



Pontificia Universidad
Católica del Ecuador

SEDE
ESMERALDAS

CARRERA DE GESTIÓN AMBIENTAL

TESIS DE GRADO

CONTRIBUCIÓN AL CONOCIMIENTO DE LOS MACRO INVERTEBRADOS BENTÓNICOS DE LOS RÍOS DE ESMERALDAS

**PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE
INGENIERO EN GESTIÓN AMBIENTAL**

AUTOR

KENNER ANDRES CLEVEL ALTAFUYA

ASESOR

MGT. PEDRO JIMÉNEZ PRADO

ESMERALDAS-MAYO 2019

TRIBUNAL DE GRADUACIÓN

Trabajo de tesis aprobado luego de haber dado el cumplimiento a los requisitos exigidos por el reglamento de grado de la PUCE-SE previo a la obtención del título de INGENIERO EN GESTIÓN AMBIENTAL.

Presidente Tribunal de Graduación

Lector 1

PhD. John Molinero Ortiz

Lector 2

PhD. Jorge Velazco Vargas

Mgt. Karla Solis Charcopa

Coordinador de la Carrera de Gestión Ambiental

Mgt. Pedro Jiménez Prado

Director de Tesis

Esmeraldas,..... de..... de 2019

AUTORÍA

Yo, Kenner Andres Clevel Altafuya, declaro que la presente investigación enmarcada en el actual trabajo de tesis es absolutamente original, auténtica y personal.

En virtud que el contenido de esta investigación es de exclusiva responsabilidad legal y académica de la autora y de la PUCE-ESMERALDAS

Kenner Andres Clevel Altafuya

C.I.080451877-7

AGRADECIMIENTOS

Primeramente, agradezco a Dios y a mis padres Andres Clevel y Darmin Altafuya quienes, con sus consejos, su comprensión cariño y apoyo económico lograron encaminarme en el rumbo correcto en el que actualmente soy un aporte para la sociedad.

A mi abuela Mari Bone y María Intriago que siempre me ayudaron y velaron por mí. A mis hermanos que siempre me alentaban cuando me sentía decaído y me daban fuerzas para seguir adelante intentando sacarme una sonrisa cuando los días eran difíciles.

A Pedro Jiménez que como asesor me brindó su ayuda en cada paso de esta investigación y durante todo el periodo académico permitiéndome alcanzar esta meta, al despejar dudas y ayudarme a resolver incógnitas que se presentaron a lo largo de esta tesis.

A los maestros de cada ciclo de mi vida estudiantil los cuales me han brindado sus conocimientos para poder llegar a mí objetivo que es ser profesional y poder ayudar a mi familia y a la sociedad.

Y a cada uno de mis amigos en especial a María José, Miguel, Michelle, Brenda, Antonella y todas las demás personas que se volvieron especiales para mí y que me apoyaron en cada momento de mi vida universitaria.

Gracias por su apoyo

DEDICATORIA

*Este título va dedicado por cada persona que me brindó
su apoyo, su amistad y cariño; por estar ahí para
mí sin esperar nada a cambio.*

TABLA DE CONTENIDO

AUTORÍA.....	iii
AGRADECIMIENTOS	iv
DEDICATORIA	v
ÍNDICE DE FIGURAS.....	viii
RESUMEN.....	10
ABSTRACT.....	11
INTRODUCCIÓN	12
Presentación del tema de investigación.....	12
Planteamiento del problema.....	13
Justificación.....	13
Objetivos.....	14
Objetivo general.....	14
Objetivos específicos.....	14
CAPÍTULO I: MARCO TEÓRICO.....	16
Bases teórico – científicas.....	16
¿Qué son los macroinvertebrados, funciones e importancia?	16
Bioindicación.....	16
Evaluación biológica.....	16
Calidad de agua.....	17
Parámetros ambientales.....	17
Sistemas de Información Geográficas (SIG).....	18
Contexto.....	18
Marco legal.....	20
CAPITULO II: MATERIALES Y MÉTODOS.....	23
Área de estudio.....	23
Trabajo de campo.....	25
Caracterización de área.....	25
Muestreo de macroinvertebrados.....	25
Selección de parámetros a evaluar.....	26
Muestreo del agua.....	26
Trabajo de laboratorio.....	27
Análisis de parámetros físico químicos en laboratorio.....	27

Análisis de macroinvertebrados en laboratorio	27
Análisis estadístico.....	27
Índice BMWP/col.....	27
Análisis de datos.....	27
CAPÍTULO III: RESULTADOS	29
Descripción del área	30
Parámetros físico químicos del agua	32
Muestreo de macroinvertebrados	35
Datos Conjuntos	35
Correlación.....	40
CAPITULO IV: DISCUSIÓN	43
CAPÍTULO V: CONCLUSIÓN	48
CAPÍTULO VI: RECOMENDACIONES	49
BIOGRAFÍA	50
ANEXOS.....	55

ÍNDICE DE TABLAS

<i>Tabla 1: Clasificación de los tipos de sustrato que se pueden encontrar en un río AQEM 2002. ..</i>	25
<i>Tabla 2: Datos Históricos de calidad de cauces.....</i>	29
<i>Tabla 3: Descripción de los puntos muestreados.</i>	30
<i>Tabla 4: Parámetros tomados de manera in situ de los puntos de muestreo.....</i>	33
<i>Tabla 5: Parámetros analizados en el laboratorio de cada punto de muestreo.</i>	34
<i>Tabla 6: Datos globales del BMWP presentados por sitios, intervención, calidad, color y fuente.</i>	36
<i>Tabla 7: Relación de parámetros físico químicos con las familias obtenidas a lo largo de la investigación.</i>	41

ÍNDICE DE FIGURAS

<i>Figura 1: Área de muestreo de la provincia de Esmeraldas, con sus puntos históricos (Círculo Azul) y actuales (Cuadrados Verdes).</i>	24
<i>Figura 2: Representación del BMWP global en los 104 puntos muestreado; a su vez, se presentan los puntos históricos y actuales expresados en círculos, y cuadros respectivamente.....</i>	39

ABREVIATURAS

OD: oxígeno disuelto.

CD: conductividad.

E: esteros.

UC: unión cayapas.

pH: acido.

T°: temperatura.

Fost: fosforo.

N: nitrógeno.

Turb: turbidez.

AMO: amonio.

If: Posible influencia humana.

RESUMEN

Este estudio llena vacíos de conocimiento sobre macroinvertebrados bentónicos en ríos de la provincia de Esmeraldas, los mismos que son utilizados comúnmente como bioindicadores, permitiéndonos tener un diagnóstico actual de la calidad de los cauces de esta provincia y el grado de afectación de los mismos. Este trabajo se realizó en los meses de febrero a julio del 2018, el muestreo se hizo en sitios donde no existían colectas previas, con este objeto se realizó una revisión bibliográfica de los sitios que ya presentaban datos. Luego, se procedió a seleccionar sitios que no presentan información sobre macrofauna, dando un total de 32 puntos de muestreo; en cada uno de estos lugares se levantó una muestra compuesta por cinco arrastres bentónicos de 2 minutos cada uno. La identificación de los macroinvertebrados llegó a nivel de familia, todo esto acompañado de la toma *In-situ* de variables físico-químicas de agua de cada punto seleccionado.

Como resultado de los muestreos se obtuvieron 33788 individuos, que pertenecen a 17 órdenes y 52 familias; las más abundantes y presentes en todas las estaciones fueron las familias: Leptophlebiae, Baetidae y Leptohiphidae pertenecientes al orden Ephemeroptera, seguido de las familias Hydropsichidae del orden Trichoptera y Elmidae del orden Coleoptera. Para determinar la calidad de los ríos muestreados se empleó el índice BMWP, el cual demostró que la parte alta de la provincia de Esmeraldas, es decir, el cantón de Quinindé evidenció mejor calidad que otros cantones (San Lorenzo, Eloy Alfaro, Muisne y Rioverde) los cuales presentaron calidades crítica y escasa en la mayoría de sus cauces.

A su vez, se observó que los sitios de la parte alta presentaron también mejor calidad en cuanto a los parámetros ambientales se refiere, con mayores niveles de oxígeno disuelto y pH más básico, propiciando condiciones necesarias para la presencia de familias indicadores de buena calidad de agua como es la familia Perlidae, Hydropbiosidae, Leptophlebiae y Oligoneuridae; a diferencia de la parte baja donde se encontraron familias de calidad mala como es la familia Thiaridae e Hidrobiosidae. Finalmente, al unificar información histórica y levantada con este estudio, se diseñó un mapa de la situación de los ríos de la provincia de Esmeraldas.

Palabras claves: bioindicación, macroinvertebrados, índice de calidad.

ABSTRACT

This study fills gaps in knowledge about benthic macroinvertebrates in rivers in the province of Esmeraldas, which are commonly used as bioindicators, allowing us to have a current diagnosis of the quality of the cauces of this province and the degree of affectation of them. This work was carried out in the months of February to July 2018, the collection was done in places where there were no previous collections, with this purpose an extensive bibliographic review was made of the sites that already presented data. Then, from the places with voids, we proceeded to select a total of 32; in each one of these places a sample composed by five drags of two minutes each was lifted. The identification of the macroinvertebrates arrived at the family level, all this accompanied by the *In-situ* taking of physical-chemical environmental variables.

As a result of the sampling, 33788 individuals were obtained, belonging to 17 orders and 52 families; the most abundant and present in all seasons were the families: Leptophlebiidae, Baetidae and Leptohiphidae belonging to the order Ephemeroptera, followed by the families Hydropsichidae of the order Trichoptera and Elmidae of the order Coleóptera; to determine the quality of the rivers sampled the BMWP index was used, this showed that the high part of the province of Esmeraldas, at Quinindé level, showed the highest quality in comparison to the other areas or cantons that presented mostly critical and scarce quality.

At the same time it was observed that the sites of the high part also presented better quality as far as the environmental parameters are concerned, with higher levels of dissolved oxygen and more basic pH, allowing the presence of good quality indicator families such as the family Perlidae, Hydropbiosidae, Leptophlebiidae and Oligoneuridae; unlike the low part where families of bad quality were found as is the family Thiaridae and Hidrobiiosidae. Finally, when unifying historical information and raised with this study, a map of the situation of the rivers of the province of Esmeraldas was designed.

Keywords: bioindication, macroinvertebrates, quality index.

INTRODUCCIÓN

Presentación del tema de investigación.

Los ríos son ecosistemas o medios naturales de agua dulce, los cuales están constituidos por zonas de inundación, cauce y vegetación riparia o vegetación de ribera; siendo estos de suma importancia para el funcionamiento y estructura del cuerpo de agua. La funcionalidad de los ecosistemas se ve influenciada por el orden, armonía y equilibrio en función del tiempo y el espacio.⁽¹⁾

Los diversos ecosistemas del planeta se están viendo afectados por el cambio climático producto de actividades humanas tales como el desarrollo tecnológico e industrial, el crecimiento demográfico, la producción agrícola, la cría de animales, la pérdida de vegetación riparia, la minería que se desarrolla adyacente a los ríos, las especies introducidas y el mal manejo de los residuos sólidos⁽²⁾⁽³⁾⁽⁴⁾. Los ecosistemas más afectados por estas actividades son los ríos, lagos y océanos porque el ser humano utiliza estos ecosistemas como medio de disposición final para los residuos sólidos/orgánicos.⁽⁵⁾

El ser humano en muchas ocasiones ha ignorado la importancia del ecosistema río para su diario vivir y aún más para el desarrollo de la vida en sí⁽⁶⁾, por lo que es necesario conocer y proteger estos medios acuáticos junto con las características físicas, químicas y biológicas que presentan. Asimismo, se torna preciso realizar investigaciones que permitan ampliar las guías biológicas para conocer el estado inmediato de un río e identificar el nivel de perturbación al que puede estar subyugado.⁽⁷⁾⁽⁶⁾ Hoy en día, se sabe que los parámetros ambientales están estrechamente relacionados con los indicadores biológicos, debido a que estos organismos que van desde aves, plantas, animales vertebrados, hongos, bacterias y animales invertebrados; son susceptibles a cambios en su entorno.⁽⁸⁾ En el caso del ecosistema río, los comúnmente utilizados para la bioindicación son los invertebrados acuáticos o macroinvertebrados (animales que sobrepasan las 500 µm de tales como crustáceos, insectos, anélidos y moluscos, estos residen sistemas hídricos en alguna parte de su ciclo vital)⁽⁹⁾. Estos animales exhiben diversas ventajas y funciones que son de gran ayuda para estimar la calidad del agua de los sistemas hídricos de una región⁽¹⁰⁾, ya que presentan actitudes sedentarias permitiendo así un fácil registro de agentes contaminantes, muestran

gran cantidad de índices y métodos que permiten un sencillo análisis de datos, están presentes en todos los ríos o sistemas fluviales, lo que permite estudiar el estado de ecosistemas de este índole, su análisis es sencillo y las herramientas para la captura de estos organismos son de bajo costo.⁽¹¹⁾

En el reglamento ecuatoriano se incluyó el uso de indicadores biológicos, porque son de gran ayuda para determinar la calidad de agua de los ríos del país que actualmente se han visto afectados por la mala gestión de los residuos, a pesar de que en Ecuador se prohíbe descargar o arrojar contaminantes a los cauces.⁽¹²⁾ Esmeraldas muestra afectaciones por diferentes actividades productivas tales como la ganadería, la agricultura, la acuicultura y la actividad forestal; adicionalmente, la creciente población junto con el mal ordenamiento territorial generan descargas de aguas servidas que van a parar a los ríos, provocando efectos adversos y presión en los distintos ecosistemas que posee.⁽⁹⁾

Planteamiento del problema

Es de gran importancia que se realicen estudios sobre la calidad ambiental de los recursos fluviales porque muchos de estos cursos hídricos se ven afectados de manera indirecta o directamente por el hombre⁽¹³⁾, a su vez aplicar indicadores biológicos con base a información levantada para la provincia de Esmeraldas permite contar con conocimiento de la realidad actual y conocer cambios ambientales, por lo que es necesario que se responda a los pobladores ribereños y la comunidad universitaria. ¿Cuál es la calidad o estado del agua en los cauces de la provincia de Esmeraldas, usando a los macroinvertebrados como bioindicadores?

Justificación.

En Ecuador, los ríos han impulsado el desarrollo social, económico y cultural⁽¹⁴⁾ porque prestan servicios a la comunidad como los usos industrial, agrícola, doméstico, de transporte y recreación.⁽¹⁵⁾ Pero, debido a la mala gestión de estas actividades, los ríos se han ido degradando gradualmente, por lo que la situación actual de estos se ve comprometida en gran medida.⁽¹⁶⁾

Ecuador, a pesar de que posee leyes que prohíben verter líquidos sin algún tratamiento previo a un afluente, padece de un mal proceso de eliminación de aguas residuales, ya que tan solo

el 5% de estas recibe algún tipo de tratamiento. Como consecuencia, el 95% de las aguas que no son tratadas son depositadas en los cauces, lo cual afecta en gran medida estos ecosistemas.⁽¹⁷⁾ En la provincia de Esmeraldas, cantón Atacames, se puede observar como las actividades económicas que se desenvuelven cerca de los ríos y la mala gestión de los residuos han dado origen a la contaminación fluvial⁽⁹⁾. Otro ejemplo de esto es el cantón de Quinindé, porque no posee un adecuado sistema de alcantarillado y todas sus aguas negras van a parar a los ríos Blanco y Quinindé.⁽¹⁸⁾ Es decir, que toda la provincia descarga aguas servidas sin tratar y elementos químicos a los medios fluviales ya que no poseen adecuados mecanismos de desalojo, causando alteraciones y contaminación de la mayoría de los ríos generando un potencial riesgo a la salud y bienestar social.⁽¹⁹⁾

Por lo que surge la necesidad de que se realice un estudio aplicando macroinvertebrados, como bioindicadores para ampliar los conocimientos de la calidad ambiental de ríos de la provincia de Esmeraldas, que no hayan sido estudiados anteriormente. A pesar de que existen datos sobre la calidad de los ríos de algunos cantones tales como Atacames, Rioverde, San Lorenzo, Eloy Alfaro, Esmeraldas y parte de Muisne, aún falta recopilar mucha información de ríos y el estado ambiental en que se encuentran.

Objetivos.

Objetivo general.

Obtener información sobre la fauna bentónica de los ríos poco estudiados de la provincia de Esmeraldas.

Objetivos específicos.

- Identificar las subcuencas que no presenten información sobre macroinvertebrados para realizar colectas de campo con la respectiva descripción de parámetros físicos-químicos para cada punto de muestreo.

- Identificar a nivel de familia y organizar taxonómicamente a las especies obtenidas de macroinvertebrados en los muestreos para aplicar el índice de calidad BMWP, así como los respectivos parámetros de calidad ambiental en las diferentes subcuencas.
- Crear un mapa provincial con la información del estado de calidad actual de las diferentes cuencas y subcuencas de la provincia.

CAPÍTULO I: MARCO TEÓRICO.

Bases teórico – científicas.

¿Qué son los macroinvertebrados, funciones e importancia?

Se denomina macroinvertebrados a los organismos que se pueden observar a simple vista y que poseen tamaños que sobrepasan las 0.5 mm de largo tales como crustáceos, insectos, anélidos y moluscos; los cuales suelen habitar en el fondo de los ríos en alguna parte de su ciclo vital.⁽⁹⁾

Estos organismos cumplen funciones de transferencia de energía y nutrientes como regular la población de algas y bacterias, descomponer y filtrar materia orgánica, sirven de alimento para peces o anfibios.⁽²⁰⁾ Al mismo tiempo, se considera que los macroinvertebrados son de gran ayuda para estimar la calidad ambiental de un río, debido a que muchas familias son capaces de tolerar bajos o altos niveles de contaminación del ecosistema en el que habitan.⁽²¹⁾

Bioindicación.

Bioindicador es aquel grupo de organismos de animales o plantas que habitan en ecosistemas acuáticos o terrestres, los cuales son susceptibles a alteraciones de su hábitat, cambios en su entorno por aumento de sustancias contaminantes y cambios en las poblaciones de su fuente de alimento.⁽⁸⁾ Es decir, que su uso como bioindicadores se debe básicamente a la susceptibilidad o tolerancia que presentan ciertas especies ante cambios ambientales, estos indicadores van desde bacterias, hongos, insectos, animales vertebrados y plantas.⁽²²⁾

Evaluación biológica.

La evaluación biológica es el uso que se le da a los organismos vivos de un ecosistema para determinar la capacidad que tienen dichos organismos de responder ante alteraciones fortuitas o continuas, las mismas que perturban y modifican las condiciones de un hábitat en cuanto a su funcionamiento y estructura.⁽²³⁾ En otras palabras, la biota de los ríos muestra límites de sensibilidad ante perturbaciones y frente a estos cambios en su entorno los

organismos poco tolerantes migran o perecen, permitiendo que organismos más tolerantes prosperen.⁽²⁴⁾ Por lo tanto, se interpreta que los cambios en la estructura, composición y funcionamiento de la biota de los ríos se deben a algún tipo de contaminación.⁽³⁾

Calidad de agua.

Definir el término calidad es complicado, esto se debe a que las actividades humanas modifican constantemente los diversos factores que rigen un río tales como composición de los suelos, biota acuática, vegetación riparia, régimen hídrico e incluso la época del año.⁽²⁵⁾

En otras palabras, el término está relacionado con el uso que se le da al recurso; es decir, que el agua dependiendo de la finalidad que se le dé tendrá que cumplir ciertos requisitos, por ejemplo, el agua será óptima para el consumo humano si esta es potabilizada. Por el contrario, el agua será óptima para la agricultura si esta presenta materia fecal. En conclusión, se considera que un ecosistema río presenta buena calidad biológica si esta permite el desarrollo de poblaciones animales o vegetales propias del lugar, puesto que, este término nace del análisis de la composición y estructura de las distintas comunidades de organismos presentes en un ecosistema acuático.⁽²⁴⁾

Parámetros ambientales.

pH: este parámetro permite determinar la alcalinidad y acidez de un medio acuoso, siendo que su valor óptimo para la presencia de organismos varía entre 6,5 y 8,5.⁽²⁶⁾

Temperatura: es un parámetro muy fácil de determinar, cabe mencionar que un aumento de este influye directamente en la actividad biológica y química de los organismos; por lo tanto si hay un incremento de este parámetro se necesitaría un mayor gasto de energía en oxígeno.⁽²⁷⁾

Oxígeno disuelto: es un parámetro de suma importancia, ya que al presentarse en concentraciones bajas puede arriesgar la supervivencia de especies que habitan en un medio acuoso, si se presenta un incremento inadecuado de salinidad y temperatura las especies se ven influenciadas, lo que provoca un bajo nivel funcional del ecosistema de los organismos.⁽²⁸⁾

Amonio: este parámetro se origina a partir de residuos químicos de algunos animales, a su vez este tiene gran capacidad de mezcla con el agua y es muy dependiente a otros factores como pH, oxígeno entre otros.⁽²⁷⁾

Turbidez: se define como la mezcla que disminuye o oscurece la transparencia del agua, la cual es resultado de que se combinen materiales como arcilla, materia inorgánica e orgánica, plancton y microorganismos. Las cuales varían en su tamaño que va de 0.1 a 1000 nm de diámetro.⁽²⁹⁾

Fosfatos: este anión o sal se lo puede encontrar en detergentes o fertilizantes agrícolas, los cuales mediante la escorrentía llegan a los ríos, también llegan a los cauces por medio de descargas industriales o descarga de aguas negras o grises.⁽²⁴⁾

Nitritos: este anión se lo puede encontrar en aguas superficiales, el cual suele indicar contaminación, esto se debe a que está constituido por ácido nitroso en solución ácida, la cual al combinarse con aminas forma el nitros aminas que es cancerígeno.⁽²⁴⁾

Sistemas de Información Geográficas (SIG)

Se denomina SIG a la estructura digital que está constituida por la unión de herramientas informáticas y datos, es decir, que mediante el uso y análisis de un conjunto de coordenadas estándar permite obtener información sobre posicionamiento global o georreferenciación en el espacio, lo cual es consecuencia de una representación cartográfica.⁽³⁰⁾

Contexto

A nivel mundial, la intervención por parte del hombre en los ecosistemas fluviales crece de manera exponencial, ya sea por la importancia económica, social, política y cultural de estos; muchas de estas acciones de intromisión perjudican directamente a esos flujos de agua o bien estas afecciones se ven con el transcurso del tiempo, por ende se ha visto la necesidad de implementar parámetros químicos, físicos y biológicos para estimar la salud y estado de estos sistemas, en este sentido el estudio de carácter biológico es uno de los más importantes mostrando resultados de manera rápida.⁽³¹⁾ Varios estudios manifiestan que actividades antropogénicas para un río son las siguientes tala de bosques, actividad ganadera y agrícola; ya que afectan los medios fluviales provocando aumento en la proporción de sedimentos,

pérdida de vegetación ribereña, uso extensivo de agroquímicos, erosión a los taludes entre otros.⁽³²⁾⁽³⁾⁽³³⁾

En Ecuador, las investigaciones sobre calidad de agua con macroinvertebrados se realizan de manera puntual, a pesar de que muestran de manera muy acertada los posibles cambios o perturbaciones que ocurren en la composición y estructura de las poblaciones de insectos que residen en el ecosistema de los ríos.⁽³⁴⁾ En el territorio y jurisdicción de Esmeraldas se han realizado pocas investigaciones de bioindicación que determinen el estado de salud de sus cursos de agua, uno de estos, es el estudio de Martínez Sanz *et al* (2014)⁽¹⁷⁾ que logró determinar la macrofauna de ciertos cauces de los cantones de Atacames, Rioverde y Esmeraldas, donde se comprobó mediante los organismos ya mencionados el estado ambiental de medios fluviales tales como Ríoverde, estero Tachina, estero Camarones, estero Tabiazo entre otros, a su vez se logró una identificación taxonómica de estos organismos y reconocer qué familias son las más susceptibles a la contaminación.

Otro estudio que se realizó en el cantón de Esmeraldas fue el de Guijarro (2015), quien determinó mediante el uso de macroinvertebrados como bioindicadores y monitores de calidad el estado ambiental del río Teaone, a su vez usó índices de calidad que permitieron obtener resultados del estado del cauce estudiado. Mediante libros logró determinar la taxonomía de estos organismos y determinó parámetros físico-químicos del sistema hídrico tales como pH, oxígeno disuelto, temperatura entre otros, para observar si este se veía afectado por los diferentes usos que le dan los asentamientos poblacionales cercanos a este recurso.⁽⁶⁾

El río Atacames también presenta un estudio de calidad realizado por Sánchez (2015), el cual se basó en la aplicación de la macrofauna para determinar el estado de salud ambiental del cauce, porque este recibe grandes aportaciones de desechos de la agricultura, ganadería, camaronicultura, aguas servidas y desechos que provienen de las comunidades cercanas a estos ríos, por lo que este estudio se basó en el uso de estos organismos e índices que permitieron obtener resultados sobre el grado de contaminación del cauce.⁽⁹⁾

Otro estudio, realizó una comparativa en los tramos altos de las cuencas de los ríos Teanone y Atacames para evaluar en qué cause se hallaba más afectado o contaminado, puesto que en la cercanías de estos se encuentran poblaciones que inciden de manera directa en el recurso fluvial al que están sujetos⁽¹⁾; por ello, los macroinvertebrados e índices como el EPT y BMWP se emplearon para determinar el estado ambiental de dichos cauces y el grado de

incidencia que tienen las poblaciones aledañas a los cursos hídricos, donde se pudo observar que estas poblaciones y las actividades que desempeñan influyen de manera directa en el equilibrio de estos ecosistemas.

Uno de los problemas de Esmeraldas, es que a pesar de que existen datos sobre calidad de agua de sus ríos, aún falta llenar vacíos de información que existen en este sentido, puesto que posee múltiples cuencas y subcuencas las cuales no presentan datos de la calidad ambiental de sus cauces, como son ciertos caudales de los cantones de Muisne y Quinindé.

Marco legal

En la legislación ecuatoriana en los artículos 4 y 5, se hace mención a que la población tienen derecho a vivir en un ambiente sano y que el agua es un derecho esencial para la vida, siendo estos artículos la línea base para describir el marco legal del presente estudio.

Por otro lado, el Código Orgánico Ambiental en su título II de los deberes y derechos ambientales manifiesta: el agua es de dominio nacional, patrimonio indispensable del estado para el uso del público, por tanto no se puede embargar, el cual es inalienable e imprescindible para el desarrollo de la vida, necesario y determinante para la seguridad alimentaria, esencial para el equilibrio ecológico.⁽³⁵⁾

Art 7: de la presente ley establece que el ser humano tiene derecho sobre el recurso agua, a su vez el estado junto con la comunidad tiene el deber de controlar, regular, conservar, preservar, restaurar y gestionar los sistemas fluviales; para darles un correcto aprovechamiento y uso al líquido vital; a su vez ejercer el respectivo manejo en sus diferentes estados y formas físicos para asegurar el buen vivir y darle respectivo derecho y respeto que tiene la naturaleza.

Art 8: el agua es un recurso natural que debe ser protegido y administrado de manera sostenible y sustentable, de modo que abastezca a las generaciones presentes y futuras, a más de fomentar la vida natural.⁽³⁶⁾

Título “III” Capítulo “III” derecho de la naturaleza Art 64 y 65: el medio natural tiene derecho a la preservación y conservación de sus recursos hídricos y sus propiedades como medio esencial para el desarrollo de la vida.⁽³⁷⁾

- a) Protección y conservación de sus fuentes de recarga, afloramiento, captación, regulación de sistema naturales de agua.
- b) Se debe garantizar el mantenimiento del caudal ecológico, preservando o cuidando de esta manera los factores bióticos y abióticos.
- c) Proteger a estos sistemas acuáticos de toda contaminación.
- d) Restaurar daños provocados a estos sistemas hídricos.

La conservación del agua se realizará de manera integral, donde se busca garantizar la protección de la biodiversidad, la sustentabilidad y sostenibilidad del recurso.

Capítulo VI garantías preventivas. Sección primera áreas de protección hídrica y caudal ecológico. Art 76 y 77: el estado establecerá parámetros, metodologías y criterios para determinar el estado del cauce ecológico, dependiendo de las propiedades y características del sistema hídrico a estudiar para considerar planes adecuados de manejo y planificación nacional; a su vez dar a conocer la responsabilidad de todas las personas ya sean jurídicas o no, sobre el respeto e importancia que se debe dar a este recurso para la protección de los ecosistemas y biodiversidad acuática presentes en estos medios acuáticos.⁽³⁵⁾

Título ii sistema único de manejo ambiental capítulo I del régimen institucional: los gobiernos autónomos descentralizados, la autoridad única del agua y la autoridad ambiental nacional deberán:

- a) Avalar el derecho que tienen el hombre hacia el agua, para el desarrollo y buen vivir, a su vez reconocer los derechos de la naturaleza y preservar los ecosistemas y todas las formas de vida presentes en estos, generando así un ambiente sano y equilibrado.
- b) Mejorar/preservar el estado del agua.
- c) Controlar el uso de sustancias tóxicas en el suelo, que se puedan infiltrar y llegar a estos sistemas hídricos provocando desbalances ecológicos.
- d) Controlar de la misma manera actividades que puedan poner en riesgo la calidad del recurso agua y la vida que se desarrolla en ella, si esto no sucede, implementar medidas debidas de restauración.
- e) Prohibir y sancionar los vertidos contaminantes de cualquier índole, que altere la calidad y estado natural del agua, que afecte la salud del hombre y la vida en general.
- f) Conservar mediante un cuidado integral este recurso, como también sus fuentes y el equilibrio ecológico al cual está sujeto.

g) Impedir cualquier tipo de degradación de los ecosistemas asociados al recurso hídrico.

En este contexto, la Ley de Prevención y Control de Contaminación (2004) Título “I” Capítulo “II” Art 6: manifiesta que queda prohibido descargar aguas residuales/domésticas o aguas contaminantes, ya sea de manera directa o por infiltración hacia los ríos, lagos, quebradas, mares entre otros, que perjudiquen la vida, desarrollo normal de la naturaleza flora y fauna.⁽³⁸⁾

CAPITULO V: Calidad de los componentes abióticos y estado de los componentes bióticos:
Art 190 de calidad para que las actividades humanas que puedan causar riesgos, impactos y daños ambientales velen por la conservación y protección de los ecosistemas y sus componentes bióticos y abióticos, de tal manera que las formas y modos de vida de los organismos y factores de los ecosistemas no se vean afectados.⁽³⁹⁾

Art 191 monitoreo de la calidad del suelo, aire y agua, la autoridad competente según corresponda tendrá la obligación de realizar seguimiento y monitoreo de la calidad del agua, suelo y aire de conformidad con los reglamentos, técnicas y normas decretadas para cada factor.⁽³⁹⁾

CAPITULO II: MATERIALES Y MÉTODOS

Área de estudio

El presente estudio se llevó a cabo en la provincia de Esmeraldas, ubicada en el extremo noroccidental del Ecuador, la cual posee una extensión de 15.820 km² aproximadamente⁽⁴⁰⁾, a más de ello presenta una temperatura media mensual de 23 °C a 31.5 °C, y una precipitación anual que varía entre los 820-1500 mm de agua.

Esta provincia está constituida por 7 cantones los cuales son Esmeraldas, Atacames, Muisne, Ríoverde, Quinindé, San Lorenzo y Eloy Alfaro. Esta presenta una vegetación seca tropical o neo-tropical y bosques húmedos⁽⁴¹⁾, se encuentra influenciada por las corrientes marinas presentes en el pacífico oeste que estimulan la presencia de múltiples microclimas.⁽⁴²⁾

Selección de puntos de muestreo

Para la selección de los sitios de muestro, se realizó un análisis bibliográfico para conocer las zonas y puntos ya muestreados con macroinvertebrados en la provincia de Esmeraldas, con el objetivo de abarcar nuevos sitios de colecta y evitar tomar nuevamente muestras en zonas ya estudiadas. En esta revisión bibliográfica se obtuvo un número total de 72 cauces estudiados alrededor de la provincia de Esmeraldas.

En el presente estudio se seleccionaron un total de 32 puntos de muestreo, los cuales fueron escogidos tomándose en cuenta la accesibilidad vial. Para luego sumar los nuevos puntos con los hallados en la revisión bibliográfica, dando un total de 104 puntos (Figura 1y Anexo1), los cuales se utilizaron para elaborar un mapa global de calidad y sus respectivas tablas de calidad.

Área de recolección de muestras y Puntos ya Investigados

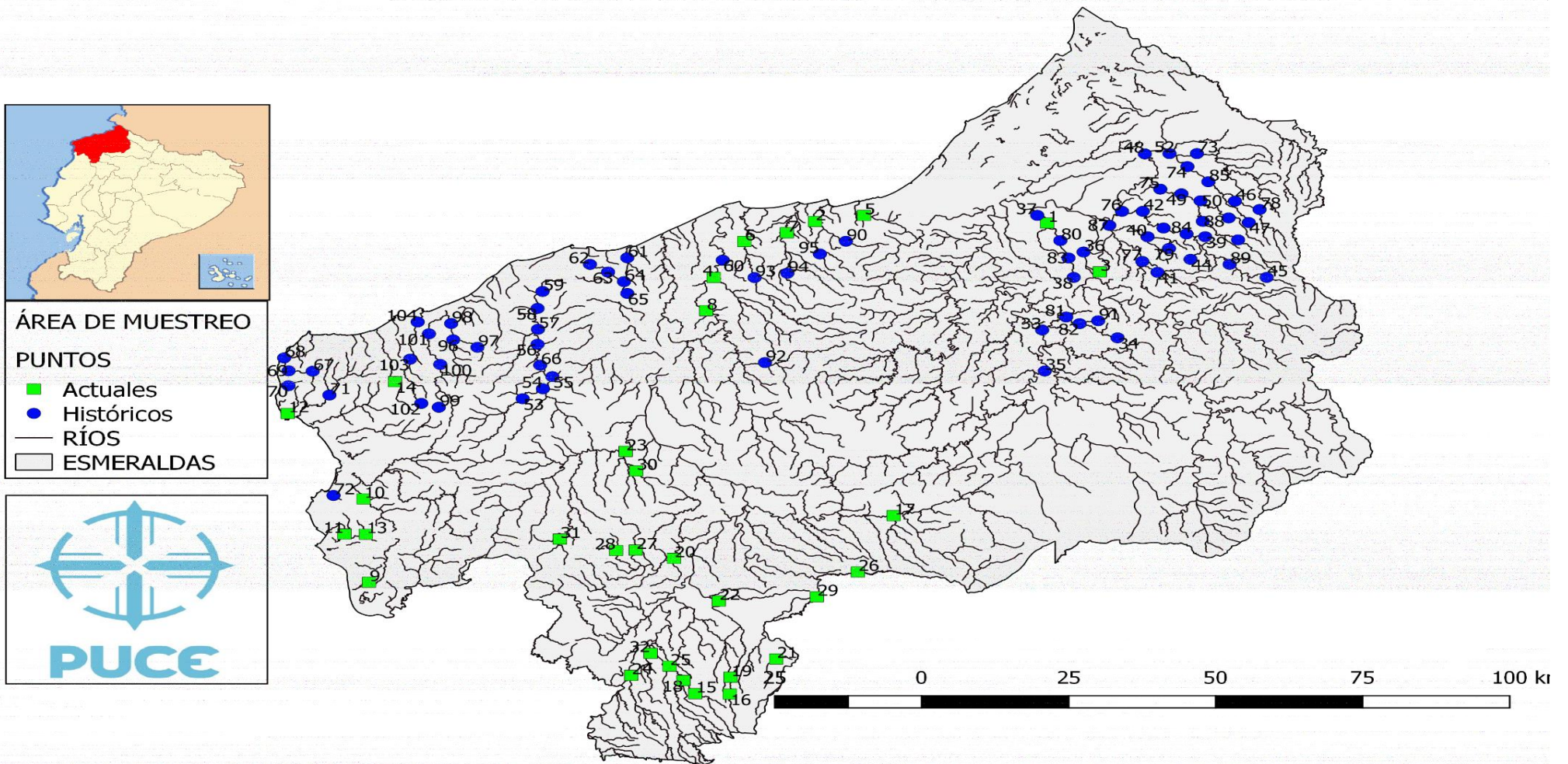


Figura 1: Área de muestreo de la provincia de Esmeraldas, con sus puntos históricos (Circulo Azul) y actuales (Cuadrados Verdes).

Trabajo de campo

Caracterización de área

Se realizó un análisis visual semicuantitativo que se basa en describir brevemente el área por donde circula el cauce y determinar si hay o no presencia de actividades humanas.⁽¹⁷⁾ A más de ello se tomó información sobre el ancho del cauce⁽⁶⁾ y el tipo de sustratos de río en cada sitio de la recolección tomando en cuenta la clasificación propuesta por AQEM en 2002 tabla 1.

Muestreo de macroinvertebrados.

Al haber varios sitios de colecta, se utilizó el método de muestreo multihábitat⁽⁴³⁾ que se basa en coleccionar macroinvertebrados en distintos tipos de sustrato que se encuentran en el lecho de un río⁽⁴⁴⁾; esto se logró determinar mediante la observación desde la ribera del cauce para no perturbar el área de colecta de macroinvertebrados, permitiendo divisar dos grupos de sustrato mineral y vegetal esto se observa en la tabla 1.⁽⁴⁵⁾

Tabla 1: Clasificación de los tipos de sustrato que se pueden encontrar en un río AQEM 2002.

TIPOS	CARACTERISTICAS
<i>Sustrato mineral</i>	
Rocas y bloques	Diámetro mayor >25cm
Cantos	Diámetro 6-25cm
Guijarros	Diámetro 2-6cm
Grava	Diámetro 0,2-2cm
Arena	Partículas de 6µm a 2mm, tacto áspero
Limo/arcilla	Partículas < 6µm, tacto suave
<i>Sustrato orgánico</i>	
Masas flotantes	Macrófitos flotantes, masas de bacterias, hongos, musgos o algas, acompañados de detritos
Algas	Algas filamentosas, Diatomeas
Macrófitos sumergidos	Macrófitos, incluidas briófitas y caráceas.
Macrófitos emergentes	Por ejemplo: <i>Typha, Carex, Phragmites</i>
Partes vivas de vegetación terrestre	Raíces o ramas de vegetación riparia
Madera muerta	Troncos, ramas, madera muerta
MOPG	Detritos grueso(>1mm):hojas, etc
MOPF	Detritos finos. No se distinguen sus constituyentes.

Nota: Materia orgánica particulada gruesa (MOPG) y materia orgánica particulada fina (MOPF).

La colecta de macroinvertebrados se realizó una vez por punto, abarcando un área de 25m², dentro de este se escogieron de 3 a 5 hábitats y se procedió a coleccionar 2 réplicas por cada uno de estos hábitats formando así una muestra compuesta; el muestreo se llevó a cabo en la temporada de lluvias desde el mes de febrero al mes de julio del 2018. Para la recolección de las muestras se utilizó una red estándar de 500 µm de malla⁽⁴⁶⁾ y el tiempo estimado para la recolección en cada punto fue de 15 minutos.⁽¹⁷⁾

Cabe mencionar que para extraer la muestra de macroinvertebrados, se colocó la red en contra del flujo del cauce y mediante patadas se realizó la remoción del sustrato, luego de ello se procedió a limpiar la muestra mediante tamices de 0.5 cm y 500 µm para reducir la carga de sustrato obtenido.⁽¹⁾ Posteriormente se colocó la muestra compuesta en un frasco de litro y medio con alcohol al 70 % y 10 ml de formol para luego ser ubicadas en un cooler con hielo, alejada del sol y ser transportada al laboratorio.⁽⁴⁷⁾

Selección de parámetros a evaluar

Se trabajó con 10 parámetros físicos y químicos los cuales fueron oxígeno disuelto, pH, temperatura, conductividad, sólidos disueltos, fósforo, nitrógeno, turbidez, sólidos totales en suspensión y amonio, que son utilizados para estimar el estado ambiental de un cauce.

Muestreo del agua

De manera *in situ*, por medio del medidor Milwaukee MI 805 y MI600, se determinaron los parámetros físicos químicos como pH, Temperatura, oxígeno disuelto, sólidos disueltos y conductividad. Además, se tomaron muestras de agua en cada punto de muestreo por medio de botellas plásticas oscuras de 1 lt. Estas muestras se realizaron antes de la colecta de macroinvertebrados y en lugares en los que no se vea afectada la recolección de dicha macrofauna, cada botella se etiquetó con el punto donde se realizó la colecta⁽⁶⁾ y se las conservó en un cooler con hielo para su posterior análisis.

Trabajo de laboratorio

Análisis de parámetros físico químicos en laboratorio

En el laboratorio se realizó el análisis paramétrico de las muestras de agua tomadas en campo, empleando los colorímetros HANNA modelo hi 707 y 713 para medir fosfatos y nitritos, además se dispuso del colorímetro HACH modelo DR900 para determinar turbidez y sólidos totales disueltos.⁽³¹⁾

Análisis de macroinvertebrados en laboratorio

Para el análisis y limpieza de las muestras se emplearon bandejas plásticas con fondo blanco, lámparas de luz blanca, pinzas y lupas. Los macroinvertebrados obtenidos de la limpieza se colocaron en frascos de 100 ml con alcohol y rotulados debidamente con el punto del cual proviene dicha muestra. Posteriormente, para la identificación taxonómica se colocó los organismos en una caja petri y se los identificó por medio de un microscopio Dino-Lite y las claves dicotómicas propuestas por Martínez- Sanz en 2013.⁽¹⁷⁾

Análisis estadístico

Índice BMWP/col

Este índice se utilizó para determinar las familias que presentan cierto nivel de sensibilidad o tolerancia a alteraciones de carácter antropogénico, porque califica los grupos taxonómicos asignándoles valores a las familias ante las alteraciones de su hábitat.⁽⁴⁸⁾ En la anexo 3 y 4 se puede observar los distintos órdenes y familias, a su vez se denota el valor que se le asignan a estos órdenes siendo que el número 10 indica alta sensibilidad y el número 1 alta tolerancia a contaminantes.⁽⁴⁹⁾

Análisis de datos

Para estimar la calidad del agua se realizaron tablas con el índice BMWP, el cual permitió asignar las variantes de calidad las cuales van de mala a alta, asimismo se le asignó códigos en colores de rojo a azul respectivamente que reflejaban la calidad ya mencionada; esta

diferenciación se realizó considerando el percentil 95 del valor máximo obtenido en el estudio, como límite inferior, del primer grupo que corresponde al de mayor calidad; es decir que por encima de este se encuentran lugares con mínima intervención (alta calidad); el percentil 80 del valor máximo, como límite inferior del segundo grupo que corresponde al rango de intervención leve (calidad buena); el percentil 60 del valor máximo, como límite inferior del tercer grupo que corresponde al rango de intervención importante (calidad media); el percentil 30 del valor máximo, como límite inferior del cuarto grupo que corresponde al rango de intervención grave (calidad escasa); y todo lugar que esté por debajo del valor anterior, sería el quinto grupo que corresponde al rango de intervención muy grave (calidad mala).

Adicionalmente, en el programa PAST se recurrió al análisis estadístico de correlación de Spearman, el cual permitió obtener datos estadísticamente significativos que muestran la relación que existe entre la riqueza absoluta de los organismos y los parámetros físicos y químicos, todo ello para verificar si existe algún tipo de dependencia entre las condiciones ambientales y la frecuencia y presencia de macroinvertebrados.⁽⁶⁾

CAPÍTULO III: RESULTADOS

Revisión bibliográfica

En la tabla 2, se muestra el resultado del primer objetivo propuesto en esta investigación, el cual es la búsqueda bibliográfica de estudios realizados con la temática de bioindicación con macroinvertebrados en los cauces de la provincia de Esmeraldas; dando un total de 7 investigaciones con 72 puntos de colecta en los cantones de San Lorenzo, Eloy Alfaro, Rioverde, Esmeraldas y Muisne.

Tabla 2: Datos Históricos de calidad de cauces.

FUENTE	ZONA	PUNTOS
Informe final de observación de calidad de agua- Rebolledo et al 2014.	Eloy Alfaro y San Lorenzo	20
La riqueza de macroinvertebrados Importancia de las zonas costeras corrientes tropicales de Esmeraldas uso e implicaciones- Martinez Sanz et al 2014.	Río Verde, Estero Camarones, Estero tachina: I,II,III,IV; Tabiazo, Estero Chipa, Estero PI Antano Bajo, Estero PI Antano Alto, Estero Quingue, San Francisco y Estero Mompiche	13
Caracterización de la calidad de agua del río Teaone utilizando macroinvertebrados bentónicos como bioindicadores- Guijarro 2015.	Río Teaone	7
Efectos de la minería aurífera sobre la calidad del agua y las comunidades de macroinvertebrados en los ríos del norte de Ecuador Rodríguez 2018.	Eloy Alfaro y San Lorenzo	17

Reporte del estado ecológico de cursos de agua asociados al proyecto multipropósito.	Rioverde	6
Uso de macroinvertebrados como método de evaluación de la calidad de agua del río Sálima 2018.	Río Atacames	3
Uso de peces y macroinvertebrados como indicadores del estado ecológico a lo largo de un gradiente altitudinal Pedro Jiménez(No publicado).	Atacames y Súa	6
Total		72

Descripción del área

Como se observa en la Tabla 3, se estableció que sólo 4 de los 32 ríos muestreados no presentaron una influencia representativa del ser humano. Adicionalmente, se determinó que en los cauces del área de Rioverde predomina el sustrato rocoso, mientras que en el sector de Muisne se encontró que los afluentes presentan en su mayoría sustrato con grava y en el sector de Quinindé se determinaron cuatro tipos de sustratos predominantes: rocoso, grava, hoja y troncos.

Tabla 3: Descripción de los puntos muestreados.

LUGAR	AN (m)	SUS	IF	DESCRIPCIÓN
Mate	15	Grava, hoja y arena	Si	Parador turístico, Semi-boscoso
Rioverde	20	Roca, limo, vegetación de ribera y arena	Si	Sembrío, fincas, - Vegetación de ribera
Chontaduro	10	Roca, grava y arena	Si	fincas , poblado y plantaciones
Pila	12	Roca, hoja, vegetación de ribera y limo	Si	boscoso, -vegetación de ribera y plantación
Lagarto	11	roca, arena y grava	Si	Poblado, ganadería, plantación, parador turístico
Vainilla	18	roca, grava, vegetación de ribera y hoja	Si	Semi boscoso, vegetación de ribera, poblado y puente
Daule 2	14	arena, grava, hoja y cantos	No	Semi boscosa, puente y camaroneras
Tongora	5	Arena, grava, masas flotantes y vegetación de ribera	Si	Boscoso, puente y -vegetación de ribera
Tres vías	11	Grava, limo y masas flotantes.	Si	Boscoso, vegetación de ribera, poblado y plantaciones
Salima	7	grava, canto, troncos y arena	Si	Semi-boscoso, - vegetación de ribera y camaronera
Daule 1	13	Grava, guijarros y arena	No	Puente, semi boscoso y - vegetación de ribera.
Río María	9	hoja, limo y grava	Si	Puente, poblado, -boscoso y - vegetación de ribera
Santiago	35	Roca, cantos y guijarros	Si	Parador turístico, poblado, -boscoso y -vegetación de ribera
Estero Ancho	9	rocagrava, hoja y tronco	Si	Semi boscoso e vegetación de ribera
Cupa	11	roca-arena, masas flotantes y grava	Si	Vegetación de ribera, poblado y semi boscoso
Blanco	28	roca, canto, guijarro y vegetación de ribera	No	Boscoso, vegetación de ribera y puente
Cocola	5	arena-grava, algas y hojas	Si	Puente,-vegetación de ribera y poblado
Colorado	4	Grava, cantos, arena y vegetación	Si	Puente,-vegetación de ribera y poblado

Campo	8	Roca, grava, hoja y tronco	Si	Semi-boscoso, sembrío y pasto
Silencio Chico	6	Hoja y grava, vegetación de ribera	Si	Sembrío, plantaciones y – vegetación de ribera
Cucaracha	13	Hoja, roca, tronco, masas flotantes	Si	Puente,-vegetación de ribera, parador turístico y plantaciones
Viche	8	Grava, hoja, roca, guijarros y algas	Si	Puente, +vegetación de ribera, boscoso
Coninde	16	Roca, hoja, tronco y guijarros	Si	Plantaciones y semi-boscosa
Agua Clara	14	arena-guijarros, hoja, masas flotantes.	Si	Parador turístico, sembríos y vegetación de ribera
Sabalo	22	rocoso grava, hoja	Si	Plantaciones, puente, -vegetación de ribera y bosque
Quinindé	40	Roca madre, guijarros, hoja hojarasca-grava, tronco, masas flotantes y vegetación de ribera	Si	Puerto fluvial, semi-boscoso y vegetación ribera
Tramposo	8	roca, guijarros, cantos, hoja graba-roca, hoja, algas y vegetación de ribera	No	Pasto, +vegetación de ribera y bosque
Mache	26	arenoso-grava, limo, masas flotantes	si	ganadería, pasto y-vegetación de ribera-bosque
Cube	19	arenoso-grava, limo, masas flotantes	si	Semi boscosa, puente, ganado/pasto y sembríos.
Herrera	15	arenoso-grava, hoja, limo	si	Vegetación de ribera, semi boscosa, puente y plantaciones
San Andrés	12	rocoso- hojarasca, limo, algas y cantos	si	Poca vegetación de ribera, puente y plantaciones
Chucaple	13		si	Semi boscosa, puente y plantaciones

Nota: Ancho del cauce (AN), tipo de sustrato (SUS), presencia de personas o alguna actividad (IF), (+/-) mayor o menor vegetación.

Parámetros físico químicos del agua.

En la tabla 4, se exhiben los parámetros tomados *in situ* de cada locación de muestreo durante los meses de estudio, donde el valor máximo de oxígeno disuelto es 9.4 mg/l y un valor mínimo de 4.5 mg/l; la temperatura osciló entre 24,4 °C y 32.4 °C, mientras que el pH

presentó valores que van de 6.3 a 8.5; en cuanto a conductividad, se presentó un valor máximo de 1151 $\mu\text{s}/\text{cm}$ y valor mínimo de 56 $\mu\text{s}/\text{cm}$; a su vez los sólidos disueltos presentaron valores que van desde 30 ppm a 621 ppm.

Tabla 4: Parámetros tomados de manera in situ de los puntos de muestreo.

LUGAR	CLAVE	SITIO N°	OD mg/l	PH	T°	CD $\mu\text{s}/\text{cm}$	TDS ppm
<i>Rioverde</i>							
Mate	Mt	6	7	7,6	26,4	216	117
Rioverde	Rv	8	7	7,7	27,3	237	125
Chontaduro	chon	4	6,6	7,7	26,8	225	121
Pila	Pl	7	4,5	7,8	27,9	350	133
Lagarto	Lg	2	6,3	7,4	27,2	1151	621
Vainilla	Vai	5	7,4	7,4	27,5	354	141
<i>Muisne</i>							
Daule 2	DI2	13	8,9	8	32,4	429	231
Tóngora	Tg	12	7,2	7,4	30,7	387	209
Tres Vías	Tv	10	7,3	7,1	26,8	263	142
Salima	Sal	9	7,5	7,9	29,7	236	128
Daule 1	DI1	11	8,4	7,6	29,8	224	120
<i>Eloy Alfaro</i>							
Río María	Rm	1	5,6	6,8	27,1	62	32
Santiago	S	3	8,2	7,5	25,4	38	19
<i>Atacames</i>							
Estero Ancho	Ea	14	7,1	7,7	26,2	390	210
<i>Quinindé</i>							
Cupa	Ca	20	6,8	7,3	25,9	192	104
Blanco	Bl	22	7,7	7,2	24,8	66	35
Cocola	Cc	16	7,1	6,9	27,1	124	67
Colorado	Cl	19	5,2	6,3	26,5	56	30
Campo	Cp	15	7,3	7,1	26,4	64	36
Silencio Chico	SCh	21	7,3	6,7	25,4	86	46
Cucaracha	Cu	18	6,2	6,6	26,1	65	35
Viche	V	23	7,6	7,8	26,2	385	204
Conindé	Cn	17	7,2	7,2	24,4	72	36
Agua Clara	Ac	26	8,5	7,7	25,7	65	35
Sábalo	Sb	29	7,8	8,4	26,2	56	31
Quinindé	Q	24	7,3	7,1	25,6	122	51
Tramposo	Tr	32	5,8	7,1	24,7	101	55
Mache	Mch	25	9,2	8,1	25,6	73	38
Cube	Cb	31	7,1	7,9	24,7	243	132
Herrera	H	28	9	8,4	26,6	391	211
San Andrés	Sa	27	6,6	7,6	26,1	881	205

Chucaple Chup 30 9,4 8,5 27,8 534 288

Nota: Oxígeno disuelto (OD), Potencial de Hidrogeno (Ph), Temperatura (T°), Conductividad (CD) y Solidos Disueltos (TDS).

Con respecto a los parámetros analizados en laboratorio, se obtuvo que el fosfato presentó valores que van desde 0,2 mg/L hasta 2.66 mg/L; en cuanto al nitrito se obtuvieron valores que rondan entre 1 mg/L y 21 mg/L; a su vez la turbidez presentó variantes entre un rango de 2 FAU como valor mínimo y 162 FAU; otro parámetro que se determino fue los Sólidos Totales en Suspensión (TSS) con valores de 2 mg/L inicialmente y terminan con un valor de 155 mg/L; por último tenemos al amonio con valores de 0.02 hasta 0,34, todo ello se observa en la tabla 5.

Tabla 5: Parámetros analizados en el laboratorio de cada punto de muestreo.

LUGAR	CLAVE	SITIO Nº	FOST mg/l	NI mg/l	TUB fau	TSS mg/l	AMO mg/l
<i>Rioverde</i>							
Mate	Mt	6	1,59	5	47	56	0,04
Rioverde	Rv	8	0,73	12	34	37	0,03
Chontaduro	chon	4	1,25	1	17	23	0,2
Pila	Pl	7	2,66	15	12	11	0,02
Lagarto	Lg	2	1,47	9	30	29	0,06
Vainilla	Vai	5	0,77	11	10	5	0,03
<i>Muisne</i>							
Daule 2	DI2	13	0,62	17	6	13	0,09
Tóngora	Tg	12	0,44	7	4	12	0,04
Tres Vías	Tv	10	0,6	10	30	22	0,02
Salima	Sal	9	0,2	7	44	38	0,03
Daule 1	DI1	11	0,35	12	51	42	0,02
<i>Eloy Alfaro</i>							
Río María	Rm	1	0,11	11	11	7	0,06
Santiago	S	3	0,15	6	5	10	0,05
<i>Atacames</i>							
Estero Ancho	Ea	14	0,91	14	162	155	0,23
<i>Quinindé</i>							
Cupa	Ca	20	0,65	8	140	143	0,23
Blanco	Bl	22	0,23	5	23	22	0,04
Cocola	Cc	16	0,41	21	7	11	0,03
Colorado	Cl	19	0,03	5	5	9	0,02
Campo	Cp	15	0,18	3	21	16	0,02

Silencio Chico	SCh	21	0,34	12	18	10	0,01
Cucaracha	Cu	18	0,27	8	14	14	0,07
Viche	V	23	0,77	13	25	23	0,03
Conindé	Cn	17	0,34	14	5	7	0,03
Agua Clara	Ac	26	0,16	8	7	5	0,01
Sabalo	Sb	29	0,1	5	4	4	0,03
Quinindé	Q	24	0,13	5	6	3	0,02
Tramposo	Tr	32	0,28	12	13	12	0,01
Mache	Mch	25	0,01	7	8	6	0,1
Cube	CbA	31	0,35	4	4	3	0,06
Herrera	H	28	0,55	8	3	7	0,03
San Andrés	Sa	27	0,62	8	6	2	0,03
Chucaple	Chup	30	0,43	4	2	2	0,02

Nota: Fosforo (FOST), Nitrógeno (NI), Turbidez (TUB), Solidos totales en suspensión (TSS) y Amonio (AMO).

Muestreo de macroinvertebrados

En el muestreo de macroinvertebrados, se recolectó un total de 33559 macroinvertebrados distribuidos en 17 órdenes y 52 familias, además se presentó un grupo que se le asignó el nombre de Otros, donde mayoritariamente se observaron pupas de macroinvertebrados los cuales hicieron un total de 229 individuos, esto se aprecia en el anexo 6.

En este estudio, las familias Leptohyphidae, Letophlebitidae y Baetidae del orden Ephemeroptera se presentaron en todas las estaciones de recolección. De igual manera la familia Elmidae del orden Coleoptera e Hydropsychidae del orden Trichoptera, se presentaron en todas las estaciones de muestreo excepto en el río Mate (Mt). Por el contrario, se observaron familias que en todo el estudio se presentaron una vez en un punto determinado, las cuales son Lymnaeidae, Chrysomelidae, Oligoneuriidae, y Sphaeridae.

Datos Conjuntos

En la tabla 6 y Figura 2 se reúnen los datos actuales con los históricos, es decir que, de 104 puntos muestreados en la provincia, 72 puntos se obtuvieron de la revisión bibliográfica y 32 se realizaron en el presente estudio.

Mediante el índice BMWP, se muestra el estado de calidad de los ecosistemas dulceacuícolas, o sea que de todos los puntos muestreados en Esmeraldas 13 puntos

manifiestan calidad mala, 38 puntos que presentan una calidad escasa, seguido de 15 puntos con calidad media, 25 puntos con calidad buena y 13 puntos con calidad alta.

Tabla 6: Datos globales del BMWP presentados por sitios, intervención, calidad, color y fuente.

SITIO N°	NOMBRE	BMWP	INTER- VENCIÓN	CALIDAD	COLOR	FUENTE
1	Río María	66	Grave	Escasa	Anaranjado	Presente Estudio
2	Lagarto	72	Grave	Escasa	Anaranjado	Presente Estudio
3	Santiago	89	Grave	Escasa	Anaranjado	Presente Estudio
4	Chontaduro	72	Grave	Escasa	Anaranjado	Presente Estudio
5	Vainilla	82	Grave	Escasa	Anaranjado	Presente Estudio
6	Mate	67	Grave	Escasa	Anaranjado	Presente Estudio
7	Pila	78	Grave	Escasa	Anaranjado	Presente Estudio
8	Rioverde	56	Grave	Escasa	Anaranjado	Presente Estudio
9	Salima	69	Grave	Escasa	Anaranjado	Presente Estudio
10	Tres Vías	71	Grave	Escasa	Anaranjado	Presente Estudio
11	Daule 1	77	Grave	Escasa	Anaranjado	Presente Estudio
12	Tóngora	76	Grave	Escasa	Anaranjado	Presente Estudio
13	Daule 2	121	Leve	Buena	Verde	Presente Estudio
14	E. Ancho	123	Leve	Buena	Verde	Presente Estudio
15	Campo	115	Importante	Media	Amarillo	Presente Estudio
16	Cocola	99	Importante	Media	Amarillo	Presente Estudio
17	Conindé	128	Leve	Buena	Verde	Presente Estudio
18	Cucaracha	153	Mínima	Alta	Azul	Presente Estudio
19	Colorado	66	Grave	Escasa	Anaranjado	Presente Estudio
20	Cupa	77	Grave	Escasa	Anaranjado	Presente Estudio
21	S. Chico	100	Importante	Media	Amarillo	Presente Estudio
22	Blanco	104	Importante	Media	Amarillo	Presente Estudio
23	Viche	102	Importante	Media	Amarillo	Presente Estudio
24	Quinindé	126	Leve	Buena	Verde	Presente Estudio
25	Mache	129	Leve	Buena	Verde	Presente Estudio
26	Agua Clara	145	Leve	Buena	Verde	Presente Estudio
27	San Andrés	137	Leve	Buena	Verde	Presente Estudio
28	Herrera	129	Leve	Buena	Verde	Presente Estudio
29	Sábalo	134	Leve	Buena	Verde	Presente Estudio
30	Chucaple	165	Mínima	Alta	Azul	Presente Estudio
31	Cube A	132	Leve	Buena	Verde	Presente Estudio
32	Tramposo	189	Mínima	Alta	Azul	Presente Estudio
33	U. C. Zapayito	8	Muy grave	Mala	Rojo	Rebolledo <i>et al</i> 2014
34	Z. Juan Montalvo	36	Muy grave	Mala	Rojo	Rebolledo <i>et al</i> 2014
35	C. San Miguel	27	Muy grave	Mala	Rojo	Rebolledo <i>et al</i> 2014
36	Las Antonias	44	Grave	Escasa	Anaranjado	Rebolledo <i>et al</i> 2014
37	E.M San Agustín	27	Muy grave	Mala	Rojo	Rebolledo <i>et al</i> 2014
38	E.M Alto	56	Grave	Escasa	Anaranjado	Rebolledo <i>et al</i> 2014

39	E. San Francisco	141	Mínima	Alta	Azul	Rebolledo <i>et al</i> 2014
40	Wimbicito	32	Muy grave	Mala	Rojo	Rebolledo <i>et al</i> 2014
41	Wimbi	66	Grave	Escasa	Anaranjado	Rebolledo <i>et al</i> 2014
42	Cachabí Urbina	9	Muy grave	Mala	Rojo	Rebolledo <i>et al</i> 2014
43	Cachabí Los Ajos	17	Muy grave	Mala	Rojo	Rebolledo <i>et al</i> 2014
44	Cachabí San José	11	Muy grave	Mala	Rojo	Rebolledo <i>et al</i> 2014
45	E. Enami Ep	67	Grave	Escasa	Anaranjado	Rebolledo <i>et al</i> 2014
46	Mínas Viejas	39	Muy grave	Mala	Rojo	Rebolledo <i>et al</i> 2014
47	San José Durango	79	Grave	Escasa	Anaranjado	Rebolledo <i>et al</i> 2014
48	Bogotá La Boca	7	Muy grave	Mala	Rojo	Rebolledo <i>et al</i> 2014
49	Bogotá Peñalisa	31	Muy grave	Mala	Rojo	Rebolledo <i>et al</i> 2014
50	Durango Seferino	144	Mínima	Alta	Azul	Rebolledo <i>et al</i> 2014
51	Valle la Virgen	44	Grave	Escasa	Anaranjado	Rebolledo <i>et al</i> 2014
52	Palabí	114	Leve	Buena	Verde	Rebolledo <i>et al</i> 2014
53	Teaone P1	130	Leve	Buena	Verde	Guijarro 2015
54	Teaone P2	102	Importante	Media	Amarillo	Guijarro 2015
55	Teaone P3	82	Grave	Escasa	Anaranjado	Guijarro 2015
56	Teaone P4	79	Grave	Escasa	Anaranjado	Guijarro 2015
57	Teaone P5	56	Grave	Escasa	Anaranjado	Guijarro 2015
58	Teaone P6	62	Grave	Escasa	Anaranjado	Guijarro 2015
59	Teaone P7	54	Grave	Escasa	Anaranjado	Guijarro 2015
60	Rioverde	104	Importante	Media	Amarillo	Sanz <i>et al</i> 2014
61	Camarones	84	Importante	Media	Amarillo	Sanz <i>et al</i> 2014
62	E.Tachina I	116	Leve	Buena	Verde	Sanz <i>et al</i> 2014
63	E.Tachina II	78	Grave	Escasa	Anaranjado	Sanz <i>et al</i> 2014
64	E.Tachina III	169	Mínima	Alta	Azul	Sanz <i>et al</i> 2014
65	E.Tachina IV	179	Mínima	Alta	Azul	Sanz <i>et al</i> 2014
66	E.Tabiazo	163	Mínima	Alta	Azul	Sanz <i>et al</i> 2014
67	Chipa	134	Leve	Buena	Verde	Sanz <i>et al</i> 2014
68	E.pl Bajo Etano	91	Importante	Media	Amarillo	Sanz <i>et al</i> 2014
69	E. pl Alto Etano	183	Mínima	Alta	Azul	Sanz <i>et al</i> 2014
70	E. Quingue	130	Leve	Buena	Verde	Sanz <i>et al</i> 2014
71	San Francisco	146	Mínima	Alta	Azul	Sanz <i>et al</i> 2014
72	Monpiche A	141	Mínima	Alta	Azul	Sanz <i>et al</i> 2014
73	Palabí R	105	Importante	Media	Amarillo	Pau Rodríguez 2018
74	Tululbí R	116	Leve	Buena	Verde	Pau Rodríguez 2018
75	Peñalisa	131	Leve	Buena	Verde	Pau Rodríguez 2028
76	C.San Javier	40	Muy grave	Mala	Rojo	Pau Rodríguez 2018
77	Uimbí	101	Importante	Media	Amarillo	Pau Rodríguez 2018
78	Tululbí	75	Grave	Escasa	Anaranjado	Pau Rodríguez 2028
79	Uimbicito	33	Muy grave	Mala	Rojo	Pau Rodríguez 2018
80	San Agustín	98	Importante	Media	Amarillo	Pau Rodríguez 2018
81	El parto 1	123	Leve	Buena	Verde	Pau Rodríguez 2028
82	Zapallito Q	98	Importante	Media	Amarillo	Pau Rodríguez 2018
83	María A	114	Leve	Buena	Verde	Pau Rodríguez 2018
84	E. Comba	135	Leve	Buena	Verde	Pau Rodríguez 2028

85	SJ Durango	123	Leve	Buena	Verde	Pau Rodríguez 2018
86	E. Durango	79	Grave	Escasa	Anaranjado	Pau Rodríguez 2018
87	Uimbicito2	79	Grave	Escasa	Anaranjado	Pau Rodríguez 2028
88	VII la Virgen 2	86	Importante	Media	Amarillo	Pau Rodríguez 2018
89	SJ Cachaví	61	Grave	Escasa	Anaranjado	Pau Rodríguez 2018
90	Pizares	58	Grave	Escasa	Anaranjado	Rebolledo 2013
91	Chumundé	58	Grave	Escasa	Anaranjado	Rebolledo 2013
92	Maribe	47	Grave	Escasa	Anaranjado	Rebolledo 2013
93	Mate	43	Grave	Escasa	Anaranjado	Rebolledo 2013
94	Ostiones	52	Grave	Escasa	Anaranjado	Rebolledo 2013
95	Piquigual	77	Grave	Escasa	Anaranjado	Rebolledo 2013
96	Las mareas	112	Leve	Buena	Verde	Mora 2018
97	Chapil	156	Mínima	Alta	Azul	Mora 2018
98	Salm M P.salima	122	Leve	Buena	Verde	Mora 2018
99	Atacames A	110	Leve	Buena	Verde	Jiménez no publicado
100	Atacames M	68	Grave	Escasa	Anaranjado	Jiménez no publicado
101	Atacames B	69	Grave	Escasa	Anaranjado	Jiménez no publicado
102	Súa A	191	Mínima	Alta	Azul	Jiménez no publicado
103	Súa M	130	Leve	Buena	Verde	Jiménez no publicado
104	Súa B	105	Importante	Media	Amarillo	Jiménez no publicado

Nota: Alto (A), Medio (M), Bajo (B), San José (SJ), Estero (E), Aquí me quedo (Q), Cachaví y Cayapas (C),

Ricaute (R) y Unión (U).



ESTADO DE CALIDAD DE AGUA DE LOS RÍOS DE LA PROVINCIA DE ESMERALDAS

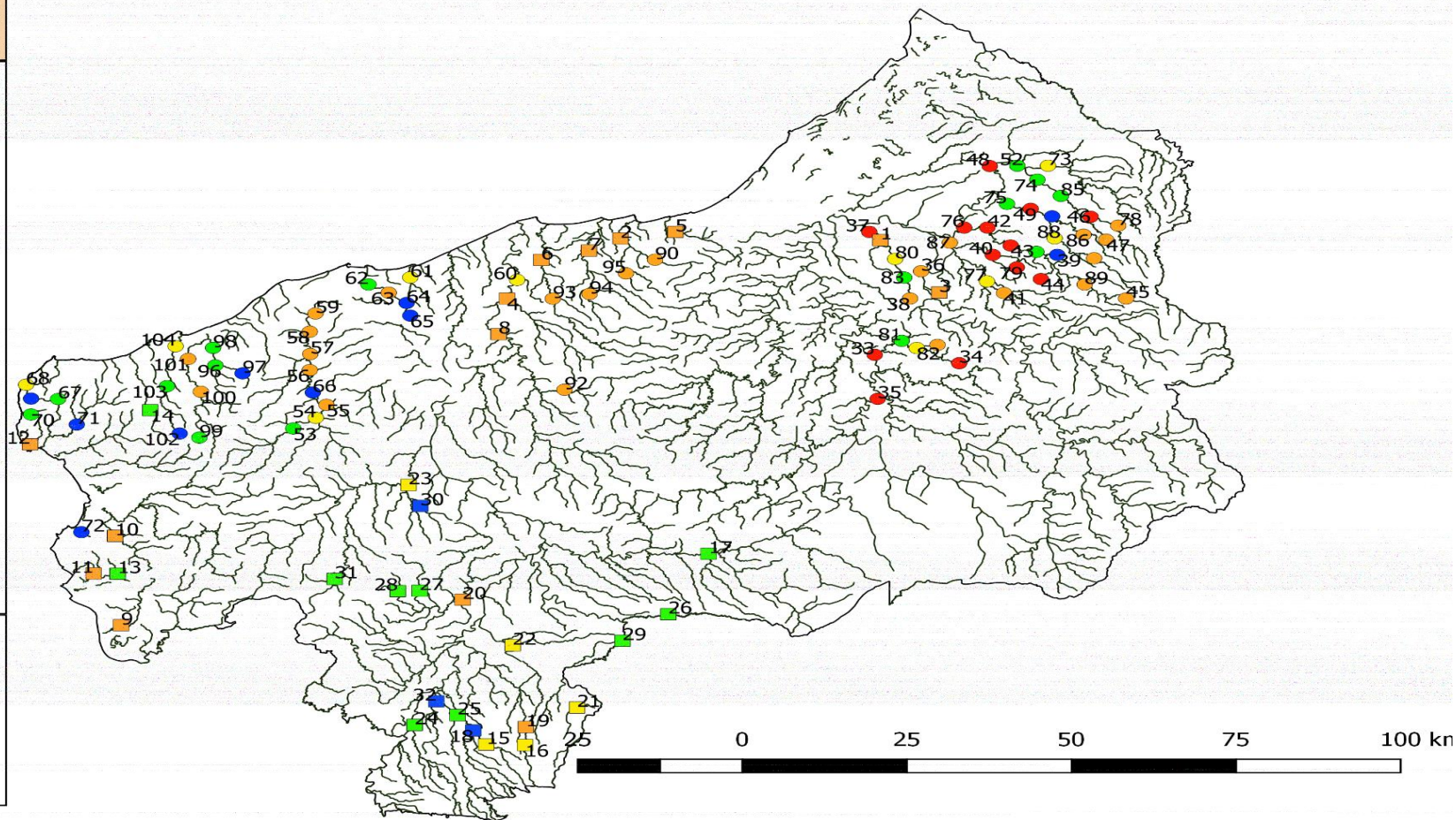


Figura 2: Representación del BMWP global en los 104 puntos muestreado; a su vez, se presentan los puntos históricos y actuales expresados en círculos, y cuadros respectivamente.

Correlación

El análisis estadístico de correlación de Spermán reveló la interacción significativamente positiva que tiene la familia Libellulidae del orden Odonata con el oxígeno disuelto, como se observa en la Tabla 9 esta alcanza un valor de 0.45 significando que este parámetro tiene gran influencia en esta familia, esto se ve reflejado en el estudio, porque en lugares donde el oxígeno disuelto llegaba a cantidades de 9 mg/l a 9,4 mg/l aumentaba la presencia de los individuos de esta familia.

De igual manera, se obtuvieron varias interacciones significativamente positivas entre el pH y las familias Simuliidae, Tipulidae, Baetidae, Leptophlebiidae, Naucoridae, Hydropsychidae y Libellulidae; las cuales superaban el valor de 0.40 significando que este parámetro tiene gran influencia en dichas familias, ya que los datos proporcionados por este estudio muestran que cuando el pH alcanzaba o superaba el valor de 8, es decir, era más básico en comparación a las otras estaciones, las mismas mostraron un aumento en los individuos de las familias ya mencionadas. Por el contrario, la familia Cyclopdellidae presentó una relación significativamente negativa con un valor de -0.403, dando a entender, que donde el pH era más ácido con cifras por debajo de 7 existía mayor cantidad de estos organismos, indicando que esta familia prolifera en lugares que presentan pH ácidos.

Por otro lado, se observa que la familia Planorbidae y Thiaridae se encuentran influenciadas por la mayor conductividad mostrando una relación significativamente positiva de 0.702 y 0.53 respectivamente, dado que estas familias se presentaron en mayor cantidad en sitios donde la conductividad fue elevada alcanzando los 800 μ s/cm a 1100 μ s/cm en comparación a otros sitios. La Turbidez muestra una relación significativamente positiva con las familias Hydraacarina y Physidae presentando valores de 0.473 y 0.520 respectivamente; se evidenció que estos organismos se presentaron en mayor medida en lugares donde la turbidez fue elevada. Por último, se observa que los parámetros de temperatura, fosfato y nitrógeno no presentaron valores de significancia.

Tabla 7: Relación de parámetros físico químicos con las familias obtenidas a lo largo de la investigación.

	OD	pH	T°	CD	FOST	NI	TURB	AM
Acari								
Hydraacarina	-0,056	-0,224	-0,152	-0,151	-0,055	-0,084	0,473	0,361
Basommatophora								
Physidae	0,082	-0,017	0,158	-0,050	-0,025	0,061	0,520	0,320
Planorbidae	-0,295	-0,014	0,106	0,702	0,320	0,109	-0,073	-0,113
Lymnaeidae	0,008	-0,273	-0,142	-0,125	-0,071	0,125	-0,031	-0,135
Coleóptera								
Chrysomelidae	0,008	-0,273	-0,142	-0,125	-0,071	0,125	-0,031	-0,135
Dytiscidae	-0,009	-0,099	-0,245	-0,136	-0,071	0,207	-0,097	-0,073
Elmidae	-0,115	0,162	-0,177	-0,064	0,126	0,119	-0,095	-0,171
Psepheniidae	-0,019	0,029	-0,282	-0,194	-0,207	0,110	-0,143	-0,129
Ptilodactylidae	0,309	0,198	-0,150	-0,003	-0,215	-0,140	-0,174	-0,167
Decápoda								
Atyidae	-0,169	0,012	0,224	0,150	0,159	0,073	0,054	-0,130
Palaemonidae	0,024	0,150	0,318	-0,003	-0,094	-0,058	0,101	-0,080
Pseudothelphusidae	0,057	0,110	-0,060	0,097	0,072	0,166	0,004	-0,073
Trichodactylidae	0,125	-0,060	0,276	-0,067	-0,095	0,107	0,114	-0,083
Díptera								
Ceratopogonidae	-0,099	-0,066	-0,034	-0,237	-0,320	-0,049	-0,235	-0,192
Chironomidae	0,383	0,347	-0,066	-0,036	-0,259	-0,137	-0,284	-0,182
Simuliidae	0,331	0,495	-0,266	-0,154	-0,264	-0,336	-0,263	-0,041
Stratiomyidae	-0,269	-0,297	-0,226	-0,214	-0,168	-0,015	-0,076	-0,135
Tabanidae	0,022	0,189	-0,261	-0,089	-0,112	-0,111	-0,188	-0,070
Tipulidae	0,296	0,439	0,207	0,147	-0,181	0,019	-0,308	-0,061
Ephemeroptera								
Baetidae	0,323	0,453	-0,090	0,170	-0,098	-0,226	-0,096	-0,019
Leptohyphidae	0,184	0,304	-0,145	0,063	-0,087	-0,102	-0,166	-0,189
Leptophlebiidae	0,198	0,411	-0,100	0,377	-0,163	-0,182	-0,182	-0,074
Oligoneuriidae	-0,172	-0,307	-0,070	-0,141	-0,094	-0,040	-0,052	0,052
Heteróptera								
Belostomatidae	0,008	-0,273	-0,142	-0,125	-0,071	0,125	-0,031	-0,135
Mesoveliidae	0,316	0,310	-0,119	0,006	-0,136	0,115	-0,220	-0,111
Naucoridae	0,395	0,403	0,176	0,152	-0,160	0,122	-0,284	-0,122
Notonectidae	0,009	-0,172	-0,141	-0,116	-0,150	-0,145	-0,096	-0,123
Veliidae	0,014	-0,038	-0,091	0,098	-0,066	-0,090	0,181	0,052
Lepidóptera								
Pyalidae	-0,210	-0,096	-0,313	-0,110	-0,147	0,027	-0,106	-0,132
Megalóptera								
Corydalidae	0,047	0,229	-0,279	-0,012	-0,109	-0,215	-0,151	-0,041
Mesogastrópoda								
Hydrobiidae	0,034	0,067	0,262	0,296	-0,015	-0,011	-0,141	-0,142

Thiaridae	-0,148	0,127	-0,026	0,537	0,145	-0,009	0,039	-0,108
Plecóptera								
Perlidae	-0,054	0,153	-0,312	-0,180	-0,194	-0,015	-0,176	-0,189
Odonata								
Calopterygidae	0,203	0,233	0,113	0,129	0,049	-0,126	-0,169	-0,104
Coenagrionidae	-0,071	0,047	-0,222	-0,023	-0,119	0,045	-0,041	-0,106
Gomphidae	0,155	0,225	-0,137	0,076	-0,061	-0,006	-0,149	-0,152
Libellulidae	0,457	0,469	-0,131	0,164	-0,185	-0,177	-0,231	-0,109
Megapodagrionidae	-0,200	-0,107	-0,232	-0,125	-0,069	0,065	0,029	-0,087
Platystictidae	-0,180	-0,081	-0,255	-0,135	-0,133	0,104	-0,046	-0,102
Oligochea								
Tubificidae	-0,068	0,179	-0,110	0,259	0,229	0,037	-0,225	-0,145
Trichoptera								
Glossosomatidae	0,259	0,189	-0,249	-0,294	-0,345	-0,131	-0,270	-0,204
Hydrobiosidae	0,137	0,337	-0,087	-0,174	-0,182	-0,172	-0,125	-0,109
Hydropsychidae	0,350	0,453	-0,246	-0,180	-0,299	-0,241	-0,223	-0,148
Hydroptilidae	0,316	0,373	0,035	0,177	-0,081	-0,235	-0,133	-0,119
Leptoceridae	-0,069	-0,006	-0,033	-0,070	-0,169	0,004	-0,199	-0,136
Limnephilidae	-0,086	0,023	-0,203	-0,057	-0,083	0,095	-0,100	-0,155
Philopotamidae	0,187	0,375	-0,197	-0,204	-0,276	-0,166	-0,194	-0,115
Polycentropodidae	0,256	0,176	-0,058	-0,162	-0,095	-0,220	-0,143	0,129
Tricladida								
Planariidae	-0,142	-0,242	-0,123	-0,204	-0,183	-0,057	-0,052	-0,015
Turbellaria								
Cyclobdellidae	-0,340	-0,403	-0,155	-0,114	-0,108	-0,200	0,013	-0,022
Veneroida								
Corbiculidae	0,015	-0,181	0,269	-0,090	0,053	0,261	0,052	-0,002
Sphaeridae	0,008	-0,273	-0,142	-0,125	-0,071	0,125	-0,031	-0,135
Otros	0,359	0,346	0,422	0,140	-0,002	0,339	0,062	0,124

Nota: oxígeno disuelto (OD), potencial de hidrogeno (pH), temperatura (T°), conductividad (CD), fosforo (FOST), nitrógeno (NI), turbidez (TURB), amonio (AM).

CAPITULO IV: DISCUSIÓN

Se han registrado variaciones en la frecuencia de organismos a todo lo largo de la época invernal, donde también aumenta gradualmente el nivel de los caudales en los ríos; según Alberto Ruiz⁽⁵⁰⁾, muestra cómo la temporada invernal afecta no solo a los parámetros, sino que también al volumen o número de individuos encontrados; datos proporcionados en su estudio muestran que se encontró mayor cantidad de individuos en la época de verano lo que nos permite concordar con él, ya que en el presente estudio se encontraron menos individuos en la mitad de la época invernal siendo esto los meses de febrero a marzo y mayor cantidad de macroinvertebrados en el mes de julio.

De igual manera Terneus *et al* ⁽³⁴⁾, menciona que existen parámetros ambientales que influyen en la dinámica poblacional de los macroinvertebrados, tales como micro hábitats, ingreso de materia orgánica y sólidos suspendidos, exposición a la luz y condiciones químicas; todas ellas se ven directamente influenciadas en temporada de invierno ocasionando disminución en la población de macroinvertebrados. De Pauw y Vanhooren⁽⁵¹⁾, indican que otro factor que puede influenciar en la época invernal es que muchas de las especies de macroinvertebrados se encuentran en fase de huevo o larva demasiado pequeños como para ser visualizadas.

En el presente estudio, la familia Libellulidae, del orden Odonata, presentó una correlación positiva con el oxígeno disuelto y esta familia se asocia a lugares muy poco perturbados y con altos niveles de oxígeno disuelto⁽⁵²⁾. En cuanto a la familia Physidae y Hydracarina, ambas mostraron una correlación positiva con la turbidez, ya que hubo mayor cantidad de estos organismos en sitios perturbados que presentaban poca transparencia de agua. Estas familias abundan en sitios que presenten turbidez elevada porque toleran lugares con poca cantidad de oxígeno y alta disponibilidad de detrito orgánico, factores limitantes para otras familias de macroinvertebrados⁽⁵³⁾. A su vez, Roldan & Ramírez⁽⁵²⁾ y López & Mora⁽⁵⁴⁾ dicen que estos organismos son cosmopolitas y se encuentran en aguas que presentan cierto grado de perturbación independientemente de su altitud.

;

Las familias Leptophlebidae, Simuliidae, Tipulidae, Baetidae, Naucoridae, Libellulidae y Hydropsychidae presentan una relación positiva con el pH con rangos de 7.0 a 8.5; según el estudio de Machado y Roldan⁽⁵⁵⁾, exponen que el pH es precursor de la vida cuando sus valores se encuentran entre 6 a 8.5, es decir, que el pH permite la existencia de múltiples familias de macroinvertebrados cuando los valores de este rondan entre los 7.5; Roldan & Ramírez⁽⁵²⁾ recalcan que las familia mencionadas exceptuando la familia Baetidae, son indicadores de buena calidad y que se suelen encontrar en cauces con poca perturbación, lo cual concuerda con los datos obtenidos en este estudio, dado que se encontró un mayor número de individuos de estas familias en sitios con pH más básico.

La familias Baetidae, Leptohyphidae y Leptophlebidae fueron las más predominantes del estudio, puesto que se encontraron en todos los sitios de muestreo incluyendo los que mostraron alto grado de perturbación; por lo que concordamos con Badillo *et al*⁽⁵⁶⁾, quienes dicen que estas familias pueden encontrarse en sitios que presenten un nivel moderado de contaminación. Según Guijarro⁽⁶⁾ y de Molina *et al*⁽⁵⁷⁾ esto se debe a que estas familias no son dependientes de variables ambientales porque poseen características de gran adaptabilidad y se los considera como colonizadores.

En esta investigación, la familia Cyclobdellidae del orden Tubellaria, tuvo mayor presencia en el río Colorado sitio que obtuvo una calidad de agua escasa, debido a que se presentaba influenciado directamente por un poblado, según Roldan⁽⁵⁸⁾, menciona que las familias del orden Turbellaria se pueden encontrar en cauces que muestran contaminación. Adicionalmente esta familia se presentó en mayor cantidad en sitios que presentaban pH ácido por debajo de 6.5, Rodríguez Martínez Pau⁽⁴⁾, dice que el pH ácido por encima de 3 no es limitante para la vida.

Las familias Thiaridae y Planorbidae, presentaron una relación significativamente positiva con la conductividad; según Roldan & Ramírez⁽⁵²⁾, esto se debe a que estas familias se encuentran en mayor cantidad en sitios que presentan conductividad elevada, ya que estos sitios favorecen la presencia de calcio el cual les permite construir sus conchas; adicionalmente Camacho & Camacho⁽⁵⁹⁾ y Beger *et al*⁽⁶⁰⁾, dicen que valores altos de calcio pueden ser asociados a grandes aportes de fertilizantes, materia orgánica producto de actividades agrícolas y ganaderas, los cuales aumentan los niveles de contaminación y por ende aumenta la presencia de especies indicadoras de mala calidad.

El presente estudio muestra que la familia Hidrobiosidae, solo se presenta en los ríos del cantón de Quinindé donde la calidad de agua, de acuerdo al índice BMWP, varió de buena a alta. Roldan & Ramírez⁽⁵²⁾, al igual que en este estudio, asocian a estos organismos a sitios que presentan una buena calidad de agua. De igual manera, la familia Perlidae, considerada como indicador de buena calidad, se presentó de manera constante/persistente en el cantón Quinindé, lo cual refleja la situación actual de los ríos del cantón.

La familia Perlidae, también se pudo encontrar en el río Santiago donde la calidad de agua es escasa; de acuerdo a Rebolledo⁽⁶¹⁾, estas áreas se encuentran afectada en gran medida por la actividad de minería ilegal que se desarrollaba en el área. Ante esto, Madera *et al*⁽⁶²⁾, menciona que en la temporada de lluvias se puede observar diferentes tipos de invertebrados acuáticos y por ende una mejoría en la calidad de agua de sitios contaminados, debido a que muchos contaminantes son diluidos en este periodo.

Correa *et al*⁽⁶³⁾ dice que existe menor número de taxas en sitios que presentan mayor perturbación antropogénica, esto coincide con los resultados obtenidos en este estudio donde se obtuvo de 13 a 18 familias en la parte baja, a diferencia de la parte alta de la provincia de Esmeraldas donde se encontraron 32 familias. Molina *et al*⁽⁵⁷⁾ menciona también que en la época lluviosa existe poca cantidad de taxas de macroinvertebrados, producto de la sobrecarga orgánica y posible contaminación que se acumula en la parte baja de los ríos. Mora⁽³⁾ dice que la mayor concentración de contaminantes se encuentra en la parte baja de ríos y que esta afectación se puede ver intensificada por los centros poblados cercanos a los sistemas fluviales. Es decir, que la parte baja se asocia a mayor grado de polución o mala calidad debido a las actividades humanas que se desarrollan cerca a los cauces, tales como: agricultura, ganadería, acuicultura, plantaciones, minería y centros poblados.

Esto se ve reflejado en el mapa de calidad conjunto realizado en este estudio, el cual agrupa datos históricos y datos actuales para ampliar dichos conocimientos de calidad ambiental de los ríos de la provincia teniendo un total de 104 ríos; repartidos en calidad mala con 13 cauces, calidad escasa 38, calidad media 15, calidad buena 25 y 13 en calidad alta. A su vez, dicha revisión nos permitió asociar el estado de calidad de los cauces con la problemática ambiental mencionada en los estudios utilizados; como por ejemplo, se puede observar en el mapa de calidad que los ríos más afectados son los que pertenecen a los cantones de San Lorenzo y Eloy Alfaro, donde se presentaron en su mayoría cauces de mala y escasa calidad con 13 y 12 respectivamente; debido a las actividad minera, los monocultivos y poblados

que menciona Rebolledo⁽⁶¹⁾ y de Rodríguez Martínez Pau⁽⁴⁾ en su estudio. Por el contrario, se presentaron 13 ríos con calidades de media a alta en esta área de la provincia, es decir, que de los 38 cauces estudiados en esta área más de la mitad presentan calidad por debajo de la media.

En el cantón Rioverde se presenta algo similar, ya que esta área de la provincia enseña en su mayoría calidad escasa, es decir que de los 13 puntos estudiados en este cantón 12 presentan mala calidad y tan solo 1 presenta calidad media. Rebolledo⁽⁶¹⁾, en su estudio alega que en este cantón se practica en gran medida la agricultura y ganadería cerca de los cauces que pueden aportar gran cantidad de materia orgánica afectando así estos ríos.

El cantón de Esmeraldas se puede observar que hay variedad en cuanto a su estado de salud, ya que presenta 6 puntos con calidad escasa y 7 puntos que van de calidad media a alta; Guijarro⁽⁶⁾, en su monografía hace mención a que los puntos antes de cada poblado muestran mejor calidad que los puntos que se toman después, lo que concuerda con este estudio, porque se presentó menor calidad de agua en puntos que se ven influenciados directamente por centros poblados.

En cuanto al cantón de Muisne, muestra calidades variadas pero con un patrón similar ya que 4 cauces de los 11 que se estudiaron en el área practican actividad acuícola, por lo que presentaron calidad escasa. Del mismo modo se deduce que los cauces se ven influenciados de alguna manera por las actividades que realiza el ser humano. Por otro lado, el cantón Atacames presentó muy buena calidad con 8 puntos de los 10 estudiados en el cantón se encuentran por encima de calidad escasa, cabe mencionar que estos ríos presentaron buena calidad en la parte alta de sus cauces; lo cual concuerda con Guerrero *et al*⁽⁶⁴⁾ al igual que Mora⁽³⁾, quienes mencionan que la parte alta de las cuencas se encuentra en mejor condición que la parte baja.

En general Quinindé presentó muy buena calidad porque 16 de los 18 puntos muestreados presentaron calidad media a alta, sólo 2 puntos que están influenciados directamente por la población y monocultivo presentaron calidad escasa. Lo que nos permite concordar con Martínez Sanz⁽¹⁷⁾ que dice que las actividades humanas son causantes de la degradación de los medios fluviales.

En cuanto al sustrato, el más dominante en este estudio fue la roca-arena estando presente en la mayoría de los cauces, en este sentido se pudo observar gran afinidad con familias que

se encuentran en ríos con calidad de agua media a escasas como son: Dugestidae, Chironomidae, Physidae, Baetidae, Hydropsichidae y Thiaridae; por otra parte, los sitios en los que predominó la presencia de hojarasca se encontraron más familias indicadoras de buena a alta calidad de agua, tales como: Perlidae, Libellulidae, Gomphidae y en mayor número la familia Leptophlebiae; lo cual coincide con el estudio de Guerrero⁽⁶⁵⁾, el cual hace referencia a que se puede observar mayor presencia de familias de calidad mala a media en lugares donde existen sustratos rocosos arenosos y por el contrario familias de buena calidad asociados a sitios que presentan cierto nivel de biomasa vegetal mezclado con sustrato rocoso. Por último, se obtuvo que el índice de calidad BMWP, es de gran ayuda para estimar la calidad y grado de contaminación que posee un sistema fluvial, ya que muestra un alto grado de asertividad. Esto es ratificado por Madera⁽⁶²⁾, Guijarro⁽⁶⁾ y Muñoz et al ⁽⁶⁶⁾; y a su vez Roldan⁽⁵⁸⁾, los cuales hacen hincapié en que este método es la línea base y primera aproximación al momento de determinar la calidad de un río.

CAPÍTULO V: CONCLUSIÓN

- Se colectó un total de 33559 macroinvertebrados distribuidos en 17 órdenes y 52 familias. Con el índice BMWP se logró determinar que el índice de calidad más frecuente en la provincia es “escasa”, con 38 puntos muestreados; seguido de la calidad “buena” con 25 puntos, luego la calidad “media” con 15 puntos, por último, la calidad “mala” y “alta” con 13 puntos cada una.
- Las familias Libellulidae del orden Odonata se encuentran en sitios donde existe mayor concentración de OD, las familias Leptophlebiae, Simuliidae, Hydropsychidae, Tipulidae, Perlidae e Hydropsichidae se encontraron en sitios con pH más básico. La mayor concentración de conductividad y turbidez permitió la mayor proliferación de familias como Thiaridae, Physidae, hidrobiidae, Tubificidae y Planariidae.
- Los ríos que presentaron mejor calidad fueron los del sector de Atacames y Quinindé, seguido de Muisne, Esmeraldas y por último con calidades de “escasa” a “mala” los ríos pertenecientes a los cantones de Ríoverde, San Lorenzo y Eloy Alfaro.

CAPÍTULO VI: RECOMENDACIONES

- Realizar estudios correspondientes a la temporada de verano para tener datos que permitan ver las posibles diferencias entre estas estaciones.
- Realizar proyectos utilizando macroinvertebrados como bioindicadores en el área de la reserva Cotacachi-Cayapas siendo este el sitio que permitirá tener los datos faltantes para completar el mapa de calidad de la provincia de Esmeraldas.
- Profundizar más la identificación de macroinvertebrados al grado de género y especie en futuros estudios para ampliar aún más los conocimientos sobre estos organismos.
- Acorde a los datos obtenidos en el presente estudio se podría establecer bases para crear un índice BMWP adaptado a la región noroccidental del Ecuador.

BIOGRAFÍA

1. Ramírez JO, Aguas YB, Altafuya KC. ESTUDIO COMPARATIVO DE LA CALIDAD DE LOS RÍOS TEAONE Y ATACAMES EMPLEANDO MACROINVERTEBRADOS COMO BIOINDICADORES. *Gestión Ambient.* 2017;(14).
2. Oscoz J, Campos F, Escala MC. Variación de la comunidad de macroinvertebrados bentónicos en relación con la calidad de las aguas. *Limnetica.* 2006;25(3):683–92.
3. Mora Rodríguez JM. Uso de macroinvertebrados como método de evaluación de la calidad de agua del Río Sálma (Atacames–Ecuador). *Ecuador-PUCESE-Escuela de Gestión Ambiental*; 2018.
4. Rodríguez Martínez P. Efectos de la minería aurífera sobre la calidad del agua y las comunidades de macroinvertebrados en los ríos del norte de Ecuador. 2018;
5. Alonso a, Camargo J a. Estado actual y perspectivas en el empleo de la comunidad de macroinvertebrados bentónicos como indicadora del estado ecológico de los ecosistemas fluviales españoles. *Ecosistemas [Internet].* 2005;14(3):87–99. Available from: <http://revistaecosistemas.net/pdfs/133.pdf>
6. Guijarro Viteri MM. Caracterización de la calidad de agua del río Teaone utilizando macroinvertebrados bentónicos como bioindicadores. *Ecuador-PUCESE-Escuela de Gestión Ambiental*; 2016.
7. ARANGO MC, ÁLVAREZ LF, ARANGO GA, TORRES OELÍ, MONSALVE ADEJ. Calidad Del Agua De Las Quebradas La Cristalina Y La Risaralda, San Luis, Antioquia. *Rev EIA [Internet].* 2008;(9):121–41. Available from: <http://search.ebscohost.com/login.aspx?direct=true&db=fua&AN=34131774&lang=es&site=ehost-live>
8. Calles JA. Bioindicadores terrestres y acuáticos para las microcuencas de los ríos Illangama y Alumbre, provincia Bolívar. 2007;
9. Sánchez Hernández I. Composición de la Comunidad de Macroinvertebrados a lo largo de una Gradiente Longitudinal, Cabecera–Tramo Medio, en el Río Atacames (Esmeraldas, Ecuador) (Doctoral dissertation). 2015; Available from: https://repositorio.pucese.edu.ec/bitstream/123456789/376/1/SANCHEZ_HERNANDEZ_IVAN.pdf
10. Gamboa M, Reyes R, Arrivillaga J. Macroinvertebrados bentónicos como bioindicadores de salud ambiental. 2008;2(August 2014).
11. Figueroa R, Valdovinos C, Araya E, Parra O. Macroinvertebrados bentónicos como indicadores de calidad de agua de ríos del sur de Chile. *Rev Chil Hist Nat.* 2003;76(2):275–85.
12. Ministerio del Ambiente Ecuador. Acuerdo Ministerial 028. Registro oficial de la Administración del sr. Ec. Rafael Correa Delgado, Presidente Constitucional de la República. Edición Especial N° 270. 2015;

13. Giacometti JC, Bersosa F. Macroinvertebrados acuáticos y su importancia como bioindicadores de calidad del agua en el río Alambi. *Boletín Técnico* 6, Ser Zoológica. 2006;2(Appendix 1):17–32.
14. Ahumada R. Nivel de concentración e índice de bioacumulación para metales pesados (Cd, Cr, Hg, Ni, Cu, Pb y Zn) en tejidos de invertebrados benthicos de Bahía San Vicente, Chile. [Internet]. Vol. 29, *Revista de Biología Marina*. 1994. p. 77–87. Available from: <http://www.revbiolmar.cl/escaneados/291-77.pdf>
15. Chang J. Calidad de Agua. *Acuic en Sist Recirculación*. 2002;39–80.
16. MONTOYA M Y, Acosta Y, Zuluaga E. Evolución de la calidad del agua en el río Negro y sus principales tributarios empleando como indicadores los índices ICA, el BMWP/COL y el ASPT. *Caldasia*. 2011;33(1):193–210.
17. Martínez-Sanz C, Puente-García SM, Rebolledo ER, Jiménez-Prado P. Macroinvertebrate richness importance in coastal tropical streams of Esmeraldas (Ecuador) and its use and implications in environmental management procedures. *Int J Ecol*. 2014;2014.
18. Castillo & Hidalgo. DISEÑO DEL SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO Y TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES PARA LA CABECERA CANTONAL “MALIMPIA” UBICADA EN EL CANTÓN QUININDÉ PROVINCIA DE ESMERALDAS. 2012;150. Available from: <http://bibdigital.epn.edu.ec/bitstream/15000/14623/1/CD-6793.pdf>
19. Senplades. Agua potable y alcantarillado para erradicar la pobreza en el Ecuador. 2014;120.
20. Ospina F, Estévez J, Betancur J, Realpe E. Estructura Y Composición De La Comunidad De Macro Invertebrados Acuáticos Asociados a *Tillandsia Turneri* Baker (Bromeliaceae) En Un Bosque Alto Andino Colombiano. *Acta Zoológica Mex* [Internet]. 2004;20(153–166):153–66. Available from: <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=57520113>
21. Ladrera R. Los macroinvertebrados acuáticos como indicadores del estado ecológico de los ríos. *Páginas Inf Ambient*. 2012;24–9.
22. Zamora H. El índice BMWP y la evaluación biológica de la calidad del agua en los ecosistemas acuáticos epicontinentales naturales de Colombia. *Rev la Asoc Colomb Ciencias Biológicas*. 2007;19:73–81.
23. Segnini S. El uso de los macroinvertebrados bentónicos como indicadores de la condición ecológica de los cuerpos de agua corriente. Vol. 16, *Ecotropicos*. 2003. 45-63 p.
24. Alba-Tercedor J. Macroinvertebrados acuáticos y calidad de las aguas de los ríos. In: *IV Simposio del agua en Andalucía (SIAGA) Almería*. 1996. p. 203–13.
25. Huertas Cadena D. Análisis de la calidad de agua del río Cutuchi con base a variables físico-químicas y macroinvertebrados acuáticos (Ingeniero). Universidad Tecnológica Equinoccial. 2014.
26. Fajardo Ortiz DE. Inadecuado manejo de los fertilizantes para la producción de

- algas puede ocasionar el mal de choclo en la producción camaronera. 2015;
27. Guerrero Alvarado CE. Monitoreo de la calidad del agua en afluentes y efluentes de cinco camaronerías ubicadas en la zona del golfo de Guayaquil (Ecuador). SANTA FÉ/Universidad Nacional de Colombia/2000; 2000.
 28. Molleda MI, Carballo GA, Piñar NC, Santos IEP. Impacto Ambiental de la Granja Camaronera CALISUR sobre los ecosistemas de la zona costera del golfo de Guacanayabo, Cuba. 2006;80–96.
 29. Alexandra M, Achupallas V. Evaluación de la calidad del agua en la subcuenca subcuenca del río Yacuambi . Propuestas de tratamiento y control de la contaminación. 2011;
 30. Sarria FA. Sistemas de Información Geográfica. Univ Murcia. 2006;239.
 31. Cárdenas AY, Reyes B, López M, Woo A, Ramírez E, Ibrahim M. Biodiversidad de macroinvertebrados acuáticos y la calidad del agua en la subcuenca de los ríos Bul Bul y Paiwas, Matiguás, Nicaragua. Encuentro. 2007;(77):83–93.
 32. Auquilla RC. Uso del suelo y calidad del agua en quebradas de fincas con sistemas silvopastoriles en la Subcuenca del Río Jabonal , Costa Rica. 2005;139.
 33. Martínez-Sanz C. MACROINVERTEBRADOS BENTÓNICOS HERRAMIENTA PARA EL GESTOR AMBIENTAL. Gestión Ambiental-PUCESE. 2012;1–36.
 34. Terneus E, Racines MJ, Hernández K. Evaluación Ecológica del Río Lliquino a Través de Macroinvertebrados Acuáticos, Pastaza–Ecuador. Rev Ciencias. 2012;16:31–45.
 35. Asamblea Nacional Constituyente Republica Del Ecuador. Ley Orgánica De Recursos Hídricos, Usos Y Aprovechamiento Del Agua. Regist Of. 2014;32.
 36. Arce MF, Leiva MA. Determinación de la calidad de agua de los ríos de la ciudad de Loja y diseño de líneas generales de acción para su recuperación y manejo. 2009;93. Available from: [http://dspace.utpl.edu.ec/bitstream/123456789/474/3/Tesis Maria Fernanda Arce Moncada.pdf](http://dspace.utpl.edu.ec/bitstream/123456789/474/3/Tesis%20Maria%20Fernanda%20Arce%20Moncada.pdf)
 37. Asamblea Nacional Constituyente Republica Del Ecuador. Constitución del Ecuador. 2008;212.
 38. Sistema Integrado de Legislación Ecuatoriana. LEY DE PREVENCIÓN Y CONTROL DE LA CONTAMINACIÓN AMBIENTAL. 2004;
 39. REPUBLICA DEL ECUADOR. Código orgánico del ambiente. 2017;1–92.
 40. Ministerio Coordinador de Desarrollo Social. VENTANA REGIONAL DE LA REGION DE ESMERALDAS. - Síntesis Diagnóstica de los Talleres de Participación -. 2010; Available from: http://www.siise.gob.ec/siiseweb/PageWebs/pubsis/pubsis_F021.pdf
 41. Aguirre Z, Kvist L, T. S. Bosques secos en Ecuador y su diversidad. Botánica Económica los Andes Cent [Internet]. 2006;(8):162–87. Available from: [http://beisa.dk/Publications/BEISA Book pdfer/Capitulo 11.pdf](http://beisa.dk/Publications/BEISA%20Book%20pdfer/Capitulo%2011.pdf)

42. Vázquez M, Freire J, Suárez L. Biodiversidad en el suroccidente de la provincia de Esmeraldas: un reporte de las evaluaciones ecológicas. *EcoCiencia*. 2005. 230 p.
43. Biggs J, Williams P, Whitfield M, Fox G, Nicolet P. Physical and chemical data collection. *Biol Tech Still Water Qual Assess*. 2000;11–3.
44. Sabater S, Elozegui A, Fundación BBVA. A, Elozegui A. Conceptos y técnicas en ecología fluvial [Internet]. Fundación BBVA; 2009 [cited 2017 Oct 22]. Available from: <http://dugi-doc.udg.edu/handle/10256/10253>
45. consortium A. Manual for the application of the AQEM method. A Compr method to assess Eur streams using benthic macroinvertebrates, *Dev Purp Water Framew Dir Version*. 2002;1:619–30.
46. Reyes-Morales F, Monika MS. Efecto del esfuerzo de muestreo en la riqueza de táxones de macroinvertebrados acuáticos y el índice BMWP/Atitlán. *Rev Biol Trop*. 2014;62(April):291–301.
47. Estrada RM. Determinación de la calidad ambiental del agua en los ríos San José y El Rosario , El Salvador usando Macroinvertebrados acuáticos. *Bioma*. 2013;43–9.
48. Zamora H. EL ÍNDICE BMWP Y LA EVALUACION BIOLÓGICA DE LA CALIDAD DEL AGUA EN LOS ECOSISTEMAS ACUÁTICOS EPICONTINENTALES NATURALES DE COLOMBIA. Dep Biol e Inst Estud Postgrado, Fac Ciencias Nat Exactas y la Educ Grup Estud en Recur Hidrobiológicos Cont Univ del Cauca Popayán. 1998;
49. Prat N, Ríos B, Acosta R, Rieradevall M. Los Macroinvertebrados Como Indicadores De Calidad De Las Aguas. *Macroinvertebrados bentonicos Sudam*. 2006;645.
50. Ruiz A. VARIACIONES ESPACIO-TEMPORALES EN LA COMUNIDAD DE MACROINVERTEBRADOS BENTICOS DE LA CUENCA DEL RIO BUTRON. 1989;(1).
51. De Pauw N, Vanhooren G. Method for biological quality assessment of watercourses in Belgium. *Hydrobiologia*. 1983;100(1):153–68.
52. Roldán, G., & Ramírez J. *Fundamentos de limnología neotropical* (2da ed ed.). Medellín: Editorial Universidad de Antioquia. 2008;
53. Ramírez DF, Talero GM, López RH. MACROINVERTEBRADOS BENTÓNICOS Y CALIDAD DEL AGUA EN UN TRAMO DEL RÍO BOGOTÁ . BENTHIC MACROINVERTEBRATES AND WATER QUALITY IN A STRETCH OF THE RIVER BOGOTA . 2013;(September 2011):205–14.
54. López FM, Mora AMP. Estudio de la fauna de invertebrados en el río Cabriel y manantiales asociados en la provincia de Albacete. *Al-Basit Rev Estud albacetenses*. 1997;(40):71–110.
55. Machado T, Roldán G. Estudio de las características fisicoquímicas y biológicas del río Anorí y sus principales afluentes1. Machado T, Roldán G. Estudio de las características fisicoquímicas y biológicas del río Anorí y sus principales afluentes. *Actual biológicas*. 1981;10(35. *Actual biológicas*. 1981;10(35):3–19.

56. Badillo R, Guayasamín R, Chico E, Loja C, Ortiz J, Badillo LR, et al. Caracterización de la calidad de agua mediante macroinvertebrados bentónicos en el río Puyo , en la Amazonía Ecuatoriana Water quality characterization of benthonic macroinvertebrates of Puyo river , Ecuadorian Amazonia. 2016;
57. Molina CI, Pinto J. ESTRUCTURA DE MACROINVERTEBRADOS ACUÁTICOS EN UN RÍO ALTOANDINO DE LA CORDILLERA REAL , BOLIVIA : VARIACIÓN ANUAL Y LONGITUDINAL EN RELACIÓN A FACTORES AMBIENTALES AQUATIC MACROINVERTEBRATE STRUCTURE IN A HIGH-ANDEAN STREAM OF THE CORDILLERA REAL , BOLIVIA : ANNUAL AND LONGITUDINAL. 2008;7.
58. Roldán G. Guía para el estudio de los macroinvertebrados acuáticos del Departamento de Antioquia. Univ Antioquia, Fondo FEN, Medellín. 1988;
59. Camacho-reyes JA, Camacho-rozo CP. Aspectos sobre la historia natural de macroinvertebrados en esteros semipermanentes de la altillanura en el departamento de Casanare Aspects of the natural history of macroinvertebrates in the high plains semi-permanent wetlands in the Department of Casanare. 2010;(1):71–82.
60. Berger E, Haase P, Kuemmerlen M, Leps M, Schäfer RB, Sundermann A. Water quality variables and pollution sources shaping stream macroinvertebrate communities. *Sci Total Environ* [Internet]. 2017;587–588:1–10. Available from: <http://dx.doi.org/10.1016/j.scitotenv.2017.02.031>
61. Ministerio del Ambiente Ecuador. CONSULTORÍA PARA LA CONTINUACIÓN DE ANÁLISIS DE IMPACTOS DE MINERÍA AURÍFERA EN LOS CANTONES SAN LORENZO Y ELOY ALFARO DE LA PROVINCIA DE ESMERALDAS. 2014;
62. Madera LC, Angulo LC, Díaz LC. Evaluación de la Calidad del Agua en Algunos Puntos Afluentes del río Cesar (Colombia) utilizando Macroinvertebrados Acuáticos como Bioindicadores de Contaminación Water Quality Evaluation on Some Tributary Points of Cesar River (Colombia) using Aquatic Macro invertebrates as Pollution Bioindicators. 2016;27(4):103–10.
63. Correa-araneda F, Rivera R, Urrutia J, R PDL. Efectos de una zona urbana sobre la comunidad de macroinvertebrados bent onicos de un ecosistema buvial del sur de Chile. 2010;29(2):183–94.
64. Guerrero-Bolaño F, Manjarrés-Hernández A, Núñez-Padilla N. Los macroinvertebrados bentónicos de Pozo Azul (Cuenca del Río Gaira, Colombia) y su relación con la calidad del agua. *Acta Biológica Colomb*. 2003;8(2):43–55.
65. España SE, Guerrero C, Vidal-abarca MR, Suárez ML, Gómez R, Ortega M. acuáticos en un río de características semiáridas durante el estiaje. 2004;23(1):37–56.
66. Muñoz-Riveaux S, Naranjo-López C, Garcés-González G, González Lazo DD, Musle-Cordero Y, Rodríguez-Montoya L. Evaluación de la calidad del agua utilizando los macroinvertebrados bentónicos como bioindicadores. *Rev Chapingo Ser ciencias For y del Ambient*. 2003;9(2).

ANEXOS

Anexo 1: Coordenadas de los puntos de muestreo.

Puntos	Nombre	Clave	X	y
1	Rio Maria	Rm	731140	115041
2	Lagarto	Lg	691653	115372
3	Santiago	S	737785	106102
4	Chontaduro	Chon	674425	103030
5	Vainilla	Vai	699982	116704
6	Mate	Mt	679635	110960
7	Pila	Pl	686858	112881
8	Rioverde	Rv	673144	95719
9	Salima	Sal	615785	35921
10	Tres Vias	TV	614871	54275
11	Daule 1	DI1	611624	46553
12	Tongora	Tg	601968	73092
13	Daule 2	DI2	611903	45756
14	Estero Ancho	Ea	620215	80094
15	Campo	Cp	670242	12831
16	Cocolo	Cc	677544	14200
17	Coninde	Cn	705029	50597
18	Cucaracha	Cu	669289	14307
19	Colorado	Cl	677275	15006
20	Cupa	Ca	667669	41177
21	Silencio Chico	Sch	685055	19013
22	Blanco	Bl	675284	31790
23	Viche	V	659446	64730
24	Quininde	Q	660387	15429
25	Mache	Mch	666358	16117
26	Agua Clara	Ac	698927	38183
27	San Andres	Sa	660713	42951
28	Herrera	H	658231	43000
29	Sabalo	Sb	691966	32728
30	Chucaple	Chup	660204	61868
31	Cube A	CbA	648239	45433
32	Tramposo	Tr	663132	16039
33	U. C. Zapayito	UCZ	730275	91474
34	Z. Juan Montalvo	ZJM	737478	92547
35	C. San Miguel	CSM	730735	82432
36	Las Antonias	LA	737325	108638
37	E.M San Agustin	E.MSA	730888	115228

38	E.M Alto	E.Ma	735639	103044
39	Salm M P.salima	P.Mas	629770	92905
40	E. San Francisco	E.limp	758014	112010
41	Wimbicito	W	748205	112010
42	Wimbi	WB	747976	105803
43	Cachabi Urbina	CuN	748512	115228
44	Cachabi Los Ajos	CLA	752803	113082
45	Cachabi San Jose	CSJ	757554	109711
46	E. Enami Ep	Esa.Ep	761921	105880
47	Minas Viejas	TMV	763071	119826
48	SJ. Durango	SjD	763071	118140
49	Bogota La Boca	BB	747749	130247
50	Bogota Peñalisa	BP	754489	120898
51	Durango Seferino	Dsf	759853	118370
52	Valle la Virgen	Bvv	759393	113695
53	Palabi	Pbi	753109	130093
54	Teaone P1	TP1	641937	76339
55	Teaone P2	TP2	645653	78790
56	Teaone P3	TP3	646224	79796
57	Teaone P4	TP4	644997	87157
58	Rioverde	Rv2	674195	103203
59	Camarones	Crs	659722	107374
60	E.Tachina I	E.TI	657039	103944
61	E.Tachina II	E.TII	657299	103546
62	E.Tachina III	E.TIII	659162	99949
63	E.Tachina IV	E.TIV	659730	99523
64	E.TABIAZO	E.Tz	644956	87091
65	CHIPA	Ch	605058	82185
		E.pl		
66	E.pl Bajo Etano	BE	601471	83773
		E.pl		
67	E. pl Alto Etano	AE	602116	82477
68	E. Quingue	E.q	602108	79216
69	San Francisco	SF	609060	77145
70	Monpiche A	Mpche	609754	55039
71	Teaone P5	TP5	644029	90173
72	Teaone P6	TP6	644232	91756
73	Teaone P7	TP7	645319	99967
74	Palabí R	PR	753162	129889
75	Tululbí R	TR	753133	129764
76	Peñalisa	BPÑ	754436	120951
77	C.San Javier	C.SJr	747022	117867
78	Uimbí	Ui	748009	105827
79	Tululbí	Tmi	763163	119963
80	Uimbicito	Uit	748478	111947
81	San Agustín	SaG	731214	115285
82	El parto 1	EP1	736697	92930

83	Zapallito Q	ZQ	736654	92868
84	María At	Mat	735543	103025
85	Estero Comba	EC	757923	111909
86	SJ Durango	SJDg	761524	119304
87	E. Durango	Edg	759876	118576
88	Uimbicito2	UiC	741697	114514
89	Valle la Virgen 2	VV2	757616	115396
90	SJ Cachavi	SjCv	757654	109266
91	Pizares	Pz	696915	111011
92	Chumunde	ChM	670670	87615
93	Maribe	Mb	683145	84300
94	Mate	M	681378	103007
95	Ostiones	Os	686951	103962
96	Piquigual	Piq	692481	108211
97	Las mareas	P.sal	630108	89303
98	Chapil	Chapil	634244	87666
99	Atacames A	AA	627673	74463
100	Atacames M	AM	627903	83888
101	Atacames B	AB	628056	94079
102	Sua A	SA9	624684	75306
103	Sua M	SM5	622769	85037
104	Sua B	SB1	624071	93236

Nota: Alto (A), Medio (M), Bajo (B), San José (SJ), Estero (E), Aquí me quedo (Q), Cachavi y Cayapas (C), Ricaute (R) y Unión (U).

Anexo 2: *Percentiles indicadores de calidad alta a mala.*

Grupo	Clases de calidad		Intervención	Calidad	Color
	Lim. Inferior	Lím. superior			
I	149	-	Mínima	Alta	Azul
II	120	148	Leve	Buena	Verde
III	90	119	Importante	Media	Amarillo
IV	45	89	Grave	Escasa	Anaranjado
V	-	44	Muy grave	Mala	Rojo

Anexo 3: *Índice de calidad BMWP puntaje asignado a las familias de invertebrados acuáticos según Zamora en 1998.*

ORDENES	FAMILIAS	VALOR
Trichoptera	Rhyacophilidae ,Odontoceridae, Glossosomatidae,	10

Plecoptera Ephemeroptera Odonata Coleóptera Unionoida Díptera Hidroida Acari	Polythoridae, Perlidae, Blepharoceridae, Polymtarcyidae, Euthyplociidae, Oligoneuridae, Hydroptilidae, Anomalopsychidae, Atriplectididae, Calamoceratidae, Ptolodactylidae, Lampyridae , Psephenidae Hidridae [Cl: Hydrozoa] Unionidae [Cl: Pelecypoda o Bivalvia] Lymnessiidae [Cl: Arachnoidae]	
Trichoptera Plecoptera Ephemeroptera Gordiodidae Odonata Lepidoptera Diptera Hirudiniformes Mesogastropoda	Gyrinidae, Scirtidae Gomphidae, Megapodagionidae, Coenagrionidae Ampullariidae (Cl:Gastropoda) Hirudinae (Cl: Hirudinea) Xiphocentronidae, Philopotamidae, Hydrobiosidae Efemeridae, Leptophlebiidae, Pylaridae Simulidae, Chordodidae, Gordiidae	9
Díptera Hemiptera Basommatophora Decápoda Odonata Trichoptera Ephemeroptera Coleóptera	Calopterygidae, Lestidae Dryopidae, Dysticidae, Dixidae Paleomonidae, híbridae, Vaiidae, Guerridae Caenidae ,Baetidae, Chilinnidae (Cl: Gatrópoda) Psedothelpusidae. (Cl: Crustácea), Leptoceridae, Hidropsychidae, Helicopsychidae.	8
Díptera Mesogastropoda Archeogastropoda Díptera Hemíptera Basommothópora Coleóptera Ephemeroptera	Planorbidae. (Cl: Gastropoda), Polycentropodidae Staphylinidae, Ancyliidae, Elmidae, Aeshnidae Leptohyphidae, Hidrobiidae. (Cl: Gastropoda), Melaniidae Notonectidae, Tricorythidae, Mesoveliidae, Netiridae (Cl: Gastropodo), Psychodidae, Corixidae	7

Odonata Trichóptera		
Triciada Decápoda Coleoptera Odonata Hemiptera Anphipoda Megaloptera	Sialidae, Corydalidae, Hidrometridae, Atydae. (Cl: Crustácea) Hyaellidae. (Cl: Crustácea) Planariidae, Dugesiidae Limnichidae, Lutrochidae. Nepidae , Libellulidae Galostocoridae, Dolichopodidae, Belostomatidae.	6
Coleóptera Basommatophóra Díptera	Haliplidae, Chrysomelidae, Curculiconidae. Tabanidae, Stratiomyidae, Empididae. Thriaridae. (Cl: Gastrópoda)	5
Coleóptera Díptera Basommatophora Acari	Hidrophilidae, Noteridae, Hydraenidae. Tipulidae, Ceratopogonidae. Limnaeidae, Spharidae. (Cl: Gastrópoda) Hydracarina	4
Díptera Basommatophora Glossiphoniiformes	Culicidae, Muscidae, Sciomizidae Cyclicobdellidae, Glossiphoniidae Cyclobseliidae, Physidae. (Cl: Gastrópoda).	3
Díptera Heplotaxida	Chironomidae, Ephydriidae, Syrphidae. Abarca casi por completo a toda esta familia (menos tubifex).	2
Heplotaxida	Tubife o Tubificidae	1

Anexo 4: Jerarquía de la valorización taxonómica para el BMWP/col según Zamora 1999.

Jerarquía	Condición	Aptitud	Descripción/ características	Color cartográfico
I	≥ 121	Excelente	Excelente calidad del agua	AZUL OSCURO

II	101-120	Sana	Calidad buena del agua	AZUL CLARO
III	61-100	Aceptable	Contaminación media del agua	VERDE
IV	36-60	Dudosa	Agua contaminada	AMARILLO
V	16-35	Crítica	Agua muy contaminada	NARANJA
VI	≤15	Muy crítica	Agua altamente contaminada	ROJO

Anexo 5: registro de macroinvertebrados de la provincia de Esmeraldas

ORDEN	REGISTRO DE MACROINVERTEBRADOS POR PUNTO DE MUESTREO																																
FAMILIA	Mt	Rv	Cho	Pl	Lg	Vai	DI2	Tg	Tv	Sal	DI1	Rm	S	Ea	Ca	Bl	Cc	Cl	Cp	SCh	Cu	V	Cn	Ac	Sb	Q	Tr	Mich	CbA	H	Sa	Chp	
Acari																																	
Hydraacarina	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Basommatophora																																	
Physidae	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Planorbidae	0	0	0	1	2	1	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	0
Lymnaeidae	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Coleoptera																																	
Chrysomelidae	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Dytiscidae	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Elmidae	102	61	77	211	49	9	104	9	33	35	132	9	32	48	26	60	30	2	17	10	32	196	6	348	61	30	512	42	253	39	52	43	
Psepheniidae	0	0	0	0	0	0	14	0	0	1	1	0	0	2	3	0	0	0	0	0	3	0	23	32	10	6	112	28	16	15	0	3	
Ptilodactylidae	2	0	0	0	1	1	3	3	0	0	0	3	1	3	0	2	0	0	2	3	2	0	0	23	1	3	5	3	5	5	6	7	
Decapoda																																	
Atyidae	0	0	0	1	1	0	0	0	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Palaemonidae	0	15	0	10	0	7	4	0	2	311	4	5	2	2	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	6	0
Pseudothelphusidae	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Trichodactylidae	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Diptera																																	
Ceratopogonidae	0	0	0	0	0	0	0	2	0	1	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	0	1	2	2	0	3	0	0	1	0	1
Chironomidae	0	0	4	5	2	3	11	182	16	6	12	182	7	23	9	5	9	13	11	19	11	11	134	223	104	154	103	134	57	503	18	199	

Simuliidae	0	0	14	0	0	0	15	0	12	0	0	0	0	0	0	37	0	19	1	0	1	10	0	32	105	0	19	68	112	74	0	18	
Stratiomyidae	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	
Tabanidae	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	0	0	0	2	0	0	0	
Tipulidae	0	0	0	1	0	1	21	5	0	0	2	5	6	1	0	2	3	0	0	1	0	0	2	4	17	2	2	1	17	10	13	3	
Ephemeroptera																																	
Baetidae	26	13	139	95	90	24	148	169	75	20	55	167	36	275	165	232	72	206	56	28	74	493	51	296	173	67	339	131	728	454	72	1214	
Leptohyphidae	8	21	57	84	12	48	35	45	78	3	24	45	5	68	26	106	20	9	58	29	92	206	14	135	117	53	500	50	117	164	35	581	
Leptophlebiidae	39	6	126	47	219	20	407	383	74	115	63	44	46	300	182	187	194	3	84	9	57	204	39	431	568	595	665	174	804	552	1127	618	
Oligoneuriidae	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
Heteroptera																																	
Belostomatidae	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Mesoveliidae	0	0	0	0	0	0	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	6	4	0	0	11	7	1	20	2	1	
Naucoridae	0	0	0	0	4	0	65	0	0	0	0	0	1	0	0	4	0	0	0	3	1	3	47	22	14	33	9	14	41	28	15		
Notonectidae	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	7	0	0	0	0	0	0	
Veliidae	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4	0	0	2	0	7	0	2	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	3	4	
Lepidoptera																																	
Pyralidae	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	1	2	1	1	0	0	18	75	8	20	0	6	2		
Megaloptera																																	
Corydalidae	0	0	1	0	0	0	1	0	1	0	0	0	3	0	7	0	1	0	0	0	6	3	6	8	12	26	0	143	41	1	7		
Mesogastropoda																																	
Hydrobiidae	0	14	1	1	0	25	3	40	0	4	0	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	28	0	0	0	0	0	0	34	0		
Thiaridae	88	4	25	0	217	6	6	11	12	73	55	0	0	51	17	24	11	31	12	65	15	167	0	271	0	0	0	0	2	3	282	6	
Plecoptera																																	
Perlidae	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	3	13	0	24	0	6	8	0	0		
Odonata																																	
Calopterygidae	0	0	0	2	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	3	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	8		
Coenagrionidae	0	0	0	0	0	0	5	0	2	1	0	0	2	12	6	1	0	0	5	6	1	4	3	1	3	1	119	3	18	14	6	40	

Gomphidae	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	3	2	0	0	0	0	11	60	0	1	117	12	6
Libellulidae	2	0	0	0	0	1	7	0	1	0	0	0	2	4	1	1	1	1	4	8	7	3	7	6	4	1	33	42	16	40	21	71	
Megapodagrionidae	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	3	0	0	0	0	0	0	0	16	1	0	0	0	1		
Platystictidae	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	15	1	0	0	0	2	0	0	0	4	13	16	12	265	37	0	0	8	2	
Oligochea																																	
Tubificidae	0	0	0	3	0	5	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	2	0	0	0	2	3	1	4	0		
Trichoptera																																	
Glossosomatidae	0	0	0	0	0	0	8	2	0	0	0	0	0	0	0	2	1	3	0	2	4	16	34	32	35	11	13	7	4	0	2		
Hydrobiosidae	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	7	31	1	0	0	0	0	0	1		
Hydropsychidae	5	11	44	2	8	3	65	12	34	2	3	0	1	51	35	68	11	86	23	2	6	18	15	460	473	75	308	170	198	322	29	213	
Hydroptilidae	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	3	0	0	8		
Leptoceridae	1	0	0	0	1	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	0	5	0	0	0	5	2	6	0	0	0	1	2	
Limnephilidae	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4	0	0	2	0	0		
Philopotamidae	0	9	10	0	7	3	13	0	0	0	0	72	18	6	1	2	1	0	2	0	5	1	10	285	1139	12	552	457	43	42	46	236	
Polycentropodidae	0	0	2	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4	0	0	0	2	0	0	0	0		
Tricladida																																	
Planariidae	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
Turbellaria																																	
Cyclobdellidae	0	0	2	2	0	0	0	0	0	0	0	0	4	0	1	2	10	6	0	0	1	0	0	0	9	1	0	0	0	3	0		
Veneroida																																	
Corbiculidae	13	1	3	1	0	4	17	0	1	0	3	0	0	5	0	1	18	6	18	0	3	0	0	2	0	1	4	1	0	0	3	0	
Sphaeriidae	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
Otros	3	22	3	5	6	0	63	10	0	5	28	2	29	25	4	0	5	0	0	2	2	0	4	1	0	3	28	8	8	46	6	4	

Nota: Río María(RM), Lagarto(Lg), Santiago (S), Chontaduro(Chon), Vainilla (Vai), Mate (Mt), Pila (PL), Rioverde (Rv), Salima (Sal), Tres Vías (Tv), Daule 1(DI1), Tongora (Tg), Daule 2 (DI2), E. Ancho (Ea), Campo (Cp), Cocolo (Cc), Coninde (Cn), Cucaracha (Cu), Colorado (Cl), Cupa (Ca), S. Chico (Sch), Blanco (Bl), Viche (V), Quinindé (Q), Mache (MCh), Agua Clara (Ac), San Andrés (Sa), Herrera (H), Sábalo (Sb), Chucaple (Chp), Cube A (CbA), Tramposo (Tr).

Anexo 6: comparativa de puntos ya estudiados y puntos nuevos a estudiar.

Puntos actuales			Puntos Históricos					
Valor	Nombre	Clave	Valor	Nombre	Clave	Valor	Nombre	Clave
1	Rio Maria	Rm	33	Union Cayapas Zapayito	UCZ	69	San Francisco	SF
2	Lagarto	Lg	34	Zapallito Juan Montalvo	ZJM	70	Monpiche A	Mpche
3	Santiago	S	35	Cayapas San Miguel	CSM	71	Teaone P5	TP5
4	Chontaduro	Chon	36	Las Antonias	LA	72	Teaone P6	TP6
5	Vainilla	Vai	37	E.maria San Agustin	E.MSA	73	Teaone P7	TP7
6	Mate	Mt	38	E.Maria Alto	E.Ma	74	Palabi ricaute	PR
7	Pila	PI	39	Puente salima	P.Mas	75	Tululbí ricaute	TR
8	Rioverde	Rv	40	Estero Limpio San Francisco	E.limp	76	Bogota peñalisa	BPÑ
9	Salima	Sal	41	Wimbicito	W	77	Cachavi san javier	C.SJr
10	Tres Vías	TV	42	Wimbi	WB	78	Uimbí	Ui
11	Daule 1	DI1	43	Cachabi Urbina	CuN	79	Tululbí minas viejas	Tmi
12	Tongora	Tg	44	Cachabi Los Ajos	CIA	80	Uimbicito	Uit
13	Daule 2	DI2	45	Cachabi San Jose	CSJ	81	San Agustín	SaG
14	E. Ancho	Ea	46	Estero San Antonio Enami Ep	Esa.Ep	82	El parto 1	EP1
15	Campo	Cp	47	Tululbi Minas Viejas	TMV	83	Zapallito Q	ZQ
16	Cocolo	Cc	48	San Jose Durango	SjD	84	María At	Mat
17	Coninde	Cn	49	Bogota La Boca	BB	85	Estero Comba	EC
18	Cucaracha	Cu	50	Bogota Peñalisa	BP	86	SJ Durango	SJDg
19	Colorado	Cl	51	Durango Seferino	Dsf	87	E. Durango Uimbicito	Edg
20	Cupa	Ca	52	Bogota Valle Virgen	Bvv	88	Concepción Valle la Virgen	UiC
21	S. Chico	Sch	53	Palabi	Pbi	89	2	VV2
22	Blanco	Bl	54	Teaone P1	TP1	90	SJ Cachavi	SjCv
23	Viche	V	55	Teaone P2	TP2	91	Pizares	Pz
24	Quininde	Q	56	Teaone P3	TP3	92	Chumunde	ChM
25	Mache	Mch	57	Teaone P4	Tp4	93	Maribe	Mb
26	Agua Clara	Ac	58	Rioverde	Rv2	94	Mate	M
27	San Andres	Sa	59	Camarones	Crs	95	Ostiones	Os
28	Herrera	H	60	E.Tachina I	E.TI	96	Piquigual Salm las	Piq
29	Sabalo	Sb	61	E.Tachina II	E.TII	97	mareas	P.sal
30	Chucaple	Chup	62	E.tachina III	E.TIII	98	Salm A Chapil	Chapil
31	Cube A	CbA	63	E.tachina IV	E.TIV	99	Atacames A	AA
32	Tramposo	Tr	64	E.TABIAZO	E.Tz	100	Atacames M	AM
			65	Chipa	Ch	101	Atacames B	AB
			66	E.pl Bajo Etano	E.pl BE	102	Sua A	SA9

			E.pl			
67	E. pl Alto Etano	AE	103	Sua M	SM5	
68	Estero Quingue	E.q	104	Sua B	SB1	

Nota: Alto (A), Medio (M), Bajo (B), San José (SJ), Estero (E), Aquí me quedo (Q), Cachavi y Cayapas (C), Ricaute (R) y Unión (U).

Anexos 7: Recolección de muestras



Río Cocola



Río Daule 1



Río Lagarto



Río La Pila



Río Coninde



Río Sábalo



Río Agua Clara



Río Quinindé



Estero Tramposo



Río Cube



Río San Andrés



Río Herrera



Río Chucaple