2010). *Índice Biological Monitoring Working Party (BMWP), modificando y adaptando a tres microcuencas del Alto Chicana*. Uniciencia, págs. 1:5-20.
- Meza, A. (2012). *Calidad de agua y composición de macroinvertebrados acuáticos en la Subcuenca alta del río Chichiná*. *Caldasia*, 443-456.
- MAYA. (2012). *Guía para la evaluación de la calidad acuática mediante el índice BMWP/Col*. Colombia.
- Moreno, C. (2001). *Métodos para medir la biodiversidad*. México: CYTED.
- Ordeix, M. (2012). *Metodologías de diagnosis y evaluación del estado ecológico y la biodiversidad en restauraciones fluviales*. *Restauración y gestión ecológica fluvial*. Buenas prácticas de gestión de ríos y riberas., 22-60.
- Piña, J., González, L. A., & Gutiérrez Artiles, O. (2019). *Caracterización de tres bioindicadores de contaminación por metales pesados*. *Revista Cubana de Química*, 12.
- Prat, N. (2009). *Los macroinvertebrados como indicadores de calidad de las aguas*. En F. M. Lillo, *Macroinvertebrados bentónicos sudamericanos*. (pág. 56). Colombia: San Miguel de Tucumán.
- Ramirez, A. (2010). *Métodos de recolección*. *Revista de Biología Tropical*, 5-8.
- Ramírez, T. (2009). *Bioindicadores de la Calidad del Agua en la Cuenca del Río Tolantongo*. México.
- Roldán, G. (2003). *Bioindicación de la calidad del agua en Colombia. Uso del Método BMWP/Col*. Colombia: Universidad de Antioquia.
- Roldan, G. (2016). *Los macroinvertebrados como bioindicadores de la calidad del agua: cuatro décadas de desarrollo en Colombia y Latinoamérica*. *Academia Colombiana de Ciencias Exactas, Física y Naturales*, 254-274.
- Rosero, F. (2009). *Comparación entre dos índices bióticos para conocer la calidad del agua en ríos del páramo de Papallacta*. *REVISTA FONAG*, 68-76.

- Rubio, H., & Ortiz, R. C. (2014). *Índice de calidad de agua (ICA) en la presa la boquilla en Chihuahua, México*. SciELO Analytics, 39-150.
- SENET. (2016). *Servicio Nacional de Estudios Territoriales. Ministerio de Medio ambiente y Recursos Naturales*. Obtenido de <http://www.snet.gob.sv/Hidrologia/Documentos/calculoICA.pdf>.
- Shakir, A., Shakoor, A., & Iqbal, J. (2013). *Impact of antropogenic activities on physico-chemical parameters of water and mineral*. Redalyc, 2833-2842.
- Sala, O., Chapin III, F. S., Armesto, J. J., Berlow, E., Bloomfield, J., RH, D., Huber-Sannwald, E., Huenneke, L., Jackson, R., Kinzig, A. P., Leemans, R., Lodge, D., Mooney, H., Oesterheld, M., Poff, N., Sykes, M., Walker, B., Walker, M., & Wall, D. (2000). Biodiversity—Global biodiversity scenarios for the year 2100. *Science (New York, N.Y.)*, 287, 1770-1774. <https://doi.org/10.1126/science.287.5459.1770>.
- Springer, M. (2010). Capítulo 3: *Biomonitoreo acuático*. *Revista de Biología Tropical*, 58, 53-59.
- Suarez, S. (2012). *Macroinvertebrados acuáticos, determinación taxonomica - CONTEO*. Colombia: Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial – República de Colombia.
- Taco, V. r. (2017). *Las actividades productivas y su relación con la Contaminación del agua de la Microcuenca Negroyacu, en Guaranda, Ecuador*. Ciencia UNEMI, 89.
- Toro, D. R., Grajales-Quintero, A., & Serna Uribe, L. (2009). *Determinación de la calidad del agua mediante indicadores biológicos y fisicoquímicos, en la estación piscícola, universidad de Caldas, municipio de Palestina, Colombia*. págs. 89-105.
- Trujillo, F., Usmá Oviedo, J., Ricaurte, L., & Diazgranados, M. (2014). *Inclusión de ecosistemas acuáticos como objetos de conservación en áreas protegidas: Amazonia como caso de estudio* (pp. 85-94).
- UNESCO. (2020). *Los problemas relacionados con el agua pueden desestabilizar*
- Vidal, M. P. (2014). *Métodos de colecta, identificación y análisis de comunidades biológicas: plancton, perifiton, bentos (macroinvertebrados) y*. Lima: Ministerio del Ambiente.
- Villanueva, M. C., & Zapata, F. C. C. (2016). *Análisis de la biodiversidad de macroinvertebrados bentónicos del río Cunas mediante indicadores ambientales, Junín-Perú*. *Scientia Agropecuaria*, 7(1), 33-44.
- Wolfram, G., Höss, S., Orendt, C., Schmitt, C., Adámek, Z., Bandow, N., Monika, G., Kukkonen, J., Leloup, V., Lopez-Doval, J., Muñoz, I., Traunspurger, W., Tuikka,

A., Liefferinge, C., von der Ohe, P. C., & Deckere, E. (2012). *Assessing the impact of chemical pollution on benthic invertebrates from three different European rivers using a weight-of-evidence approach*. *The Science of the total environment*, 438C, 498-509. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2012.07.065>

### Sitios web

AGUA, G. (2011). *Que es Agua*. Recuperado de: <https://agua.org.mx/que-es/>.

Biblio3. (2017). *El agua el medio de vida*. Bioquímica. Obtenido de <http://biblio3.url.edu.gt/Publi/Libros/2013/Bioquimica/07.pdf>.

Cardno. (2016). *EsIA y PMA del Puerto de Aguas Profundas de Posorja*. Recuperado de: [https://www.google.com/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=&cad=rja&uact=8&ved=2ahUKEwjRpueo9OjpAhVxgAKHcpzDIEQFjAKegQIBRAB&url=http%3A%2F%2Fidbinvest.org%2Fes%2Fdownload%2F1496&usg=AOvVaw0pj39\\_lfcNk\\_G0dsmkY9aq](https://www.google.com/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=&cad=rja&uact=8&ved=2ahUKEwjRpueo9OjpAhVxgAKHcpzDIEQFjAKegQIBRAB&url=http%3A%2F%2Fidbinvest.org%2Fes%2Fdownload%2F1496&usg=AOvVaw0pj39_lfcNk_G0dsmkY9aq).

Chang, J. (2015). *Calidad de agua FMAR*. Recuperado de: <https://www.dspace.espol.edu.ec/bitstream/123456789/6145/2/Calidad%20de%20Agua%20Unidad%201,%202,3.pdf>.

Chibinda, C., Arada, P., & Pérez, P. (2017). *Caracterización por métodos físico-químicos y evaluación del impacto cuantitativo de las aguas del Pozo la Calera*. *Revista Cubana de Química*, 10-20.

Cordova, A. (2017). *Análisis de macroinvertebrados captadores de metales pesados en el río monjas*. Repositorio Universidad Técnica Equinoccial. Recuperado de: [http://repositorio.ute.edu.ec/xmlui/bitstream/handle/123456789/13968/69034\\_1.pdf?sequence=1&isAllowed=y](http://repositorio.ute.edu.ec/xmlui/bitstream/handle/123456789/13968/69034_1.pdf?sequence=1&isAllowed=y).

Custodio, M., & Chanamé, F. (2016). *Análisis de la biodiversidad de macroinvertebrados bentónicos del río Cunas mediante indicadores ambientales, Junín-Perú*. *Scientia Agropecuaria*, 7(1), 33-34. <https://doi.org/10.17268/sci.agropecu.2016.01.04>.

E.S, B., Palmer, M., Allan, J., Alexander, G., Barnas, K., Brooks, S., Meyer., R. L. (2005). *River Restoration Efforts*. Obtenido de *Science* 308:636-637: [https://www.researchgate.net/publication/279059611\\_Inclusion\\_de\\_ecosistemas\\_acuaticos\\_como\\_objetos\\_de\\_conservacion\\_en\\_areas\\_protegidas\\_Amazonia\\_como\\_caso\\_de\\_estudio](https://www.researchgate.net/publication/279059611_Inclusion_de_ecosistemas_acuaticos_como_objetos_de_conservacion_en_areas_protegidas_Amazonia_como_caso_de_estudio)

FAO. (2020). *Departamento de Pesca y Agricultura*. Obtenido de Ecosistemas acuáticos

continentales: <http://www.fao.org/fishery/ecosystems/inland/es>.

- Félez, M. (2013). *El agua*. Bionova. Obtenido de [https://upcommons.upc.edu/bitstream/handle/2099.1/6263/03\\_Mem%C3%B2ria.pdf](https://upcommons.upc.edu/bitstream/handle/2099.1/6263/03_Mem%C3%B2ria.pdf) ?s eque.
- Fernández, R. (2012). *Los macroinvertebrados acuáticos como indicadores de la calidad ecológica de los ríos*. Obtenido de Página de información ambiental: <https://dialnet.unirioja.es /descarga/articulo/4015812.pdf>
- Forero, J. (2017). *Macroinvertebrados bentónicos y su relación con la calidad del agua en la cuenca alta de del Río Frío (Tabio, Cundinamarca)*. Obtenido de Pontificia Universidad Javeriana Facultad de Estudios Ambientales y Rurales Carrera de Ecología: <https://repository.javeriana.edu.co/bitstream/handle/10554/34419/ForeroDua rteJulian2017.pdf?sequence=1&isAllowed=y>.
- GESTA. (2011). *Indicadores de la calidad del agua*. Recuperado de: <https://www.iagua.es/blogs/pedro-pablo-lone/indicadores-calidad-agua>.
- Gómez, G. (2014). *Determinación de la calidad del agua mediante variables físico químicas y las comunidades de macroinvertebrados como bioindicadores de calidad del agua en la cuenca del río Garagoa*. Obtenido de <http://ridum.umanizales.edu.co:8080/xmlui/bitstream/handle/6789/1803/tesisJAGG.pdf>
- González, C. (2011). *La turbidez, Servicio de Extensión Agrícola*. Obtenido de <http://academic.uprm.edu/gonzalezc/HTMLobj-859/maguaturbidez.pdf>.
- INEN. (2013). *NORMA TÉCNICA ECUATORIANA*. Obtenido de AGUA. Calidad del agua. Muestreo. Técnicas de muestreo: <http://www.trabajo.gob.ec/wp-content/uploads/2012/10/NTE-INEN-2176-AGUA.-CALIDAD-DEL-AGUA.-MUESTREO.-T%C3%89CNICAS-DE-MUESTREO.pdf>
- Lenntech. (2020). *Sólidos totales disueltos (STD)*. Obtenido de <https://www.lenntech.es/calculadoras/tds/tdsyconductividad electrica.htm>
- Moya, N., Hughes, R. M., Domínguez, E., Gibon, F.-M., Goitia, E., & Oberdorff, T. (2011). *Macroinvertebrate-based multimetric predictive models for evaluating the human impact on biotic condition of Bolivian streams*. *Ecological Indicators*, 11(3), 840-847. <https://doi.org/10.1016/j.ecolind.2010.10.012>.
- Ocasio. (2012). *Bioindicadores*. Recuperado de: <https://ilbca.wordpress.com/bioindicadores/>.
- Palomares, A. (2015). *Contaminación del agua por nitratos y técnicas para su*

*tratamiento*. Obtenido de Esfera del Agua: <https://www.esferadelagua.es/agua-y-tecnologia/contaminacion-del-agua-por-nitratos-y-tecnicas-para-su-tratamiento>.

Pérez, G. R. (2015). *Guía para el estudio de los macroinvertebrados acuático del Departamento de Antioquia*. Bogotá: Pama Editores Ltda. Obtenido de: [http://artemisa.unicauca.edu.co/~gerardorengifo/RH2/Guia\\_Macroinvertebrados.pdf](http://artemisa.unicauca.edu.co/~gerardorengifo/RH2/Guia_Macroinvertebrados.pdf).

Pulla, E. P. (2007). *Calidad de agua Oxígeno Disuelto. Escuela Superior Politécnica de Litoral*. Obtenido de <https://www.dspace.espol.edu.ec/bitstream/123456789/6162/5/Investigacion.pdf>

Torres. (2013). *Introducción a los grupos de macroinvertebrados acuáticos*. Recuperado de: [https://www.scielo.sa.cr/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0034-77442010000800001](https://www.scielo.sa.cr/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0034-77442010000800001). Recuperado 13 de mayo de 2020, de <http://www.unesco.org/new/es/natural-sciences/resources/periodical/a-world-of-science/vol-11-n-1/in-focus-water-cooperation/local-instability/>.



## 17 ANEXOS

**Anexo A.** Aval de Traducción

Universidad  
Técnica de  
Cotopaxi

CENTRO DE IDIOMAS

### ***AVAL DE TRADUCCIÓN***

En calidad de Docente del Idioma Inglés del Centro de Idiomas de la Universidad Técnica de Cotopaxi; en forma legal **CERTIFICO** que: La traducción del resumen de la tesis al Idioma Inglés presentado por las señoritas: **ANTE BAUTISTA DAYANA NOEMÍ Y PILATASIG ACHIG GEOVANNA ESTEFANIA** Egresadas de la Facultad de Ciencias Agropecuarias y Recursos Naturales de la Carrera de Ingeniería en Medio Ambiente cuyo título versa **"DETERMINACIÓN DE LA CALIDAD DEL AGUA POR BIOINDICADORES (MACROINVERTEBRADOS) E ÍNDICES EPT, BMWP/COL, ABI Y SHANNON-WEAVER DEL RÍO PACHANLICA, PROVINCIA DE TUNGURAHUA, 2020"** lo realizaron bajo mi supervisión y cumple con una correcta estructura gramatical del Idioma.

Es todo cuanto puedo certificar en honor a la verdad y autorizo a las peticionarias hacer uso del presente certificado de la manera ética que estimaren conveniente.

Latacunga, agosto del 2020

Atentamente,

**DOCENTE CENTRO DE IDIOMAS**  
MSc. Emma Jackeline Herrera Lasluisa  
C.C: 0502277031



CENTRO  
DE IDIOMAS

**Anexo B.** Curriculum Vitae del Tutor.**1.- DATOS PERSONALES**

APELLIDOS: CLAVIJO CEVALLOS  
 NOMBRES: MANUEL PATRICIO  
 CEDULA DE CIUDADANÍA: 0501444582  
 NUMEROS TELÉFONICOS: 032824577 – 0992050541  
 AIL: patricio\_clavijo2005@yahoo.com  
 manuel.clavijo@utc.edu.ec



NIVEL	TITULO OBTENIDO	FECHA DE REGISTRO EN EL SENESCYT	CODIGO DE REGISTRO SENESCYT
TERCER	LICENCIADO EN CIENCIAS DE LA EDUCACION ESPECIALIDAD BIOLOGIA Y QUIMICA	3 DE AGOSTO DEL 1992	1010-02-142218
CUARTO	MASTER EN CIENCIAS DE LA EDUCACION MENSION PLANEAMIENTO DE INSTITUCIONES DE EDUCACION SUPERIOR	03 DE JUNIO DEL 2003	1020-03-399385
CUARTO	DIPLOMADO SUPERIOR EN NUEVAS TECNOLOGIAS DE LA INFORMACION Y COMUNICACIÓN Y SU APLICACIÓN EN LA PRACTICA DOCENTE ECUATORIANA	19 DE OCTUBRE DEL 2007	1008-07-668233
CUARTO	MAGISTER EN GESTIÓN AMBIENTAL	28 de JUNIO DEL 2017	1036-2017-185915

**3.- EXPERIENCIA LABORAL**

- ❖ Asistente Científico del Área de Plantas Terrestres – Estación Científica Charles Darwin- Galápagos. 1991.
- ❖ Asistente de cátedra de Microbiología y Zoología. Universidad Técnica de Ambato. Febrero 1992 - 1993.

- ❖ Ayudante de Laboratorio de Microbiología y Biotecnología. Universidad Técnica de Ambato. Febrero 1992 - 1993.
- ❖ Técnico de Laboratorio Pedagógico. Instituto Tecnológico “Pelileo”. Enero 1995 – 1999.
- ❖ Docente del Colegio “HUAMBALO” – Prov. del Tungurahua. Abril 2001- 2012.
- ❖ Vicerrector del Colegio “HUAMBALO” – Prov. del Tungurahua. Agosto 2003 – 2009.
- ❖ Primer Vocal de Consejo Directivo del Colegio Nacional “HUAMBALO” 2003-2005, 2007- 2009.
- ❖ Gerente del laboratorio de larvas de camarón “CEGAL”. Prov. De El Oro. 1999-2001.
- ❖ Docente de la Universidad Técnica de Cotopaxi – Carrera de Ingeniería Ambiental.
- ❖ Coordinador Nacional de Ciencias Experimentales del Proyecto de Nuevo Bachillerato Ecuatoriano – Ministerio de Educación. 2010.
- ❖ Director de la Carrera de Ingeniería Ambiental – UTC

#### 4.-CURSOS DE CAPACITACION

CURSO	TEMATICA	FECHA	Nro. DE HORAS
CERTIFICADO	FORO LEY MINERA	ENERO 2009	40
CERTIFICADO	MESA REDONDA SOBRE SEGURIDAD ALIMENTARIA Y AMBIENTE	JUNIO 2010	8
CERTIFICADO	SEMINARIO SOBRE TUTORÍA E INVESTIGACIÓN	DICIEMBRE 2010	32
CERTIFICADO	SEMINARIO SOBRE FUNDAMENTOS DE GESTIÓN DE ESPACIOS NATURALES	DICIEMBRE 2010	15
CERTIFICADO	I CONGRESO INTERNACIONAL DE EDUCACIÓN Y MEDIO AMBIENTE 2012	OCTUBRE 2012	40
CERTIFICADO	IV FORO CLIMATICO REGIONAL 2013: SITUACION Y PERSPECTIVAS CLIMATICAS EN LA REGION INTERANDINA, AMAZONICA Y EN LA PROV. DE COTOPAXI PARA EL TRIMESTRE JUNIO-AGOSTO 2013	13 JUNIO 2013	20
CERTIFICADO	I CONGRESO INTERNACIONAL DE CIENCIA Y TECNOLOGÍA E INNOVACIÓN – UNIVERSIDAD NACIONAL DE BOLIVAR	JULIO 2013	40
CERTIFICADO	TERCER SIMPOSIO DE MANEJO DE RESIDUOS SOLIDOS EN EL PERU	SEPTIEMBRE 2013	80
CERTIFICADO	TALLER DE POLITICAS PÚBLICAS AMBIENTALES PARA UN DESARROLLO SUSTENTABLE: RETOS, OPORTUNIDADES Y LECCIONES APRENDIDAS.	OCTUBRE 2013	20
CERTIFICADO	JORNADAS DE ACTUALIZACION: SEGURO AGRARIO, SISTEMAS DE INFORMACION GEOGRAFICA	NOVIEMBR E 2013	40

CERTIFICADO	I JORNADA DE GESTIÓN AMBIENTAL Y SEGURIDAD INDUSTRIAL	DICIEMBRE 2013	40
CERTIFICADO	INSTRUCTOR DEL SEMINARIO DE ACTUALIZACIÓN ACADÉMICA DE BIOTECNOLOGÍA	MARZO 2013	40
CERTIFICADO	CONGRESO Y EXPO DE HIDROCARBUROS Y MEDIO AMBIENTE	MAYO 2014	40
CERTIFICADO	SEMINARIO INTERNACIONAL DE INVESTIGACIÓN CUALITATIVA FORMAS DE ANÁLISIS Y HERRAMIENTAS METODOLÓGICAS IAEN-QUITO	JUNIO 2014	40
CERTIFICADO	SEMINARIO INTERNACIONAL “AGROECOLOGIA Y SOBERANIA ALIMENTARIA”	15 – 19 JULIO 2014	40
CERTIFICADO	SEMINARIO INTERNACIONAL “AGROECOLOGÍA Y SOBERANÍA ALIMENTARIA”	22 – 26 JULIO 2014	40
CERTIFICADO	FUNCIONALIDAD, MANEJO Y OPERATIVIDAD DEL MEDIDOR DE GASES DE FUENTES MÓVILES	NOVIEMBRE 2014	40
CERTIFICADO	MANEJO Y CONSERVACIÓN DE SUELOS	DICIEMBRE 2014	40
CERTIFICADO	XI LATIN AMERICAN SYMPOSIUM ON ENVIRONMENTAL AND SANITARY CHEMISTRY	ABRIL 2015	40
CERTIFICADO	EVALUACION DE IMPACTO AMBIENTAL	JUNIO 2015	40
CERTIFICADO	SEMINARIO INTERNACIONAL DE ECOLOGIA INDUSTRIAL	JUNIO 2015	40
CERTIFICADO	SEMINARIO INTERNACIONAL GESTIÓN Y CONSERVACIÓN DE LOS RECURSOS NATURALES EN ZONAS DE MONTANA	MAYO 2015	40
CERTIFICADO	TALLER DE CALIDAD AMBIENTAL DEL AGUA Y METEOROLOGIA	SEPTIEMBRE 2015	30
CERTIFICADO	II JORNADA IBEROAMERICANA EN SALUDO AL MEDIO AMBIENTE- ECUADOR	JUNIO 2016	40
CERTIFICADO	CAPACITACIÓN EN CALIDAD AMBIENTAL	SEPTIEMBRE 2016	40
CERTIFICADO	CONGRESO INTERNACIONAL DE MEDIO AMBIENTE Y RECURSOS NATURALES	FEBRERO 2017	40
CERTIFICADO	SEGUNDO SIMPOSIO INTERNACIONAL DE INVESTIGACION E INNOVACION UISEK 2017	MAYO 2017	32
CERTIFICADO	CURSO DE METODOS DE MUESTREO Y EVALUACION DE IMPACTO AMBIENTAL	JUNIO 2017	40

CERTIFICADO	III JORNADA IBEROAMERICANA EN SALUDO AL DIA MUNDIAL DEL MEDIO AMBIENTE-ECUADOR 2017	JUNIO 2017	4 0
CERTIFICADO	TALLER DE GESTION INTEGRAL DE RESIDUOS SOLIDOS	SEPTIEMBRE 2017	1 6
CERTIFICADO	ELABORACION DEL MANUAL DE PROCEDIMIENTOS ESTANDARIZADOS PARA ESTUDIOS AMBIENTALES EN ECUADOR CON MACROINVERTEBRADOS ACUATICOS	OCTUBRE 2017	1 8
CERTIFICADO	MIEMBRO DEL COMITÉ ORGANIZADOR DEL III SEMINARIO CIENTIFICO INTERNACIONAL DE COOPERACIÓN UNIVERSITARIA PARA EL DESARROLLO SOSTENIBLE – ECUADOR 2017	NOVIEMBRE 2017	4 0
CERTIFICADO	CURSO TALLER DE FUNDAMENTOS DE EVALUACION DE IMPACTO AMBIENTAL	NOVIEMBRE 2017	4 0
CERTIFICADO	III SEMINARIO CIENTIFICO INTERNACIONAL DE COOPERACION UNIVERSITARIA PARA EL DESARROLLO SOSTENIBLE ECUADOR 2017	NOVIEMBRE 2017	4 0
CERTIFICADO	PARTICIPACION EN LA II JORNADA DE FORESTACION Y REFORESTACION CAREN 2018	FEBRERO 2018	2 0
CERTIFICADO	ESTADO DE LA CONSERVACIÓN DEL CONDOR ANDINO Y DEL OSO DE ANTEOJOS	MARZO 2018	4 0
CERTIFICADO	FORO: LOS RECURSOS HIDRICOS EN LA PROVINCIA DE COTOPAXI	MARZO 2018	4 0
CERTIFICADO	ACTUALIZACION DE CONOCIMIENTOS AMBIENTALES CAREN-UTC 2018	MARZO 2018	4 0
CERTIFICADO	CURSO TALLER DE MANEJO DE INSTRUMENTACION AMBIENTAL	ABRIL 2018	4 0
CERTIFICADO	SEMINARIO NACIONAL AMBIENTAL	ABRIL 2018	1 6
CERTIFICADO	III CONGRESO INTERNACIONAL DE MEDIO AMBIENTE	ABRIL 2018	4 0
CERTIFICADO	SEMINARIO DE GESTION ESTRATEGICA	ABRIL 2018	4 0
CERTIFICADO	CURSO: INCUBADORA DE NEGOCIOS COMO MECANISMO DE VINCULACION UNIVERSIDAD-EMPRESA PARA LA INNOVACION TECNOLOGICA EN EL SECTOR AGRARIO – LIMA-PERU	AGOSTO 2018	4 0

CERTIFICADO	I Congreso Binacional Ecuador – Perú “AGROPECUARIA, MEDIO AMBIENTE Y TURISMO 2019”	ENERO 2019	4 0
-------------	--	------------	--------

## 6.- PONENCIAS

- Ponente en las XV Jornadas Nacionales de Biología Guayaquil, con el tema: Estudio de las plantas introducidas en las islas pobladas de Galápagos.
- Expositor en el I Congreso Internacional de Investigación Científica Universidad Técnica de Cotopaxi, tema: Estimación de la calidad del agua del río Cutuchi por macroinvertebrados, Latacunga, Cotopaxi, mediante análisis de bioindicadores.
- Expositor en el I Congreso Internacional de Investigación Científica Universidad Técnica de Cotopaxi, tema: Blended Learning en el Proceso de Enseñanza-Aprendizaje de la Matemática de los estudiantes de Primero de Bachillerato de los colegios públicos del Cantón Latacunga, apoyando a la construcción colectiva de un aula virtual.
- Expositor en el III Seminario Científico Internacional de Cooperación Universitaria para el Desarrollo sostenible – Ecuador 2017, con el tema: Estimación de la calidad del agua del río Cutuchi, Latacunga, Cotopaxi, mediante análisis de bioindicadores.
- Expositor en el III Congreso Internacional de Medio Ambiente y Desarrollo “Integrados por un desarrollo sostenible”, con el tema: Análisis de los contaminantes por fuentes móviles en el Cantón Latacunga.
- Expositor en el I Congreso Binacional Ecuador – Perú “AGROPECUARIA, MEDIO AMBIENTE Y TURISMO 2019” con el tema: Evaluación del gen 18S como marcador genético para la identificación molecular de diatomeas epilíticas.
- Expositor en el I Congreso Binacional Ecuador – Perú “AGROPECUARIA, MEDIO AMBIENTE Y TURISMO 2019” con el tema: Evaluación de la variabilidad en la calidad del agua mediante bioindicadores en el río Calope, La Maná.

## 7.- SEMINARIOS DICTADOS

- Expositor en el Seminario de Diseño de Tesis – Cotopaxi - 2005
- Expositor en Curso Teórico – Práctico de Educación para la Salud - Tungurahua - Huambalo febrero 2009.
- Expositor en el Tercer Foro Ambiental sobre la Influencia de Virus AH1N1 y su relación con el Medio Ambiente – U.T.C. – Latacunga junio 2009.
- Expositor en el Seminario de “Diseño de Tesis”. Colegio de Ingenieros Agrónomos de Cotopaxi.- UTC. Latacunga septiembre 2005.
- Facilitador en el Taller sobre el Nuevo Bachillerato Unificado Ecuatoriano, Universidad Nacional de Loja. Loja 2011.

## 8.- PROYECTOS REALIZADOS

- Estudio de Plantas Introducidas en el Sector Urbano de la Provincia de Galápagos. Galápagos junio – diciembre 1991.
- Relación de la Universidad con el Sector Productivo en la Provincia de Cotopaxi. Latacunga Julio 1999.

- Estudio Biótico del Relleno Sanitario en el Cantón Salcedo. Salcedo mayo 2008.
- Director y Asesor de Tesis de la U. A. CAREN. UTC, a nivel de Pregrado y Posgrado, con los temas:
  - Elaboración de Cerveza a partir de Maíz (*Zea mays*), Mote (*Zea mays* var.) y Quinoa (*Chenopodium quinoa*) por medio de Métodos Tradicionales del Ecuador.
  - Bioanálisis, aislamiento e identificación de Micorrizas Arbusculares (MA) en el sistema radicular en Rosas de exportación en Blooming Rose Farm, Salcedo Cotopaxi.
  - Diseño de un Proyecto Pedagógico Ambiental y su aplicación en la Escuela de Educación Básica Juan Abel Echeverría de la Parroquia San Buenaventura, Cantón Latacunga, Provincia de Cotopaxi.
  - Tratamiento de Aguas residuales procedentes del camal municipal de Francisco de Orellana, provincia de Orellana mediante la utilización de Humedales Artificiales.
  - Diseño de una planta de tratamiento de agua para consumo humano en el Centro de Experimentación y Producción Salache (CEYPSA) de la Universidad Técnica de Cotopaxi (UTC).
  - Utilización de tres tipos de bioles a tres concentraciones en el cultivo de *Pisum sativum* en Planchaloma, Toacaso, Latacunga.
  - Diseño de una Plan de Manejo de desechos de la Base Aérea FAE de la ciudad de Latacunga. 2012.
  - Elaboración de sopa instantánea de arroz de cebada con tres tipos de saborizantes como alternativa de alimentación. 2013.
  - Elaboración de biocombustibles a partir del Agave americana, con tres tipos de fermentos a dos temperaturas. 2013.
  - Desarrollo de un biofiltro a partir de la cáscara de plátano en la empresa Waterfood en la provincia de Orellana. 2014
  - Análisis de cultivo de patatas con lixiviados del relleno sanitario del cantón Salcedo. 2015
  - Aislamiento de bacterias remediadoras en aguas residuales, cantón Pujili. 2015.
  - Aislamiento de bacterias sulforremediadoras en tuberías petroleras. 2015
  - Estudio biológico del Parque Nacional Llanganates, sector Provincia de Cotopaxi, 2016
  - Estudio biótico en el Rio Ambi, 2016
  - Determinación de la calidad del agua a partir de macro y microinvertebrados de la Laguna Anteojos del Parque Nacional Llanganates 2017.
  - Manejo integrado del Relleno Sanitario de la Mancomunidad Pujilí – Saquisilí.
  - Actividades de EXTENSION UNIVERSITARIA periodos 2009 – 2010.
  - Identificación de diatomeas epilíticas como bioindicadores en el río Cutuchi, Cotopaxi, Ecuador.

## 9.- ARTICULOS

- UNIVERSIDAD Y SECTOR PRODUCTIVO - Revista ALMA MATER N° 3 – Universidad Técnica de Cotopaxi – Latacunga septiembre 1998.
- LA SINERGIA INSTITUCIONAL - Revista ALMA MATER N° 4 – Universidad Técnica de Cotopaxi – Latacunga junio 1999.
- DETERMINACIÓN DE LOS CONTAMINANTES MEDIANTE LA OPACIDAD, PRODUCTO DE LA COMBUSTIÓN POR FUENTES MÓVILES A DIÉSEL EN EL CANTÓN LA MANÁ, PROVINCIA DE COTOPAXI.

- DETERMINACIÓN DE LOS GASES CONTAMINANTES CO Y HC, EN FUENTES MÓVILES A GASOLINA EN EL CANTÓN LA MANA, PROVINCIA DE COTOPAXI.
- DETERMINACIÓN DE LOS GASES CONTAMINANTES O<sub>2</sub>, CO<sub>2</sub>, CO, NO<sub>x</sub> Y SO<sub>2</sub> EN FUENTES FIJAS EN LA PROVINCIA DE COTOPAXI.
- DETERMINACIÓN DE METALES PESADOS EN LA LAGUNA DE COLTA, CANTON COLTA, CHIMBORAZO, ECUADOR.
- Compilaciones Teóricas y Prácticas sobre: QUÍMICA GENERAL, QUÍMICA ORGÁNICA, BIOQUÍMICA, QUÍMICA ANALÍTICA, BIOLOGIA Y MICROBIOLOGÍA, GENÉTICA, ÁREAS NATURALES DEL ECUADOR, BIOTECNOLOGIA.



## Anexo C. Curriculum Vitae Tesistas.

### DATOS PERSONALES

---



**NOMBRES Y APELLIDOS:** Ante Bautista Dayana Noemí


**NACIONALIDAD:** Ecuatoriana


**FECHA DE NACIMIENTO:** 18 de Marzo de 1996

**ESTADO CIVIL:** Soltera

**CEDULA DE CIUDADANÍA:** 050457406-2

 dayita18ante@gmail.com

 0982806500

 Latacunga -Ecuador

### ESTUDIOS REALIZADOS

---

**NIVEL PRIMARIO:** Escuela Fiscal Mixta “Hermanos Quijano”

**NIVEL SECUNDARIO:** Unidad Educativa Isinlivi bachiller en Tecnico de Servicios Aplicaciones Informáticas.

**NIVEL SUPERIOR:** Universidad Técnica de Cotopaxi, Ingeniería en Medio Ambiente (Egresada)

### EXPERIENCIA LABORAL:

---

- ✓ Practicas Pre-profesionales en la Direccion de Gestion Ambiental del Gobierno Autónomo Descentralizado de la Provincia de Cotopaxi, Septiembre 2019 – Febrero 2020.
- ✓ Practicas Pre-profesionales en la Empresa Pública de Aseo y Gestión Ambiental del Cantón Latacunga (Epagal), Agosto – Octubre 2019.

### CARGOS DESEMPEÑADOS:

---

- Pasante en la Dirección de Gestión Ambiental del Gobierno Autónomo Descentralizado de la Provincia de Cotopaxi (GADPC) y en la Empresa Pública de Aseo y Gestión Ambiental del Cantón Latacunga (Epagal).

### TALLERES Y CURSOS:

---

- Certificado del curso “Alfabetización Digital Avanzada e Internet”, emitido por la Subsecretaria de Calidad Educativa y el Sistema Integral de Tecnologías para la escuela y la Comunidad (SITEC).
- Certificado de participación en el “I Seminario Internacional en Fiscalización, Seguimiento y Control Ambiental”, organizado por Asesoría de Desarrollo Nacional ADN Consultoría y Servicios C.A, Latacunga, 4 de mayo de 2018.
- Certificado de participación en la Capacitación a los sujetos de control en planes de Manejo Ambiental, Planes de acción, Planes de Emergencia y Auditorias en el Cantón Latacunga”, organizado por el Gobierno Autónomo Descentralizado de la Provincia de Cotopaxi (GADPC), Latacunga, 21 de noviembre de 2018.
- Certificado de aprobación en el “Curso -Taller de diseño de plantas de tratamiento”, Latacunga, 05 de julio del 2019.
- Certificado de participación en la “I Jornada de Difusión Ambiental”, Latacunga, 17 de julio del 2019.
- Certificado de participación en la “II Jornada de Difusión de la Investigación Ambiental”, Latacunga, 07 febrero 2020.

#### **REFERENCIAS PERSONALES:**

---

Lilia Iralda Semanate Bautista

**Telefono:** 0989532154

Ricardo Toapanta

**Telefono:** 0999403572

## **CURRICULUM VITAE**

### **DATOS PERSONALES**

<b>NOMBRES:</b>	Geovanna Estefania
<b>APELLIDOS:</b>	Pilatasig Achig
<b>TELÉFONO:</b>	0983305206
<b>TEL. CASA</b>	(03)2 701-866
<b>ESTADO CIVIL:</b>	Soltera
<b>CÉDULA IDENTIDAD:</b>	0503408619
<b>FECHA DE NACIMIENTO:</b>	01-01-1996
<b>LUGAR DE NACIMIENTO:</b>	Latacunga
<b>EDAD:</b>	24 Años
<b>DIRECCIÓN:</b>	Parroquia Tanicuchi- Barrio Rayo Cruz
<b>CORREO ELECTRÓNICO:</b>	achigestefania03@gmail.com



### **PREPARACIÓN ACADÉMICA**

<b>PRIMARIA:</b>	Unidad Educativa Marco Aurelio Subía
<b>SECUNDARIA:</b>	Instituto de Educación Secundaria Valle Inclán de Torrejón de Ardoz (Madrid - España). Institución Educativa General de Policía Jorge Poveda Zuñiga.
<b>TÍTULO OBTENIDO:</b>	Ciencias
<b>INSTITUCIÓN SUPERIOR:</b>	Universidad Técnica de Cotopaxi Egresada de la carrera de Ingeniería en Medio Ambiente.

### **EXPERIENCIA LABORAL**

- Practicas Pre-profesionales en la Dirección de Gestión Ambiental de la Prefectura de Cotopaxi.
- Practicas Pre-profesionales en la Empresa Pública de Aseo y Gestión Ambiental del Cantón Latacunga.

- Apoyo en el desarrollo del evento ARTE EN RECICLAJE, realizado en el Centro Ecológico Verdeáte, mediante el cual se incentiva a la sociedad en el aprovechamiento de materiales reciclables y a la Gestión Integral de Residuos Sólidos del GAD Salcedo.

### **CARGOS DESEMPEÑADOS**

- Pasante en la Dirección de Gestión Ambiental.
- Pasante en la Empresa Pública de Aseo y Gestión Ambiental del Cantón Latacunga.
- Asistente técnico de los diferentes proyectos de la empresa MEDAMBIENT consultora a nivel nacional.

### **CURSOS REALIZADOS.**

- ✓ Participación en la CAPACITACIÓN A LOS SUJETOS DE CONTROL DE PLANES DE MANEJO AMBIENTAL, PLANES DE ACCIÓN, PLANES DE EMERGENCIA, INFORMES DE CUMPLIMIENTO Y AUDITORIAS EN EL CANTÓN LATACUNGA, ENFOCADO EN LA EDUCACIÓN SOBRE LOS PROBLEMAS DE CAMBIO CLIMÁTICO.
- ✓ Participación en el” I Seminario Internacional en Fiscalización, Seguimiento y Control Ambiental” realizado por Asesoría de Desarrollo Nacional ADN Consultoría y Servicios C.A.
- ✓ Apoyo en proyectos de ambiente de la Dirección de Gestión Ambiental de Salcedo.
- ✓ Apoyo en el desarrollo del programa Los JUEGOS DEL RECICLAJE “THE RECICLAJE GAMES” 1era edición en el cantón Salcedo.
- ✓ Participación y aprobación el CONGRESO INTERNACIONAL DE MEDIO AMBIENTE Y RECURSOS NATURALES “Un nuevo reto para la conservación ambiental”.
- ✓ Participación en “Estado de Conservación del Cóndor Andino en Ecuador y del oso de anteojos en Ecuador “evento realizado con el apoyo del Proyecto de Investigación del Cóndor Andino en la ciudad de Latacunga.
- ✓ Participado en el curso – taller de Diseño de Plantas de Tratamiento.
- ✓ Participación como asistente en la” I Jornada de Difusión Ambiental”
- ✓ Participación como asistente en la” II Jornada de Difusión de la Investigación

Ambiental”

- ✓ Certificado de suficiencia en inglés.
- ✓ Curso de Formación Auditores tema: Auditoria Ambiental de Cumplimiento Sector Industrial.

**REFERENCIAS PERSONALES:**

Pilatasig Toapanta Jorge Geovani

**Telefono:** 0983278488

Ante Bautista Dayana Noemi

**Telefono:** 0982806500

Cruz Casa Edwin Fernando

**Telefono:** 0982452223

**Anexos D. Ficha de Campo**

**Tabla B 1.**

*Ficha de Campo Afloramiento.*

<b>MES DE FEBRERO</b>			
<b>INFORMACIÓN GENERAL</b>			
<b>COORDENADAS</b>	X: 755604	Y: 9839134	Altitud: 3465 msnm
<b>FECHA DE COLECCIÓN</b>	27/02/2020	<b>HORA DE COLECCIÓN</b>	7:00 am
<b>FECHA DE IDENTIFICACIÓN</b>	28/02/2020	<b>TEMPERATURA</b>	7 -16 °C
<b>CONDICIÓN CLIMÁTICA</b>	Precipitaciones por la tarde		
<b>RESPONSABLES</b>	Ante Dayana y Pilatasig Estefania		
<b>RESULTADOS</b>			
	<b>ORDEN</b>	<b>FAMILIA</b>	<b>ABUNDANCIA</b>
1	Diptera	Chironomidae	6
2	Gasterópoda	Lymnaeidae	10
3	Ephemeroptera	Leptohyphidae	45
4	Hirudiniforme	Hirudinea	12
5	Tricladida	Planariidae	9
6	Glossiphoniiforme	Glossiphoniidae	6
7	Odonata	Libellulidae	2
<b>TOTAL</b>			<b>90</b>

**Elaborado por:** Autores

**Tabla D 2.***Ficha de Campo Cauce Intermedio.*

<b>MES DE FEBRERO</b>			
<b>INFORMACIÓN GENERAL</b>			
<b>COORDENADAS</b>	<b>X:</b> 755604	<b>Y:</b> 9851744	<b>Altitud:</b> 2689 msnm
<b>FECHA DE COLECCIÓN</b>	27/02/2020	<b>HORA DE COLECCIÓN</b>	10:00 am
<b>FECHA DE IDENTIFICACIÓN</b>	28/02/2020	<b>TEMPERATURA</b>	7 -16 °C
<b>CONDICIÓN CLIMÁTICA</b>	Precipitaciones por la tarde		
<b>RESPONSABLE</b>	Ante Dayana y Pilatasig Estefania		
<b>RESULTADOS</b>			
	<b>ORDEN</b>	<b>FAMILIA</b>	<b>ABUNDANCIA</b>
1	Annelida	Oligochaeta	3
2	Diptera	Chironomidae	4
3	Gasterópoda	Lymnaeidae	18
4	Ephemeroptera	Leptohyphidae	5
5	Hirudiniforme	Hirudínea	1
6	Odonata	Libellulidae	
<b>TOTAL</b>			<b>34</b>

**Elaborado por:** Autores

**Tabla D 3.***Ficha de Campo Desembocadura.*

<b>1 ES DE FEBRERO</b>			
<b>INFORMACIÓN GENERAL</b>			
<b>COORDENADAS</b>	<b>X:</b> 772719	<b>Y:</b> 9863231	<b>Altitud:</b> 2292 msnm
<b>FECHA DE COLECCIÓN</b>	27/02/2020	<b>HORA DE COLECCIÓN</b>	13:00 am
<b>FECHA DE IDENTIFICACIÓN</b>	28/02/2020	<b>TEMPERATURA</b>	7 -16 °C
<b>CONDICIÓN CLIMÁTICA</b>	Precipitaciones por la tarde		
<b>RESPONSABLE</b>	Ante Dayana y Pilatasig Estefania		
<b>RESULTADOS</b>			
<b>ORDEN</b>	<b>FAMILIA</b>	<b>ABUNDANCIA</b>	
1	Gasterópoda	Lymnaeidae	4
2	Ephemeroptera	Leptohyphidae	11
3	Tricladida	Planariidae	4
4	Amphipoda	Hyaellidae	135
5	Glossiphoniiforme	Glossiphoniidae	3
6	Annelida	Oligochaeta	3
<b>TOTAL</b>			<b>160</b>

**Elaborado por:** Autores



**Anexos E.** Datos del Análisis EPT y BMWP/ Col.

**Tabla E 1.**

*Resultados Índice de BMWP/Col y E.P.T de los tres Puntos de muestreo (Afloramiento, Cauce Intermedio, Desembocadura).*

<b>MES DE FEBRERO</b>								
Nº	ORDEN	FAMILIA	Punto (1) Afloramiento		Punto (2) Cauce Intermedio		Punto (3) Desembocadura	
			ABUNDANCIA	ÍNDICE BMWP/Col	ABUNDANCIA	ÍNDICE BMWP/Col	ABUNDANCIA	ÍNDICE BMWP/Col
1	Diptera	Chironomidae	6	2	3	2		
2	Gasterópoda	Lymnaeidae	10	8	4	8	4	8
3	Ephemeroptera	Leptohyphidae	45	7	18	7	11	7
4	Hirudiniforme	Hirudinea	12	3	5	3		
5	Tricladida	Planariidae	9	7			4	7
6	Glossiphoniiforme	Glossiphoniidae	6	5			3	5
7	Odonata	Libellulidae	2	8	1	8		
8	Annelida	Oligochaeta			3	1	3	1
9	Amphipoda	Hyalellidae					135	7
<b>Total Individuos</b>			90		34		160	
<b>Total Calidad del agua</b>			40		29		35	
<b>EPT presentes</b>			50%		52%		7%	

**Elaborado por:** Autores.

## Anexos F. Datos del Análisis ABI.

Tabla F 1.

Resultados Índice de ABI de los tres Puntos de muestreo (Afloramiento, Cauce Intermedio, Desembocadura).

MES DE FEBRERO								
Nº	ORDEN	FAMILIA	Punto (1) Afloramiento		Punto (2) Cauce Intermedio		Punto (3) Desembocadura	
			ABUNDANCIA	ÍNDICE DE ANDEAN BIOLOGICAL INDEX (ABI)	ABUNDANCIA	ÍNDICE DE ANDEAN BIOLOGICAL	ABUNDANCIA	ÍNDICE DE ANDEAN BIOLOGICAL
1	Diptera	Chironomidae	6	2	3	2		
2	Gasterópoda	Lymnaeidae	10	3	4	3	4	3
3	Ephemeroptera	Leptohyphidae	45	7	18	7	11	7
4	Hirudiniforme	Hirudinea	12	3	5	3		
5	Tricladida	Planariidae	9	5			4	5
6	Glossiphoniiforme	Glossiphoniidae	6	1			3	1
7	Odonata	Libellulidae	2	6	1	1		
8	Annelida	Oligochaeta			3	3	3	1
9	Amphipoda	Hyalellidae					135	6
<b>Total Individuos</b>			<b>90</b>		<b>34</b>		<b>160</b>	
<b>Total Calidad del agua</b>			<b>27</b>		<b>19</b>		<b>23</b>	

Elaborado por: Autores.

**Anexos G.** Datos del Análisis Shannon –Weaver.

**Tabla G 1.**

*Resultados Índice Shannon –Weaver de los tres Puntos de muestreo (Afloramiento, Cauce Intermedio, Desembocadura).*

<b>MES DE FEBRERO</b>								
<b>INDIVIDUOS</b>	<b>ORDEN</b>	<b>FAMILIA</b>	<b>P1. AFLORAMIENTO</b>	<b>IS</b>	<b>P2. CAUCE INTERMEDIO</b>	<b>IS</b>	<b>P3. DESEMBOCADURA</b>	<b>IS</b>
1	Diptera	Chironomidae	6		3			
2	Gasterópoda	Lymnaeidae	10		4		4	
3	Ephemeroptera	Leptohyphidae	45		18		11	
4	Hirudiniforme	Hirudinea	12		5			
5	Tricladida	Planariidae	9	<b>3,3</b>		<b>3,0</b>	4	<b>1,4</b>
6	Glossiphoniiforme	Glossiphoniidae	6				3	
7	Odonata	Libellulidae	2		1			
8	Annelida	Oligochaeta			3		3	
9	Amphipoda	Hyalellidae					135	
<b>TOTAL INDIVIDUOS</b>			<b>90</b>		<b>34</b>		<b>160</b>	

**Elaborado por:** Autores.

**Anexos H. Cálculo del Índice de Shannon –Weaver.**

**Tabla H 1.**

*Punto 1. Afloramiento.*

Individuos	Orden	Familia	Abundancia	pi	pi <sup>2</sup>	ln pi	pi*ln pi
1	Diptera	Chironomidae	6	0,06	0,0044	-	-0,1805
				7		2,7081	
2	Gasterópoda	Lymnaeidae	10	0,11	0,0123	-	-0,2441
				1		2,1972	
3	Ephemeroptera	Leptohyphidae	45	0,50	0,2500	-	-0,3466
				0		0,6931	
4	Hirudiniforme	Hirudinea	12	0,13	0,0178	-	-0,2687
				3		2,0149	
5	Tricladida	Planariidae	9	0,10	0,0100	-	-0,2303
				0		2,3026	
6	Glossiphoniiforme	Glossiphoniidae	6	0,06	0,0044	-	-0,1805
				7		2,7081	
7	Odonata	Libellulidae	2	0,02	0,0005	-3,8067	-0,0846
				2			
<b>TOTAL</b>			<b>90</b>			0,2995	-1,5353
							<b>1,5353</b>
			<b>s</b>	7			
			<b>N</b>	90			
			<b>Σ Pi<sup>2</sup></b>	0,2995			
			<b>H</b>	<b>1,5353</b>			
			<b>D</b>	<b>3,3</b>			

**Elaborado por:** Autores.

**Tabla H 2.**

*Punto 2. Cauce Intermedio*

Individuos	Orden	Familia	Abundancia	pi	pi <sup>2</sup>	ln pi	pi*ln pi
1	Annelida	Oligochaeta	3	0,0882	0,0078	-2,4277	-0,2142
2	Diptera	Chironomidae	3	0,0882	0,0078	-2,4277	-0,2142
3	Gasterópoda	Lymnaeidae	4	0,1176	0,0138	-2,1401	-0,2518
4	Ephemeroptera	Leptohyphidae	18	0,5294	0,2803	-0,6360	-0,3367
5	Hirudiniforme	Hirudinea	5	0,1471	0,0216	-1,9169	-0,2819
6	Odonata	Libellulidae	1	0,0294	0,0009	-3,5264	-0,1037
<b>TOTAL</b>			<b>34</b>			0,3322	-1,4025
							<b>1,4025</b>
			<b>s</b>	6			
			<b>N</b>	34			
			<b>Σ Pi<sup>2</sup></b>	0,3322			
			<b>H</b>	<b>1,4025</b>			
			<b>D</b>	<b>3,0</b>			

**Elaborado por:** Autores.

**Tabla H 3.***Punto 3. Desembocadura.*

Individuos	Orden	Familia	Abundancia	pi	pi <sup>2</sup>	ln pi	pi*ln pi
<b>1</b>	Gasterópoda	Lymnaeidae	4	0,0250	0,0006	-3,6889	-
<b>2</b>	Ephemeroptera	Leptohyphidae	11	0,0688	0,0047	-2,6773	-
<b>3</b>	Tricladida	Planariidae	4	0,0250	0,0006	-3,6889	-
<b>4</b>	Amphipoda	Hyaellidae	135	0,8438	0,7119	-0,1699	-
<b>5</b>	Glossiphoniiforme	Glossiphoniidae	3	0,0188	0,0004	-3,9766	-
<b>6</b>	Annelida	Oligochaeta	3	0,0188	0,0004	-3,9766	-
		<b>TOTAL</b>	<b>160</b>		0,7186		-0,6610
			<b>6</b>				<b>0,6610</b>
		<b>s</b>	<b>6</b>				
		<b>N</b>	<b>160</b>				
		$\sum Pi^2$	<b>0,7186</b>				
		<b>H</b>	<b>0,661</b>				
		<b>D</b>	<b>1,4</b>				

**Elaborado por:** Autores.**Tabla H 4.***Promedio del Índice Shannon - Weaver.*

Puntos de Muestreo	Resultados
Afloramiento	3,3
Cauce Intermedio	3,0
Desembocadura	1,4
<b>Promedio</b>	<b>2,56</b>

**Elaborado por:** Autores.

**Anexos I.** Descripción de macroinvertebrados.

**Tabla I 1.**

*Descripción y registro fotográfico de macro invertebrados recolectados.*

Familias	Característica	Fotografía
<b>Orden: Diptera</b> <b>Suborden:</b> <b>Orthorrhapha</b> <b>Familia:</b> <b>Chironomidae</b>	<p>Coloración, verde, amarilla, beige, blanca y café. Tamaño varía de 2 a 13 mm de longitud. Cabeza capsulada, bien desarrollada, esclerotizada y no retráctil. Se encuentra en cuerpos de agua tanto naturales como artificiales o en fango, arena y con abundante materia orgánica en descomposición (Roldán, 1988).</p>	
<b>Orden: Gasterópoda</b> <b>Familia: Lymnaeidae</b> <b>Clase: Gastropoda</b>	<p>Concha cónica, dextrógira y sin opérculo, la forma es en espiral y alargada, la conchilla presenta una espiralación helicoidal y son frágiles. Viven prácticamente en todo tipo de agua y resisten cierto grado de contaminación (Roldán 1996).</p>	
<b>Orden:</b> <b>Ephemeroptera</b> <b>Suborden: Pannota</b> <b>Familia:</b> <b>Leptohiphidae</b>	<p>Tamaño variable 3.0-5.0 mm. Agallas en el segundo segmento abdominal operculadas trianguladas, u ovaladas no se juntan en la mitad del abdomen. Pueden ser encontradas en troncos sumergidos, rocas (Roldán, 1988).</p>	
<b>Orden: Hirudiniforme</b> <b>Familia: Hirudinea</b> <b>Clase: Annelida</b>	<p>Habitan en las aguas dulces, algunas especies son marinas y otras se han adaptado a la vida terrestre, en zonas muy húmedas, no son considerados buenos indicadores de la calidad biológica del agua (Roldán, 1996).</p>	
<b>Orden:</b> <b>Glossiphoniiforme</b> <b>Familia:</b> <b>Glossiphoniidae</b> <b>Clase: Hirudinea</b>	<p>Las sanguijuelas viven por lo regular en aguas quietas o de poco movimiento, sobre troncos, plantas, rocas y residuos vegetales. Toleran baja concentración de oxígeno, por lo que es frecuente encontrarlas en gran número en lugares donde existe abundante materia orgánica (Physis, 1972).</p>	

**Orden: Odonata**  
**Suborden: Anisoptera**  
**Familia: Libellulidae**

Todas son ninfas acuáticas, pueden habitar desde aguas corrientes a quietas y poco profundas, encontrarse en la vegetación sumergida, fondos de arena, lodo y grava, soportan condiciones extremas de altas temperaturas y aguas eutrofizadas (Roldán, 1988).



**Orden: Annelida**  
**Familia: Oligochaeta**  
**Clase: Clitellata**

Grupo muy heterogéneo que comprende a varias familias. Adaptadas a muy diferentes ambientes, son un grupo eminente detritívoro. Pueden ser muy abundantes en aguas ricas en materia orgánica, pero son muy sensibles a la contaminación química. Algunas familias pueden vivir en condiciones de anoxia, lo que hace no se les considere útiles como indicadores de alta calidad (Durán & Pardos, 2009).



**Orden: Tricladida**  
**Familia: Planariidae**  
**Clase: Turbellaria**

Miden entre 2,6 mm y 3,7 mm. Presentan colores grises, pardos, amarillentos o blancos, el cuerpo es plano y alargado. Poseen una cabeza marcadamente triangular, con dos ojos. Viven en aguas poco profundas, tanto corrientosas como estancadas, debajo de piedras, ramas, hojas y sustratos similares, en ambientes acuáticos bien oxigenados, pero algunas especies pueden resistir cierto grado de contaminación (Roldán 1996).



**Orden: Amphipoda**  
**Familia: Hyalellidae**  
**Género: Hyalella sp**

Organismos de cuerpo comprimido lateralmente, miden entre 5,5 mm y 10,5 mm, de coloración blanquecina o amarillenta. Viven en aguas corrientes y remansos de quebradas, asociado a materia orgánica en descomposición, donde se forman densas poblaciones. Algunas especies son detritívoras y depredadoras de zooplancton y larvas de quironómidos (Peralta 2001).



**Anexos J.** Registro fotográfico área de estudio río Pachanlica.

**Anexo J 1.** Punto de Afloramiento.



**Elaborado por:** Autores

**Anexo J 2.** Punto Cauce Intermedio.



**Elaborado por:** Autores

**Anexo J 3.** Punto Desembocadura.



**Elaborado por:** Autores



**Anexos K. Muestreo y Recolección de macro invertebrados.**



**Elaborado por:** Autores

**Anexos L. Identificación y Análisis de las muestras de macro invertebrados.**



**Elaborado por:** Autores