



UNIVERSIDAD ESTATAL AMAZÓNICA
DEPARTAMENTO DE CIENCIAS DE LA VIDA

Nombre de la Carrera

INGENIERÍA AMBIENTAL

Denominación del Título a obtener

INGENIERO AMBIENTAL

Título del Proyecto de Investigación

**EVALUACIÓN DE LA CALIDAD DE AGUA DEL RÍO RUMIYACU MEDIANTE LA
UTILIZACIÓN DE BIOINDICADORES EN LA PARROQUIA DAYUMA, CANTÓN
ORELLANA, PROVINCIA DE ORELLANA.**

Autor

Tania Elizabeth Armijos Muñoz

Karla Antonella Sánchez Vargas

Director del Proyecto

Blgo. MSc. Edison Xavier Carvajal Parra

PUYO-ECUADOR

2019

PRESENTACION DEL TEMA

“EVALUACIÓN DE LA CALIDAD DE AGUA DEL RÍO RUMIYACU MEDIANTE LA UTILIZACIÓN DE BIOINDICADORES EN LA PARROQUIA DAYUMA, CANTÓN ORELLANA, PROVINCIA DE ORELLANA”

MIEMBROS DEL TRIBUNAL

MSc. Leo Rodríguez

MSc. Margarita Jara

MSc. Rubén Ledesma

DECLARACIÓN DE AUTORIA Y CESIÓN DE DERECHOS

Quienes suscriben, Karla Antonella Sánchez Vargas, portadora de la cédula de identidad N° 1600481566 y Tania Elizabeth Armijos Muñoz, portadora de la cédula de identidad N° 2200380604, hacemos constar que somos autoras del proyecto de investigación con el título **“EVALUACIÓN DE LA CALIDAD DE AGUA DEL RÍO RUMIYACU MEDIANTE LA UTILIZACIÓN DE BIOINDICADORES EN LA PARROQUIA DAYUMA, CANTÓN ORELLANA, PROVINCIA DE ORELLANA”**, el cual constituye una elaboración personal realizada únicamente con la dirección del asesor de dicho trabajo MSc. Xavier Carvajal en tal sentido, se manifiesta la originalidad de la conceptualización del trabajo, interpretación de datos y la elaboración de conclusiones, dejando establecido que aquellos aportes intelectuales se han referenciado debidamente en el texto de dicho trabajo, a la vez cedemos los derechos a la Universidad Estatal Amazónica que pueda realizar publicaciones sobre la misma, así como su almacenamiento tanto en medio físico y electrónico

MSc. Xavier Carvajal

0502623192

Karla Antonella Sánchez Vargas

1600481566

Tania Elizabeth Armijos Muñoz

2200380604

CERTIFICACIÓN DE CULMINACIÓN DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN

Por medio del presente, Yo Xavier Carvajal, con número de cédula 0502623192, certifico que las señoritas Karla Antonella Sánchez Vargas y Tania Elizabeth Armijos Muñoz realizaron el Proyecto de Investigación y Desarrollo titulado “**EVALUACION DE LA CALIDAD DE AGUA DEL RÍO RUMIYACU MEDIANTE LA UTILIZACIÓN DE BIOINDICADORES EN LA PARROQUIA DAYUMA, CANTÓN ORELLANA, PROVINCIA DE ORELLANA**”, previo a la obtención del título de Ingeniero Ambiental bajo mi supervisión.

MSc. Xavier Carvajal

0502623192

DEDICATORIA

Mi proyecto de investigación se lo dedico a mi padre Carlos Sánchez y a mi madre Cecilia Vargas, con todo mi amor y cariño, por su sacrificio y esfuerzo por apoyarme a lo largo de este camino, por darme la oportunidad de seguir una carrera universitaria para mi futuro y por creer en mi capacidad para alcanzar mis sueños, brindándome siempre su comprensión y amor.

A mis compañeros, quienes ahora son mis grandes amigos y sin esperar nada a cambio compartieron conmigo alegrías y tristezas durante estos cinco años, formando una amistad incondicional llena de amor.

Karla Antonella Sánchez Vargas

DEDICATORIA

Primeramente, a Dios por guiarme y fortalecerme espiritualmente para culminar esta etapa importante en mi vida.

A todas esas personas especiales que estuvieron presentes en la realización de esta meta, por esas palabras motivadoras, consejos y su dedicación para que jamás me rindiera ante cualquier obstáculo que se me presentara.

A mi padre Osman Armijos, a pesar de nuestra distancia física, siento que estás conmigo siempre y aunque nos faltaron muchas cosas por vivir juntos, sé que este momento es tan especial para ti como lo es para mí.

Y sobre todo a ti madre Selena Muñoz, por ser el pilar más importante, eres sin duda la persona que más admiro y amo porque eres una mujer que nunca ha esperado nada de nadie, que ha sabido salir adelante sola, por su hijos y por sus sueños, no podría retribuirte todo lo que has hecho por mí, ahora mi única inspiración es devolverte al menos un poco de toda la felicidad que me has dado mediante la culminación de mis estudios.

Tania Elizabeth Armijos Muñoz

AGRADECIMIENTO

Primero a Dios por darnos unos padres maravillosos quienes han cubierto nuestras expectativas, necesidades, a través del apoyo incondicional que siempre nos han brindado.

A la Universidad Estatal Amazónica por habernos aceptado ser parte de ella para poder estudiar nuestra carrera.

A nuestro tutor MSc. Xavier Carvajal, quien con su conocimiento fue una pieza clave para el desarrollo del proyecto.

Para finalizar nuestro agradecimiento va dirigido al Consejo Provincial de Orellana por la colaboración mutua en la realización de los análisis de laboratorio y personal técnico que labor en dicha institución.

Karla Antonella Sánchez Vargas

Tania Elizabeth Armijos Muñoz

RESUMEN

La presente investigación tuvo como objetivo evaluar la calidad de agua del río Rumiyacu mediante la aplicación de índices de calidad biótica BMWP/Col, físicos químicos (WQI, CWQI) y un índice con características hidromorfológicas (PROTOCOLO CERAS) para conocer la calidad biológica del río.

La investigación de campo consistió en establecer cinco puntos de muestreo tomando dos repeticiones un total de 10 muestras para su posterior análisis al laboratorio y la identificación de macroinvertebrados. Se recolectaron un total de 453 individuos, distribuidos en 7 órdenes y 12 familias siendo la familia Leptophlebiidae más representativa y la familia Hydrobiidae menos representativa. Una vez realizada la identificación de macroinvertebrados se pudo analizar y determinar la calidad de agua en los cinco puntos correspondió a la clase III aceptable con índice BMWP/Col de 61-100 que presentan aguas mediamente contaminadas.

En cuanto al índice WQI correspondió a la calidad del río “regular” con un rango de 55-60 mientras que el índice CWQI estableció que sus aguas están “buenas” con rangos de 84-94. Posterior a ello se realizó una correlación lineal y multivariado entre todos los índices de calidad, señalando una correlación entre el índice BMWP/Col y WQI con una grado de significancia de $R= 0,017$ a diferencia que CQWI obtuvo $R= 0,370$ no significativo deduciendo que la metodología CWQI no es óptima para la calidad del río.

Para culminar se aplicó el índice CERAS que se basa en la observación rápida y sencilla de ocho variables donde el punto 1,2, 4 presentaron calidad hidromorfológica moderada, punto 3 mala y punto 5 buena.

Palabras claves: índices de calidad de agua, macroinvertebrados, BMWP, WQI, CWQI.

ABSTRACT

The objective of the present investigation was to evaluate the water quality of the Rumiyacu River by applying BMWP/Col biotic quality indexes, chemical physicits (WQI, CWQI) and an index with hydromorphological characteristics (PROTOCOLO CERAS) to know the biological quality of the river.

The field investigation consisted of establishing five sampling points taking two repetitions a total of 10 samples for later analysis to the laboratory and the identification of macroinvertebrates. A total of 453 individuals were collected, distributed in 7 orders and 12 families, being the family Leptophlebiidae more representative and the family Hydrobiidae less representative. Once the identification of macroinvertebrates was carried out, it was possible to analyze and determine the quality of water in the five points, which corresponded to the acceptable class III with a BMWP/Col index of 61-100, which present polluted waters.

The WQI index corresponded to the quality of the "regular" river with a range of 55-60 while the CWQI index established that its waters are "good" with ranges of 84-94. After that, a linear and multivariate correlation was made between all the quality indexes, indicating a correlation between the BMWP and WQI index with a degree of significance of $R = 0.017$, whereas CQWI obtained $R = 0.370$, not significant, deducing that the CWQI methodology It is not optimal for the quality of the river.

To finish, the CERAS index was applied, which is based on the quick and simple observation of eight variables where point 1,2, 4 showed moderate hydromorphological quality, point 3 bad and point 5 good.

Key words: water quality indexes, macroinvertebrates, BMWP, WQI, CWQI.

CONTENIDO

CAPITULO I: INTRODUCCIÓN	14
1.1 JUSTIFICACIÓN DEL PROBLEMA.....	16
1.2 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	17
1.3 OBJETIVOS: GENERAL Y ESPECÍFICOS	17
1.3.1 OBJETIVO GENERAL	17
1.3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS	17
CAPÍTULO II: FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA.....	18
2.1 CONTAMINACIÓN DEL AGUA	18
2.2 CALIDAD.....	18
2.3 CALIDAD DE AGUA.....	18
2.4 BIOINDICADORES.....	18
2.5 ÍNDICES GLOBALES DE CALIDAD DE AGUA.....	19
2.5.1 INDICE ICA-WQI (Water Quality Index).....	19
2.5.2 INDICE CWQI (Canadian Water Quality Index)	20
2.6 PROTOCOLO SIMPLIFICADO Y GUÍA DE EVALUACIÓN DE LA CALIDAD ECOLÓGICA DE RÍOS ANDINOS (CERA-S)	21
2.7 PARAMETROS FÍSICOS-QUÍMICOS Y BIOLÓGICOS DEL AGUA	23
2.7.1 PARÁMETROS FÍSICOS	23
2.7.2 PARÁMETROS QUÍMICOS.....	24
2.7.3 PARÁMETROS BIOLÓGICOS	25
2.8 INDICES BIÓTICOS Y DE DIVERSIDAD DE CALIDAD DE LAS AGUAS.....	25
2.8.1 ÍNDICES BIÓTICOS	25
2.9 MACROINVERTEBRADOS ACUÁTICOS.....	26
2.10 VENTAJAS Y DESVENTAJAS DEL USO DE MACROINVERTEBRADOS ACUÁTICOS.....	27
2.11 KICK SAMPLING	28
CAPITULO III: METODOLOGIA DE LA INVESTIGACIÓN	29
3.1 LOCALIZACIÓN.....	29

3.1.1	ASPECTOS BIOFÍSICOS	30
3.2	TIPO DE INVESTIGACIÓN	31
3.3	MÉTODO DE INVESTIGACIÓN	31
3.4	ANÁLISIS ESTADÍSTICO.....	34
CAPITULO IV: RESULTADOS		35
4.1	IDENTIFICACIÓN DE MACROINVERTEBRADOS	35
4.2	CARACTERÍSTICAS FÍSICOQUÍMICAS DEL RIO RUMIYACU	36
4.3	CARACTERÍSTICAS HIDROMORFOLÓGICAS DEL RIO RUMIYACU (PROTOCOLO CERAS).....	36
Fuente: Elaboración propia.....		37
4.4	APLICACIÓN DE ÍNDICES DE CALIDAD DE AGUA DEL RÍO RUMIYACU..	38
4.4.1	Índice BMWP/Col	38
4.4.2	Índice WQI.....	39
4.4.3	Índice CWQI.....	40
4.4.4	Índice del Protocolo CERAS	40
4.4.5	Correlaciones entre los índices BMWP, WQI, CWQI	41
Fuente: Elaboración propia.....		42
CAPÍTULO V: DISCUSIÓN.....		44
CAPITULO VI: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES		46
6.1	CONCLUSIONES	46
6.2	RECOMENDACIONES.....	47
CAPITULO VII: BIBLIOGRAFÍA.....		48
ANEXOS		53

INDICES DE TABLAS

Tabla 1. Valores relativos asignados a cada variable según el ICA-NSF	19
Tabla 2. Calificación de la calidad de agua según los valores que tome el ICA	20
Tabla 3. Categorías del índice de calidad WQI	21
Tabla 4. Valores para variables hidromorfológicas de ríos	23
Tabla 5. Valores para aguas naturales clasificadas mediante el índice BMWP/Col	26
Tabla 6. Puntos GPS referenciados para la toma de muestras en el río Rumiyaçu	32
Tabla 7. Número de individuos y familias encontrados en el río Rumiyaçu.....	35
Tabla 8. Resultados de los análisis físicos químicos del río Rumiyaçu	36
Tabla 9. Valoración hidromorfológicas de cada punto de muestreo del río Rumiyaçu	37
Tabla 10. Resultados del índice BMWP/Col en los cinco puntos de muestreo.....	39
Tabla 11. Resultados del índice WQI en los cinco puntos de muestreo.....	39
Tabla 12. Resultados del índice CWQI en los cinco puntos de muestreo	40
Tabla 13. Resultados del índice CERAS en los cinco puntos de muestreo.....	40
Tabla 14. Correlación lineal entre BMWP/Col y el CWQI.....	42
Tabla 15. Correlación lineal entre BMWP/Col y WQI	43
Tabla 16. Correlación divariado entre BMWP/Col, WQI y CQWI	43

ÍNDICES DE ANEXOS

Anexo 1. Fotografías de los diferentes muestreos	53
Anexo 2. Familia de macroinvertebrados encontrados en el muestreo	55
Anexo 3. Puntuaciones de sensibilidad de las familias de macroinvertebrados.....	56
Anexo 4. Ficha para determinar las características hidromorfológicas de la ribera del río Rumiyaçu.....	57
Anexo 5. Cálculos de índices de calidad	62
Anexo 6. Resultados de análisis físicoquímicos del laboratorio.....	59

ÍNDICES DE FIGURAS

Figura 1. Ubicación geográfica del Río Rumiyaçu en la Parroquia Dayuma.....	23
---	----

ÍNDICES DE GRÁFICAS

Gráfico 1. Diagrama de correlación entre el índice BMWP/Col y CWQI.....	41
Gráfico 2. Diagrama de correlación entre el índice BMWP/Col y WQI.....	42
Gráfico 3. Diagrama de correlación entre los índices BMWP/Col, CWQI, WQI.....	43

CAPITULO I: INTRODUCCIÓN

El Ecuador es uno de los países con una significativa tasa de crecimiento poblacional, y existe una tendencia de concentración urbana cada vez más notoria. Este crecimiento, a través del tiempo, ha generado presiones crecientes sobre los recursos naturales lo que ha limitado el acceso de agua de buena calidad.

La contaminación de las aguas es un complejo fenómeno social, económico y ambiental que constituye uno de los más serios obstáculos para el “Buen Vivir”. El deterioro de la calidad de las aguas es notorio, altamente nocivo y de grandes dimensiones cuando se trata del impacto ambiental por actividades industriales de distinto origen y las aguas residuales que se arrojan desde las ciudades sin ningún tratamiento, esto ha generado una afectación ambiental muy graves, con permanentes daños para la salud y los ecosistemas (Campaña, Nieto, & Isch L., 2013).

Según la (Constitución de la República del Ecuador., 2008). *“El derecho humano al agua es fundamental e irrenunciable. El agua constituye patrimonio nacional estratégico de uso público, inalienable, imprescriptible, inembargable y esencial para la vida. Así, como también se reconoce el derecho de la población a vivir en un ambiente sano y ecológicamente equilibrado, que garantice la sostenibilidad y el buen vivir, sumak kawsay. Se declara de interés público la preservación del ambiente, la conservación de los ecosistemas, la biodiversidad y la integridad del patrimonio genético del país, la prevención del daño ambiental y la recuperación de los espacios naturales degradados”*.

En nuestro país se estima que un 5% de las aguas residuales reciben algún tratamiento y que el 50% de los desechos sólidos producidos son dispuestos directamente en fuentes de agua. La calidad del agua es uno de los temas más importantes en la gestión de los recursos hídricos mediante la evaluación de características físicas, químicas y biológicas de ahí nace la necesidad de construir índices de calidad del agua como una técnica valiosa para describir el estado general del río para la toma de decisiones (Rangeti et al., 2015).

Los índices de calidad del agua son una herramienta muy útil en los programas de vigilancia, control y administración de los recursos hídricos a nivel mundial (Tyagi et al., 2013). Es por ello en la presente investigación se pretende evaluar la calidad del Río Rumiyaquí en la Parroquia Dayuma, Provincia de Orellana, Cantón de Orellana mediante la utilización de índices de calidad de agua tanto bióticos como físicos-químicos.

1.1 JUSTIFICACIÓN DEL PROBLEMA

Según el (INEC, 2010), la parroquia Dayuma desde el año 2011 tuvo una tasa de crecimiento de 2,94% de su población anual y esto ha ocasionado el incremento de las actividades productivas en la población, mejorando en parte la economía local, sin embargo ha provocado la generación de residuos, desechos y descargas que van de forma directa al cauce del río, alterando su composición físico-química y afectando a las comunidades biológicas que se desarrollan en él.

Las principales actividades que generan ingresos económicos en la parroquia son la ganadería, agricultura y la extracción de petróleo dónde opera el Bloque 61 de la empresa Petroamazonas EP que incide dentro del territorial parroquial (Petroamazonas, 2016).

El río Rumiyaçu es el recurso hídrico de la parroquia, sus pobladores realizan diferentes actividades recreativas en sus riberas pero la falta de tratamientos de las aguas residuales hace que vaya perdiendo la belleza escénica del lugar por las descargas directas provenientes de la parte urbana. (PDOTPD, 2015)

Por ello es indispensable que el Gobierno Autónomo Descentralizado Parroquial Dayuma, sepa el estado en el que se encuentran sus componentes bióticos y abióticos del río para poder tomar decisiones pertinentes en el caso que se encuentre alguna irregularidad, síntoma o muestra de que los habitantes y sus aledaños estén siendo afectados.

Según el Ministerio del Ambiente (MAE, 2015) en el Art. 209 De la calidad del agua.- *“Toda actividad antrópica deberá realizar las acciones preventivas necesarias para no alterar y asegurar la calidad y cantidad de agua de las cuencas hídricas, las alteraciones negativas sobre sus componentes, conllevará las sanciones que correspondan a cada caso”*.

Además en el Art. 14 de la Constitución de la República del Ecuador reconoce el derecho de la población a vivir en un ambiente sano y ecológicamente equilibrado, que garantice la sostenibilidad y el buen vivir, *sumak kawsay* de todas las personas.

Por tal razón, el presente estudio pretende determinar el estado de calidad de agua en el río Rumiyacu mediante el uso de macroinvertebrados acuáticos como bioindicadores, ya que es una de las metodologías más usadas y menos costosas en comparación con los físico-químicos, ya que los mismos nos indicaran la tolerancia e intolerancia de las poblaciones de macroinvertebrados frente a un contaminante u otro evento particular que perturbe las condiciones del sistema acuático en el que habitan.

1.2 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

Existe una descarga urbana proveniente de la Parroquia Dayuma que se vierte directamente en el río Rumiyacu, alterando su composición, para lo cual el uso de indicadores biológicos (macroinvertebrados) nos dará resultados fiables de la calidad del río Rumiyacu perteneciente a esta parroquia.

1.3 OBJETIVOS: GENERAL Y ESPECÍFICOS

1.3.1 OBJETIVO GENERAL

Evaluar la calidad de agua del río Rumiyacu, mediante la utilización de macroinvertebrados acuáticos en la Parroquia Dayuma, Cantón Orellana.

1.3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Identificar las comunidades de macroinvertebrados acuáticos del Río Rumiyacu.
- Determinar las concentraciones de los parámetros físicoquímicos del agua para aplicar índices de calidad en el río Rumiyacu.
- Caracterizar la hidromorfología del río Rumiyacu aplicando el Protocolo CERAS.

CAPÍTULO II: FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA

2.1 CONTAMINACIÓN DEL AGUA

Es la acumulación de sustancias tóxicas y derrame de fluidos a una fuente hídrica alterando la calidad del agua, los parámetros físicos, químicos y biológicos son los que caracterizan a un curso de agua y al ser contaminados causan daños al ser humano y al ambiente (MAE, 2016). Las principales causas de contaminación son: eliminación de residuos líquidos, domésticos e industriales, uso de químicos en la actividad agrícola el cual causa efectos tanto físicos (cambio de color, fermentación); químicos (disminución del oxígeno para la vida acuática, presencia de metales pesados) y biológicos (eutrofización, muerte de flora y fauna, producción de enfermedades en las personas (Mora, 2015).

2.2 CALIDAD

Es una medida de condición que se le asigna a cualquier variable en relación con requisitos a cualquier necesidad humano o propósito (González & Jurado, 2014)

2.3 CALIDAD DE AGUA

Se refiere a las características físico-químico-biológica del agua. La calidad de cualquier agua sea superficial o subterránea depende de factores naturales como de la acción humana (González & Jurado, 2014). Es de vital importancia, tanto para la salud humana como para el bienestar de la sociedad, contar con un abastecimiento seguro y conveniente, de satisfacción para el consumo humano, y la higiene personal debe ceñirse a normas adecuadas en cuanto a disponibilidad, cantidad, calidad y confiabilidad del abastecimiento (Casilla, 2014).

2.4 BIOINDICADORES

Son un grupo de especies ya sean animales, vegetales o microorganismos, que presentan un rango estrecho de tolerancia o varios factores ambientales (bióticos o abióticos). La presencia de éstos bioindicadores en el hábitat nos permite saber el estado de dicho lugar; por ello uno de los métodos más empleados para identificar la calidad del agua de una fuente hídrica son los macroinvertebrados acuáticos (Tenjo & Cárdenas, 2017).

Según (Prat, Ladrera, & Rieradevall, 2013), la utilización de indicadores biológicos frente a los habituales análisis físico-químicos en ríos presentan numerosos ventajas, como:

1. Integración espacial y temporal; es decir, la información que nos aportan no se reduce ni al tramo ni al momento concreto en el que se estudian.
2. Capacidad de respuesta frente a diferentes tipos de perturbaciones del ecosistema; no solo frente a la calidad química del agua, siendo capaces de detectar la alteración que se produce en el río frente a perturbaciones como la regulación hidrológica, alteraciones del hábitat fluvial, invasiones biológicas, etc.

2.5 ÍNDICES GLOBALES DE CALIDAD DE AGUA

Para conocer el grado de calidad de las aguas es importante la toma de muestras para la obtención de una serie de parámetros e indicadores. Estos índices se pueden clasificar en dos tipos: fisicoquímicos y biológicos.

2.5.1 INDICE ICA-WQI (Water Quality Index)

Propuesto por la NSF (Fundación Nacional de Saneamiento de Estados Unidos) se fundamenta en un procedimiento que tiene en cuenta el promedio aritmético ponderado de nueve variables: Oxígeno disuelto, DBO, coliformes fecales, temperatura, sólidos suspendidos totales, pH, nitratos, fosfatos y turbidez.

Para el cálculo se emplea una ecuación cuya estructura de cálculo es la que se presenta en la ecuación:

$$ICA = \sum_{i=1}^n Qi * wi$$

Donde:

W_i: Peso de cada parámetro que se detalla en la **tabla 1**.

Tabla 1. Valores relativos asignados a cada variable según el ICA-NSF

Coliformes fecales	0,15
Potencial de hidrógeno	0,12
Demanda Bioquímica de Oxígeno	0,10
Nitratos	0,10
Fosfatos	0,10
Temperatura	0,10
Turbidez	0,08

Sólidos totales disueltos	0,8
Oxígeno disuelto	0,17

Fuente: INSF

$Q_i =$ subíndice del i – ésimo parámetro.

El valor de Q_i se estima a partir de una curva funciones de calidad, expresadas a partir curvas para cada parámetro para transformar los valores a una escala adimensional.

Los valores del ICA comprenden en una escala de cero a uno. A continuación se detalla en la tabla 2.

Tabla 2. Calificación de la calidad de agua según los valores que tome el ICA

Rango	Color	Interpretación
0.00 - 0.25	Rojo	Muy Mala
0.26 - 0.50	Naranja	Mala
0.51 - 0.70	Amarillo	Regular
0.71 - 0.90	Verde	Aceptable
0.91 - 1.00	Azul	Buena

Fuente: Adaptación (IDEAM, 2013)

2.5.2 INDICE CWQI (Canadian Water Quality Index)

El índice está basado en la consecución de objetivos para proteger los usos de un cuerpo de agua, y dependiendo de las sustancias el objetivo se expresa de forma diferente: cuando son contaminantes el valor se expresa como el límite máximo permitido en el cuerpo de agua; cuando son sustancias esenciales (como el oxígeno disuelto) el objetivo se expresa como el valor mínimo que debe contener, (Caho Rodríguez & López Barrera, 2017), se expresa la siguiente ecuación, en donde se realiza el análisis de los siguientes parámetros: Oxígeno disuelto, pH, DBO₅, DQO, nitrógeno total, fósforo total, coliformes fecales, grasas y aceites, sólidos suspendidos totales y tenso activos.

$$CWQI = 100 - \frac{\sqrt{F1^2 + F2^2 + F3^2}}{1,732}$$

Donde:

F1 = porcentaje de parámetros que exceden la norma (alcance)

F2

= porcentaje de pruebas individuales de cada parámetro que excede la norma (frecuencia)

F3 = magnitud en la que se excede la norma cada parámetro que no cumple.

Los valores del ICA-WQI se desarrollan en una escala de cero a cien que se detallan en la tabla 3.

Tabla 3. Categorías del índice de calidad WQI

Rango	Interpretación
95-100	Excelente
80-94	Buena
65-79	Aceptable
45-64	Marginal
0-44	Pobre

Fuente: (Fernández & Solano, 2005)

2.6 PROTOCOLO SIMPLIFICADO Y GUÍA DE EVALUACIÓN DE LA CALIDAD ECOLÓGICA DE RÍOS ANDINOS (CERA-S)

Índice de aplicación rápida y sencilla, integra aspectos biológicos y morfológicos del lecho del río y su zona inundable y los utiliza para evaluar la calidad ambiental de las riberas, no existe una metodología propia para caracterizar hidromorfológicamente a ríos de la Amazonía pero se utilizará como referencia éste protocolo el cual tiene una relación entre la estructura y la parte biológica.

La base del protocolo es la valoración de la calidad biológica del río y las características de su entorno y su representación mediante una combinación sencilla de colores que permite a quien no tiene una formación científica especializada observar rápidamente cual es el estado de salud de su río (Encalada et al., 2011).

Para llevar a cabo la evaluación de calidad ecológica en ríos se escoge un tramo que mida entre 50 y 100 metros de longitud. Para (Encalada et al., 2011) se observan y valoran ocho variables como:

- 1- **La vegetación de la ribera de bosque:** Si la vegetación que encontramos está compuesta por árboles o bosques mixtos de especies nativas puntaje 5; arbustos, árboles introducidos puntaje 3; cultivos y pastos puntaje 1 y si está compuesto por tierra baldía puntaje 0.
- 2- **Continuidad de ribera:** Si la vegetación es continua puntaje de 5; vegetación continua moderada puntuación 3 y si la vegetación está alejada puntaje de 1.
- 3- **Conectividad de vegetación:** Si el paisaje próximo está compuesto de vegetación natural puntaje 5; si está compuesto por una combinación de bosques de cultivos cuya superficie sea inferior al 50 %, entonces la conectividad es moderada cuya superficie sea inferior al 50 %, entonces la conectividad es moderada puntaje 3 aquí no deben existir elementos urbanos ; si los cultivos ocupan más del 50% del paisaje puntaje 1 ; si la vegetación está próxima a elementos de urbanismo ocupan menos el 50% del paisaje puntaje 2 y si está ocupado por agricultura y los elementos del urbanismo ocupan más del 50% recibirán puntaje 0.
- 4- **Presencia de basuras y escombros:** presencia de basura aislada y fácil e remover puntaje 2; basura acumulada en forma de botadero puntaje 0 y si no hay escombros ni basura puntaje 5.
- 5- **Naturalidad del canal:** Si el río no muestra signos de que su cauce haya sido modificado puntaje 5; si las terrazas adyacentes al río han sido modificadas para hacer plantaciones o para pasto para ganado puntaje 3; Si uno de los lados del canal del río está modificado por una estructura sólida puntaje 1 y si los dos lados del río están modificados por una estructura sólida puntaje 0.
- 6- **Composición de sustrato:** Se identifica en el río cada tipo de sustrato (grava, piedras, arena+arcilla, bloque, canto por cada tipo de sustrato es 1 punto.
- 7- **Velocidad y profundidad del río:** Se evalúan distintas combinaciones de profundidades presentes en el río, así como la velocidad. La zona somera tiene profundidades < 0,4 m; zona rápida por dónde el agua corre de forma aparente, esto

quiere decir que si depositamos un objeto flotante (una hoja o ramita) éste debería recorrer por lo menos 30 cm en un segundo. Cada combinación aporta un punto y se añade un punto más si el tramo de río tiene las cuatro combinaciones.

- 8- **Elementos de heterogeneidad:** Esta sección evalúa elementos de heterogeneidad que favorecen el aumento de biodiversidad de organismos acuáticos cada uno de ellos suma 1 punto (hojarasca, troncos y ramas, diques naturales, raíces sumergidas, vegetación acuática sumergida (musgos y plantas) y vegetación acuática sumergida (algas). Para finalizar se suman todas éstas variables y se compara con la siguiente escala en la tabla 4.

Tabla 4. Valores para variables hidromorfológicas de ríos

Valor	Condición	Color
0-10	Pésima	Rojo
10-20	Mala	Naranja
20-28	Moderada	Amarillo
28-35	Buena	Verde
>35	Excelente	Azul

2.7 PARAMETROS FÍSICOS-QUÍMICOS Y BIOLÓGICOS DEL AGUA

Se obtiene valores numéricos de parámetros más comunes presentes en el agua.

2.7.1 PARÁMETROS FÍSICOS

- **pH:** Indica la concentración del ion hidrógeno, este parámetro es importante puesto que una concentración inapropiada puede causar problemas en los procesos biológicos, existe una escala indicadora de pH que fluctúa entre 0 y 14 (Calderón Y. T., 2014).
- **Temperatura:** Es una característica física del agua de suma importancia debido a la influencia de la misma en el desarrollo de la vida acuática. La temperatura óptima para la actividad bacteriana está en el rango de 25°C a 35°C (Calderón Y. T., 2014).
- **Conductividad:** Ésta característica está en dependencia de la temperatura a la cual se determine y la concentración de las sustancias disueltas ionizadas en el agua residual. El agua pura es considerada como un buen conductor de electricidad (Calderón Y. T., 2014).

2.7.2 PARÁMETROS QUÍMICOS

- **Demanda Biológica de Oxígeno (DBO):** Es un parámetro que mide la cantidad de oxígeno consumido al degradar la materia orgánica de una muestra líquida (Ollala, 2017).
- **Demanda Química de Oxígeno (DQO):** Mide la cantidad de sustancias susceptibles de ser oxidadas por medios químicos que hay disueltas o en suspensión en una muestra líquida (Ollala, 2017).
- **Sólidos Suspendidos Totales (SST):** Se definen como la porción de sólidos retenidos por un filtro de fibra de vidrio que posteriormente se seca a 103-105°C hasta peso constante (Ollala, 2017).
- **Sólidos Disueltos Totales (SDT):** Comprenden las sales inorgánicas (principalmente de calcio, magnesio, potasio y sodio, bicarbonatos, cloruros y sulfatos) y pequeñas cantidades de materia orgánica que están disueltas en el agua (Zambrano & García, 2013).
- **Oxígeno Disuelto (OD):** Es la fuente energética de los seres vivos y microorganismos aeróbicos (Calderón Y. T., 2014).
- **Tensoactivos:** Compuestos orgánicos principalmente detergentes y productos de limpieza de uso doméstico (Díaz, 2015).
- **Fósforo:** Se encuentra presentes en las aguas residuales domésticas por el uso de detergentes o por las excreciones humanas (Teixeira et al., 2013).
- **Nitrógeno:** Elemento esencial para toda forma de vida y su exceso puede afectar drásticamente la vida de los animales y plantas. En las aguas está presente en amoníaco (NH_3) que es tóxico y amonio (NH_4^+) no tóxico (Espinosa et al., 2013).
- **Nitratos:** El ion nitrato forma sales muy solubles y bastantes estables aunque en un medio reductor pueden pasar a nitritos, nitrógeno o amoniaco. Las aguas normales contienen menos de 10 ppm, y el agua de mar hasta 1 ppm, pero las aguas contaminadas, principalmente por fertilizantes pueden llegar a varios centenares de ppm (Zambrano & García, 2013).

- **Aceites y grasas:** Conjunto de sustancias pobremente solubles que se separan de la porción acuosa y flotan formando natas, películas y capas iridiscentes sobre el agua, muy ofensivas estéticamente (Zambrano & García, 2013).

2.7.3 PARÁMETROS BIOLÓGICOS

- **Coliformes totales:** Bacterias, principalmente asociadas con los desechos humanos y animales, expresada en Unidades Formadoras de Colonia en 100 ml de muestra problema, (UFC/100 ml) (Sotil, 2016).

2.8 INDICES BIÓTICOS Y DE DIVERSIDAD DE CALIDAD DE LAS AGUAS

La presencia y ausencia de una especie o familia se usa como indicador de la calidad de aguas. Los índices biológicos pueden ser de dos tipos:

- **Índices bióticos:** Permiten la valoración del estado ecológico de un ecosistema acuático afectado por un proceso de contaminación. Para ello se aplica en la obtención de macroinvertebrados que poseen un valor de acuerdo a la tolerancia.
- **Índices de diversidad:** Miden la abundancia y biodiversidad de especies de un sitio.

2.8.1 ÍNDICES BIÓTICOS

INDICE BIOLOGICAL MONITORING WORKING PARTY (BMWP)

Es un método sencillo y rápido para evaluar la calidad del agua usando macroinvertebrados bentónicos como bioindicadores; sólo requiere llegar hasta el nivel de familia. Los datos son cualitativos (ausencia o presencia) y cuantitativos. Se establece puntuaciones del 1 al 10 de acuerdo a la sensibilidad o tolerancia de los macroinvertebrados ante dicha contaminación (Cordero, 2015).

El 10 indica el grupo más sensible, la presencia de muchos organismos con valor 10 o valores altos, indica que el río tiene aguas limpias y si por el contrario solo se encuentran organismos

resistentes con valores bajos, esto indica que el río tiene aguas contaminadas (Shingon, 2015) (ver Anexo 1).

Para obtener un valor BMWP/Col para cada sitio se suma el valor de cada grupo y se obtiene un total (Shingon, 2015). Se expresa la siguiente fórmula:

$$BMWP = \Sigma. Ci$$

Dónde:

BMWP/Col = índice biological monitoring working party modificado for Colombia

Ci = Puntaje asignado a las familias de macroinvertebrados

Los resultados obtenidos de las familias de la sumatoria de Ci se compararán con los valores que se detalla en la tabla 5.

Tabla 5. Valores para aguas naturales clasificadas mediante el índice BMWP/Col

Clase	Rango	Calidad	Características	Color cartográfico
I	≥121	Muy buena	Aguas muy limpias	
II	101-120	Buena	Aguas limpias	
III	61-100	Aceptable	Aguas mediamente contaminadas	
IV	36-60	Dudosa	Aguas contaminadas	
V	16-35	Crítica	Aguas muy contaminadas	
VI	≤15	Muy crítica	Aguas fuertemente contaminadas	

Fuente: (Shingon, 2015).

2.9 MACROINVERTEBRADOS ACUÁTICOS

Los macroinvertebrados acuáticos son animales invertebrados que tienen tamaños superiores a 0.5 mm de largo se los puede mirar a simple vista (Arana & Cabrera, 2015). Según (Arana & Cabrera, 2015) “el uso de macroinvertebrados como indicadores de la calidad del agua está basado en que dichos organismos ocupan un hábitat con características ambientales

específicas, y cualquier cambio en las condiciones ambientales se reflejará, por tanto, en las estructuras de estas comunidades”.

2.10 VENTAJAS Y DESVENTAJAS DEL USO DE MACROINVERTEBRADOS ACUÁTICOS

Los macroinvertebrados (MI) son usados como bioindicadores debido a que gran parte de su vida se desarrollan en medios acuáticos.

Para (Fadillah, Sutjiningsih, & Anggraheni, 2017) *“los macroinvertebrados se utilizan ampliamente para determinar parámetros de calidad del agua porque tiene una sensibilidad a cada tipo de contaminante y tiene una reacción rápida, no tienen capacidad para migrar si hay alteraciones en las condiciones de la aguas, es detenido por visibles y separados en varios tipos”*

La presencia de algunas familias y géneros indican las aguas claras y limpias, mientras que otras familias soportan aguas muy contaminadas; así, por ejemplo, la presencia de individuos de las familias Tubificidae (anélidos) o Chironomidae (moscas) indican contaminación hídrica, opuestamente unas aguas claras y limpias serán el hábitat de individuos de familias como Zygoptera (libélulas), Ptilodactilidae (escarabajos) o Hydrachnidae (arácnidos) que no pueden adaptarse a condiciones hídricas con presencia de contaminantes (Vásquez & Medina, 2015).

El uso de MI constituye un método alternativo a diferencia de los análisis físico-químicos de la calidad del agua, una de las ventajas más notorias es que pueden presenciar contaminación sucedida con anterioridad con la presencia y ausencia de familias; mientras que al realizar un análisis de parámetros físico-químicos en el agua se detecta el grado de contaminación que sucede en ese momento como la presencia de metales, nutrientes etc. (Vásquez & Medina, 2015).

Sin embargo, el uso de bioindicadores también tiene sus desventajas por ejemplo para evaluar la calidad de agua para consumo humano; ya que no detecta la presencia de patógenos (coliformes totales, fecales) por lo tanto, es importante emplear ambos métodos el físico-químico y el biológicos para obtener mejores resultados (Springer, 2010).

2.11 KICK SAMPLING

Es un método estandarizado para medir macroinvertebrados bentónicos en un cuerpo de agua. Fue diseñado por el Centro de Ecología e Hidrología en el Reino Unido. Más tarde fue adoptada por la Directiva Marco del Agua de la UE (Dilley & Porter).

Consiste en barrer la vegetación de las orillas del río para atrapar insectos nadadores y que se adhieren a los tallos u hojas, en ocasiones es necesario remover las piedras, troncos del río ya que existen macroinvertebrados que se refugian (Carrera & Fierro, 2001).

CAPITULO III: METODOLOGIA DE LA INVESTIGACIÓN

3.1 LOCALIZACIÓN

Dayuma es una de las once parroquias que conforman el cantón Francisco de Orellana capital de la provincia de Orellana, ubicada a 40 Km vía al Auca desde la ciudad El Coca, limita al norte con las parroquias: El Dorado, Taracoa y Alejandro Labaka, al sur con la parroquia Inés Arango, al este con la parroquia Alejandro Labaka y al oeste con las parroquias La Belleza y García Moreno (Calderón Y. , 2014).

Tiene una superficie aproximada de 123.221,88 ha (PDOTPD, 2015). Posee 6.298 habitantes, de los cuales el 56% corresponde a hombres y el 44% son mujeres (INEC, 2010) .

Dentro de la parroquia se encuentra el Río Rumiyaqu que pertenece a la subcuenca hidrográfica del Río Tiputíni, posee una extensión aproximada de 28,4km, forma parte de las 19 microcuencas del Tiputíni, siendo la más grande en extensión (PDOTPD, 2015)

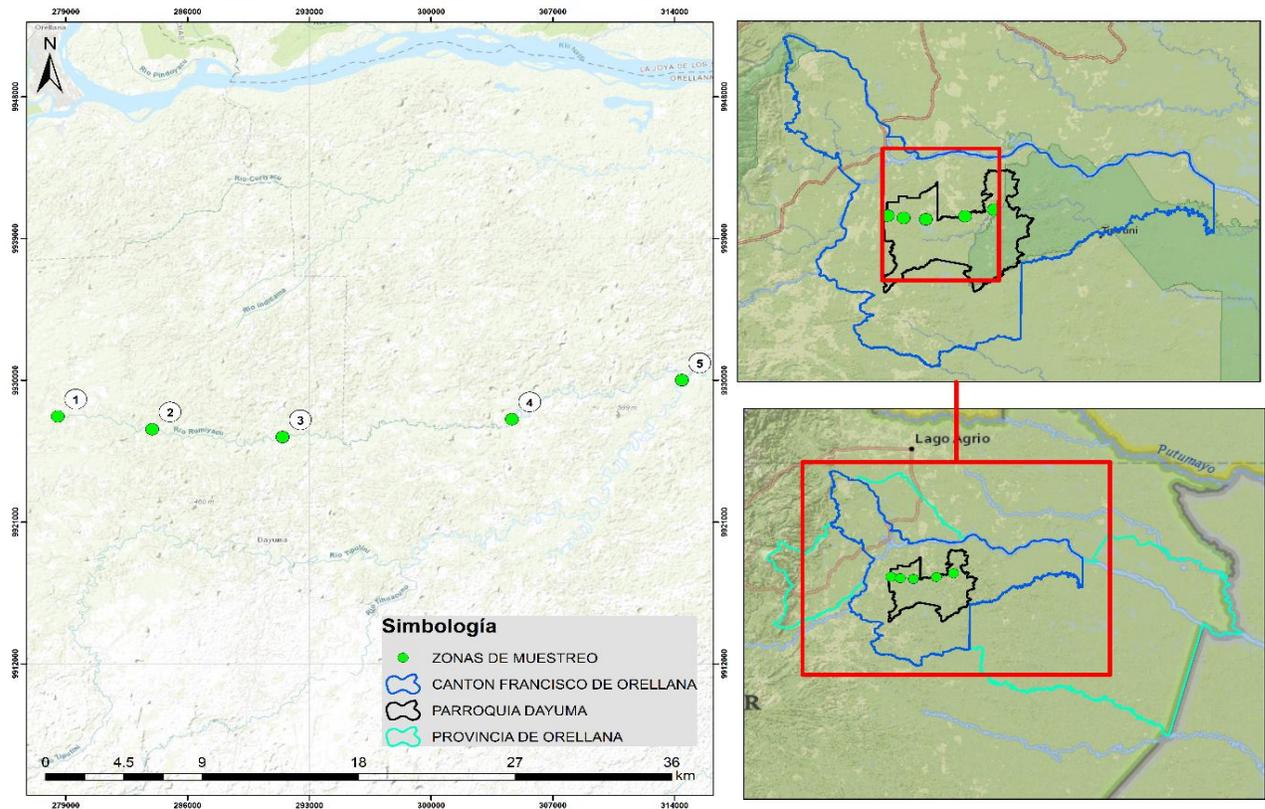


Fig.1 Ubicación geográfica del Río Rumiyaqu en la Parroquia Dayuma

3.1.1 ASPECTOS BIOFÍSICOS

Relieve

La parroquia Dayuma se encuentra en la región amazónica entre la cordillera Oriental y la llanura amazónica, su rango altitudinal varía desde los 180 msnm hasta los 290 msnm. Presenta un relieve irregular con predominio de colinas y superficies disecadas, su precipitación multianual es de 2900 mm y posee una superficie urbana de 39 hectáreas (Calderón Y. , 2014).

Clima

Posee una temperatura media anual de 18 a 25 °C (INAHMI, 2015), siendo su clima mega térmico- muy húmedo tropical de acuerdo a la clasificación de (Pourrut, 1983).

Suelos

Los suelos predominantes son: TypicDystrudepts por tener una textura franco-arcillosa a arcillosa y el OxicDystrudepts (rojos) son de textura Arcillosa en superficie y muy arcillosa en profundidad (MAGAP, 2018).

Flora y fauna

En la provincia de Orellana alberga más de 2.000 especies de árboles y arbustos, 204 especies de mamíferos, 610 especies de aves, 121 de reptiles, 150 de anfibios y más de 250 especies de peces (MAE, 2018).

Según el sistema de clasificación de formaciones vegetales propuesto por Sierra el territorio de Dayuma puede ser catalogado como Bosque siempre verde de tierras bajas (MAE, 2013).

Se destacan las especies de chuncho (*Cedrelinga cateniformis*), laurel, sangre de gallina, arenillo (*Erismia uncinatum*) guayacán (*Tabebuia spp.*), roble (*Terminalia amazonia*) y bálsamo (*Myroxylum balsamun*). Las especies cedro (*Cedrela odorata*), caoba (*Swietenia macrophylla*), constan en la lista del CITES de especies amenazadas por el tráfico ilegal y los mamíferos más comercializados son los primates monos arañas (*Ateles belzebuth*) mono chorongo (*Lagothrix lagothricha*), cerdos de monte (*Tayassu pecari*) ,tapires (*Tapirus terrestris*), guanta (*Cuniculus paca*), guatuso (*Dasyprocta punctata*), puma (*Puma concolor*), tigrillo (*Leopardus tigrinus*) , jaguar (*Panthera onca*) , oso hormiguero (*Myrmecophaga*

tridactyla), armadillo (*Priodontes maximus*) y perezoso (*Bradypus tridactylus*) (GADPO, 2018).

3.2 TIPO DE INVESTIGACIÓN

El presente trabajo fue de tipo descriptivo porque se basó en la identificación y descripción de macroinvertebrados presentes en el río, además se realizó un análisis de exploración de las condiciones hidromorfológicas de la ribera y como incide en la zona urbana de la parroquia.

3.3 MÉTODO DE INVESTIGACIÓN

La presente metodología constó de dos fases: Fase de campo y laboratorio que se describen a continuación:

➤ FASE DE CAMPO

Una vez identificada el área de estudio se establecieron cinco puntos de muestreos.

Se inició con la toma de datos físicos como: condiciones climáticas, tipo de corriente, material flotante, olores en el agua, vegetación acuática, temperatura ambiente, temperatura de la muestra y pH.

Para la medición del caudal se utilizó:

- Cinta métrica
- Caudalímetro
- Para la velocidad se utilizó el método de flotador.

Para los datos físicos y químicos se utilizó:

- Multiparamétrico
 - ✓ Ph
 - ✓ Conductividad
 - ✓ Temperatura ambiente
 - ✓ Temperatura de la muestra

Posteriormente se recogió muestras de macroinvertebrados en cinco puntos de muestreo (tabla 6), abarcando toda la extensión del río. El método para la recolección de macroinvertebrados fué **KICK SAMPLING**.

Tabla 6. Puntos GPS referenciados para la toma de muestras en el río Rumiayacu

Puntos	X	Y
1	278539.20	9927705.66
2	283962.45	9926894,48
3	291452.32	9926397.08
4	304635.82	9927529.23
5	314410	9930014.25

Se separó cada uno de los organismos de los diferentes sustratos recolectados, depositando en una bandeja plástica de color blanco con ayuda de pinzas. Una vez realizada la separación se procedió a la correcta y conservación de los macroinvertebrados en frascos para trasladarlos al laboratorio para su posterior identificación (Carrera & Fierro, 2001).

Para la recolección de macroinvertebrados se utilizó los siguientes materiales:

- GPS
- Red tamizada
- Pinza
- Bandeja
- Frascos Alcohol 75%
- Etiquetas
- Equipos de protección personal
- Hoja de campo
- Fichas

La segunda actividad son los análisis físicos - químicos del agua se procedió a la recolección de dos réplicas de agua por cada estación un total de 10 muestras para llevarlas al laboratorio.

Se siguió un protocolo para la toma de las muestras de agua en el río Rumiayacu el cual detallamos a continuación:

- Para la toma de muestras usaremos frascos de ámbar de 1 litro para evitar el paso de la radiación solar.
- Lavamos los frascos con jabón las veces que sea necesario con agua potable posterior enjuagamos con el agua a analizar.
- El recipiente lo sumergimos en el río a una profundidad de 20 cm tomándolo del cuello evitando que se formen burbujas; seguido tapamos inmediatamente y con ayuda de una cinta masking lo enrollamos para evitar la salida del líquido y la entrada de otros elementos contaminantes que puedan alterar las condiciones físico-químicas del agua y para finalizar rotulamos y enviamos al laboratorio.

Estas muestras se llevaron al laboratorio acreditado del GADPO para su respectivo análisis de los siguientes parámetros: Coliformes fecales, coliformes totales, pH, DBO, DQO, nitratos, fosfatos, temperatura, turbidez, SDT, SST, oxígeno disuelto, tensoactivos, nitrógeno total, fósforo total, aceites y grasas

La última actividad se basó en la observación de la ribera mediante la aplicación del Índice de calidad de las condiciones ambientales e hidromorfológicas basándonos en la metodología de (Encalada et al., 2011) que es el “Protocolo simplificado y guía de evaluación de la calidad ecológica de ríos Andinos CERAS-S” usada en los ríos Andinos, ya que para ríos de la amazonia no existe, en el cual se detallaran las siguientes condiciones:

- Vegetación de la ribera del río
- Vegetación de la ribera de bosque
- Continuidad de la ribera
- Conectividad de la vegetación de ribera con otros elementos de los paisajes adyacentes o próximos
- Naturalidad del canal fluvial
- Composición del sustrato
- Regímenes de velocidad y profundidad del río
- Elementos de heterogeneidad.

➤ FASE DE LABORATORIO

Para la identificación de las familias de los macroinvertebrados se utilizó la Guía de macroinvertebrados bentónicos sudamericanos (Domínguez & Fernández, 2009), además de los siguientes instrumentos:

- Equipo de protección personal
- Bisturí
- Agujas
- Alcohol
- Muestras colectadas

Una vez realizada la identificación, se aplicó el índice de calidad biótica BMWP/Col en la guía (Alvarez, 2005).

Seguido asignamos los índices de calidad ICA-WQI aplicado por la NSF y el índice CQWI aplicado por (Caho Rodríguez & López Barrera, 2017)

3.4 ANÁLISIS ESTADÍSTICO

Una vez obtenidos los datos de campo en los 5 puntos de muestreo, se hizo una correlación de Pearson con análisis simple y divariado de las concentraciones de los análisis físicos químicos (variables independientes), con las comunidades de macro invertebrados (variable dependiente), encontrados en cada uno de los puntos, aplicando el software estadístico SPSS, el cual nos indicó el grado de significancia y relación que existe entre las variables.

CAPITULO IV: RESULTADOS

4.1 IDENTIFICACIÓN DE MACROINVERTEBRADOS

Se caracterizó la población de macroinvertebrados, recolectando un total de 453 individuos, distribuidos en 12 familias y 7 ordenes, en los 5 puntos de muestreo, como se detalla en la tabla 7.

Tabla 7. Número de individuos y familias encontrados en el río Rumiyaçu

ORDEN	FAMILIAS	# DE INDIVIDUOS														
		PUNTO 1			PUNTO 2			PUNTO 3			PUNTO 4			PUNTO 5		
Ephemeroptera	Leptophlebiidae	14	16	30	10	15	25	16	19	35	8	15	23	10	10	20
	Baetidae	6	5	11	6	9	15	5	3	8	5	5	10	4	5	9
	Trycorithidae	8	9	17	7	7	14	7	10	17	5	6	11	5	5	10
Plecoptera	Perlidae	5	5	10	4	6	10	5	6	11	5	4	9	4	5	9
Trichoptera	Leptoceridae	8	6	14	5	6	11	6	9	15	6	7	13	5	7	12
	Hydropsychidae			0	3		3			0		2	2	1		1
Diptera	Chiromidae	1	2	3	2	3	5	1		1		1	1	1	1	2
	Simuliidae	3	1	4	2	4	6	3	1	4		3	3	2	2	4
	Ceratopogonidae	3	2	5	4	4	8	2	2	4	2	2	4	3	4	7
Odonata	Gomphidae		1	1	1	1	2	1		1			0			0
Hemiptera	Veliidae	1	1	2	2	3	5		1	1	1	1	2	1	1	2
Gastropoda	Hydrobiidae			0			0		1	1			0			0
SUMA TOTAL				97			104			98			78			76

Fuente: Elaboración propia

Se realizó la caracterización para cada punto, obteniendo los siguientes resultados:

- **Punto 1:** Se recolectó un total de 97 individuos, distribuidos en 10 familias y 6 órdenes, siendo Leptophlebiidae la familia más representativa con 30 individuos y la menos representativa Gomphidae con 1 individuo.
- **Punto 2:** Se recolectó un total de 104 individuos, distribuidos en 11 familias y 6 órdenes, siendo Leptophlebiidae la familia más representativa con 25 individuos, y la menos representativa Gomphidae con 2 individuos.
- **Punto 3:** Se recolectó un total de 98 individuos, distribuidos en 11 familias y 7 órdenes, siendo Leptophlebiidae la familia más representativa con 35 individuos y las menos representativas Gomphidae con 1 individuo, Veliidae 1 individuo y Hydrobiidae 1 individuo.

- **Punto 4:** Se recolectó un total de 78 individuos, distribuidos en 10 familias y 5 órdenes, siendo Leptophlebiidae la familia más representativa con 23 individuos y la menos representativa Chiromidae con 1 individuo.
- **Punto 5:** Se recolectó un total de 76 individuos, distribuidos en 11 familias y 7 órdenes, siendo Leptophlebiidae la familia más representativa con 20 individuos y la menos representativa Hydropsychidae con 1 individuo.

4.2 CARACTERÍSTICAS FÍSICOQUÍMICAS DEL RIO RUMIYACU

Se obtuvieron las siguientes concentraciones de 17 parámetros, para cada punto de muestreo, que se detallan en la tabla 8:

Tabla 8. Resultados de los análisis físicos químicos del río Rumiayacu

Parámetro	P1	P2	P3	P4	P4	Unidad
Colif. Fecales	4000	1250	4500	3000	3250	UFC/100 ml
pH	6.68	6.75	6.83	6.79	6.81	-
DBO	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	mg/L
Nitratos	33.28	22.16	26.77	14.83	26.58	mg/L
Fosfatos	0.41	0.31	0.90	1.07	0.85	mg/L
Temperatura	27.1	28	28	27.1	26.1	°C
Turbidez	33.3	12.00	24.1	5.42	13.07	NTU
SDT	14.88	15.76	25.45	16.01	17.02	mg/L
Oxígeno disuelto	5.4	5.2	4.8	5.4	5.0	% Saturacion
Conductividad	19.23	19.96	32.26	20.24	21.54	µS/cm
DQO	10.0	10.0	10.0	10.0	10.0	mg/L
STS	179	129	281	113	140	mg/L
Tensoactivos	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	mg/L
Nitrógeno total	8.4	8.4	11.2	8.4	5.6	mg/L
Fósforo total	0.13	0.1	0.295	0.35	0.28	mg/L
Aceites y grasas	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	mg/L
Colif. Totales	9500	5600	10000	6500	6500	UFC/100 ml

Fuente: Elaboración propia

4.3 CARACTERÍSTICAS HIDROMORFOLÓGICAS DEL RIO RUMIYACU (PROTOCOLO CERAS).

Se aplicó el Protocolo CERAS, se obtuvieron los siguientes resultados, detallados en la tabla 9:

Tabla 9. Valoración hidromorfológicas de cada punto de muestreo del río Rumiyaçu

MONITOREO	Vegetación		Continuidad Ribera		Conectividad de la vegetación			Presencia basura ,escombros			Naturalidad del Canal			Composición del sustrato					Velocidad y profundidad			Elementos de Heterogeneidad			SUMA TOTAL											
	Bosque mixto	Matorral arbusto	Cultivos	Pastos	Continuo	M. grandes	M. aisladas	Veget. Natural	Prox. Cultivos	Prox. Pastos	Prox. Urbanos	Agricult.	Sin basura	Con basura	Basura,escombros	Natural	Modif.terrazas	Estruc. Rígidias	Total.modif	Bloques	Piedras	cantos	Grava	Arena		Arcilla	Lodo	R.Somero	R. Profundo	L. Somero	L. Profundo	Hojarasca	Troncos, ramas	Raíces sumerg.	Musgos, plantas	Algas
PUNTO 1	3				3		5						2		5					1					1	1				1	1					23
PUNTO 2	3				3			3					5		5										1	1				1	1	1				24
PUNTO 3	3					1				2			0		5					1					1	1				1	1	1	1			18
PUNTO 4	5				5			3					5		5										1	1				1	1					27
PUNTO 5	5				5			5					5		5										1	1				1	1		1			30

Fuente: Elaboración propia

Para la determinación de las características hidromorfológicas, se realizó el siguiente análisis cualitativo:

- Punto 1:** La vegetación de la ribera en este punto está compuesta por matorral arbustos; con una continuidad de la ribera interrumpida por cultivos, por lo cual se presenta moderada; el paisaje próximo a la zona de la ribera está compuesto de vegetación natural con poca presencia de basura en el cauce natural del río; el sustrato del lecho del río está compuesto principalmente por: piedras, arcilla y lodo, además existe presencia de hojarasca, troncos y ramas, elementos que hacen que aumente la heterogeneidad del río.
- Punto 2 :** La vegetación de la ribera en este punto está compuesta por matorral-arbustos; la continuidad de la ribera se ve interrumpida por cultivos, por lo cual se presenta moderada; el paisaje próximo a la zona de la ribera está compuesto de cultivos con ausencia de basura en el cauce natural del río; el sustrato del lecho del río está compuesto principalmente por: arcilla y lodo, además existe presencia de hojarasca, troncos, ramas y raíces sumergidas, elementos que hacen que aumente la heterogeneidad del río.
- Punto 3 :** La vegetación de la ribera en este punto está compuesta por matorral-arbustos; la continuidad de la ribera está alejada, por lo que existe disminución de vegetación; el paisaje próximo a la zona de la ribera está compuesto por elementos urbanos alrededor del cauce del río con presencia de basura, escombros , el sustrato

del lecho del río está compuesto principalmente por: piedras, arcilla y lodo, además existe presencia de hojarasca, troncos, ramas y raíces sumergidas, musgos y plantas elementos que hacen que aumente o disminuya la heterogeneidad del río.

- **Punto 4:** La vegetación de la ribera en este punto está compuesta por bosque mixto; la continuidad de la ribera se ve interrumpida por cultivos, por lo cual se presenta moderada; el paisaje próximo a la zona de la ribera está compuesto de cultivos con ausencia de basura en el cauce natural del río; el sustrato del lecho del río está compuesto principalmente por: arcilla y lodo, además existe presencia de hojarasca, troncos, ramas, elementos que hacen que aumente la heterogeneidad del río.
- **Punto 5:** La vegetación de la ribera en este punto está compuesta por bosque mixto; la continuidad de la ribera no se ve interrumpida; el paisaje próximo a la zona de la ribera está compuesto de vegetación natural con ausencia de basura en el cauce natural del río; el sustrato del lecho del río está compuesto principalmente por: arcilla y lodo, además existe presencia de hojarasca, troncos, ramas, musgos y plantas elementos que hacen que aumente la heterogeneidad del río.

4.4 APLICACIÓN DE ÍNDICES DE CALIDAD DE AGUA DEL RÍO RUMIYACU

4.4.1 Índice BMWP/Col

A continuación se presentan los resultados obtenidos en los 5 puntos de muestreo del río Rumiyacu.

Una vez realizada la caracterización de los macroinvertebrados, se procedió a la aplicación del índice biótico BMWP/Col, obteniendo valores que van desde 69, hasta 64, señalando que el río posee una calidad biótica aceptable, es decir sus aguas están medianamente contaminadas en los 5 puntos de muestreo (tabla 10).

Tabla 10. Resultados del índice BMWP/Col en los cinco puntos de muestreo

PUNTOS	VALOR INDIVIDUOS	VALOR BMWP	CARACTERÍSTICA	COLOR	CALIDAD BIOLÓGICA
1	97	64	Aguas medianamente contaminadas		ACEPTABLE
2	104	69	Aguas medianamente contaminadas		ACEPTABLE
3	98	67	Aguas medianamente contaminadas		ACEPTABLE
4	78	64	Aguas medianamente contaminadas		ACEPTABLE
5	76	66	Aguas medianamente contaminadas		ACEPTABLE

Fuente: Elaboración propia

4.4.2 Índice WQI

Una vez realizados los análisis físico-químicos del laboratorio, para este índice se utilizaron los siguientes parámetros: Coliformes fecales; pH; DBO; nitratos; fosfatos; temperatura; turbidez; sólidos totales disueltos y oxígeno disuelto, se procedió a la aplicación de este índice, obteniendo como resultados valores que van desde 55.51, hasta 60.19 (tabla 11), dando la interpretación de que todos los puntos presentan una calidad de agua regular, es decir sus aguas están medianamente contaminadas.

Tabla 11. Resultados del índice WQI en los cinco puntos

PUNTOS	WQI	INTERPRETACIÓN	COLOR
1	55.83	Regular	
2	60.19	Regular	
3	57.47	Regular	
4	55.51	Regular	
5	58.39	Regular	

Fuente: Elaboración propia

4.4.3 Índice CWQI

Una vez realizados los análisis físico-químicos de laboratorio, para este índice se utilizaron los siguientes parámetros: Coliformes fecales; pH; DBO; oxígeno disuelto; DQO; sólidos totales suspendidos; tensoactivos; nitrógeno total; fósforo total; aceites y grasas, se procedió a la aplicación de este índice, obteniendo como resultado valores que van desde 84.33 hasta 94.05 señalando que el río posee una calidad de agua buena, es decir sus aguas están limpias (tabla 12).

Tabla 12. Resultados del índice CWQI en los cinco puntos de muestreo

Puntos	CWQI	Interpretación	Color
1	86.04	Buena	
2	94.10	Buena	
3	84.33	Buena	
4	89.07	Buena	
5	88.37	Buena	

Fuente: Elaboración propia

4.4.4 Índice del Protocolo CERAS

A continuación se presentan los resultados obtenidos en los 5 puntos de muestreo del río Rumiayacu, detallados en la tabla 13:

Tabla 13. Resultados del índice CERAS en los cinco puntos de muestreo

MONITOREO	CARACTERÍSTICAS HIDROMORFOLÓGICAS DEL RÍO								CALIDAD
	Vegetación	Continuidad Ribera	Conectividad vegetación	Presencia basura, escombros	Naturalidad del Canal	Composición del sustrato	Veloc y prof. Río	Elementos de Heterogeneidad	
PUNTO 1	23								MODERADA
PUNTO 2	24								MODERADA
PUNTO 3	18								MALA
PUNTO 4	27								MODERADA
PUNTO 5	30								BUENA

Fuente: Elaboración propia

En éste índice se observó una similitud en cuanto a las características hidromorfológicas en los punto 1, 2 y 4 dando como resultados una calidad de ribera moderada a diferencia del punto 3 que indica una mala calidad puesto que se ve afectada por actividad mayor actividad antrópica y descargas directa de aguas residuales urbanas, finalmente el punto 5 señaló una calidad de ribera buena, ya que no posee mayor incidencia antrópica.

4.4.5 Correlaciones entre los índices BMWP, WQI, CWQI

Mediante la utilización del programa estadístico SPSS, y con los resultados de los índices BMWP/col, CWQI y WQI, se realizaron las siguientes correlaciones:

Al realizar la correlación lineal, entre BMWP/Col (constante dependiente) y CWQI (constante independiente), se identificó que ambas variables no tienen una correlación, el grado de relación en R es del 0.5, para que una variable dependiente e independiente tengan relación directa el grado de significancia tiene que ser menor igual a 0.05, en el caso de estudio se puede mencionar que no existe significancia ya que el resultado es 0.370 ver (tabla 14) (Gráfico 1).

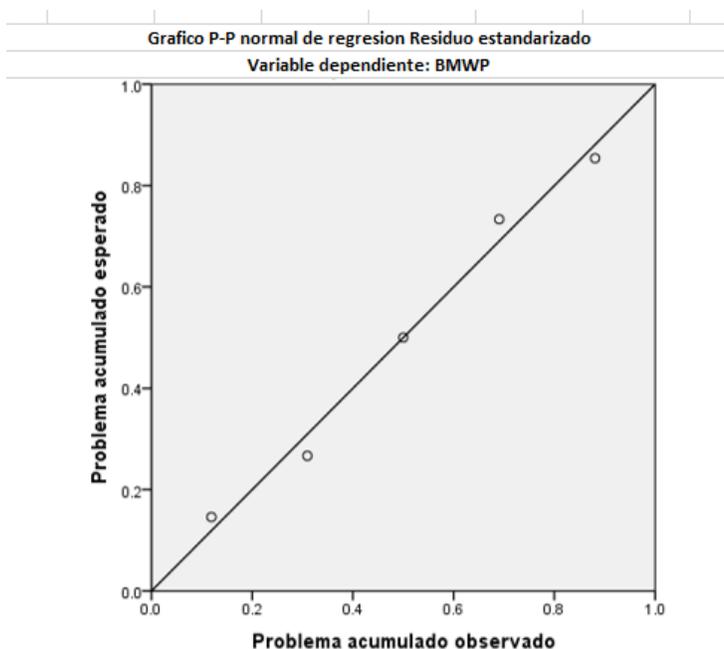


Gráfico 1. Diagrama de correlación entre el índice BMWP/Col y CWQI

Tabla 14. Correlación lineal entre BMWP/Col y el CWQI

Resumen del modelo ^b									
Modelo	R	R cuadrado	R cuadrado ajustado	Error estándar de la estimación	Estadísticas de cambios				
					Cambio de cuadrado de R	Cambio en F	df1	df2	Sig. Cambio en F
1	.519 ^a	.269	.026	2.09357	.269	1.107	1	3	.370

a. Predictores: (Constante), CWQI
b. Variable dependiente: BMWP

Fuente: Elaboración propia

Al realizar la correlación lineal, entre BMWP/Col (constante dependiente) y WQI (constante independiente), se identificó que ambas variables tienen una correlación, el grado de relación en R es del 0.9, para que una variable dependiente e independiente tengan relación directa el grado de significancia tiene que ser menor igual a 0.05, en el caso de estudio se puede

mencionar que si existe significancia ya que el resultado es 0.017 (tabla 15) (Gráfico 2.)

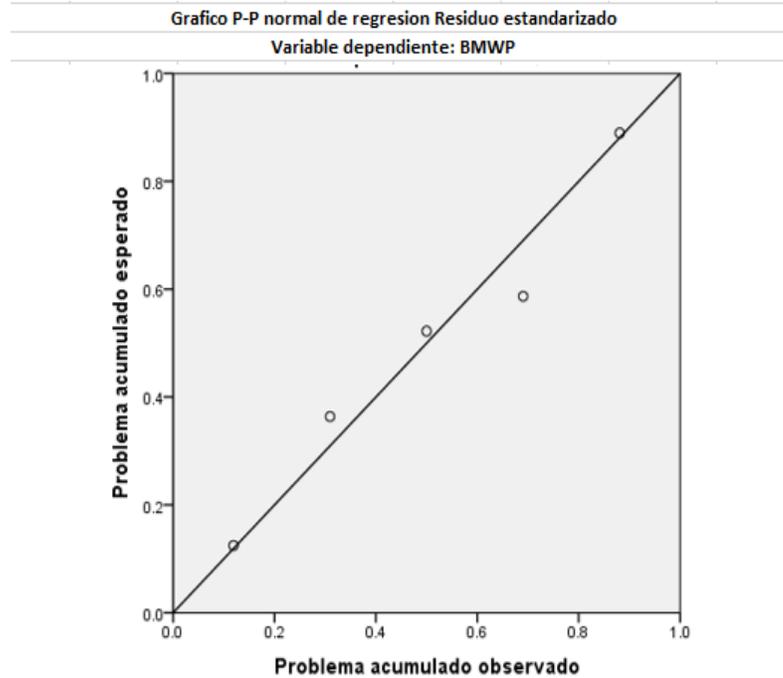


Gráfico 2. Diagrama de correlación entre el índice BMWP/Col y WQI

Tabla 15. Correlación lineal entre BMWP/Col y WQI

Resumen del modelo ^b									
Modelo	R	R cuadrado	R cuadrado ajustado	Error estándar de la estimación	Estadísticas de cambios				
					Cambio de cuadrado de R	Cambio en F	df1	df2	Sig. Cambio en F
1	.942 ^a	.887	.849	.82312	.887	23.567	1	3	.017

a. Predictores: (Constante), WQI
b. Variable dependiente: BMWP

Fuente: Elaboración propia

Al realizar la correlación divariada, entre BMWP/col (constante dependiente), CWQI y WQI (constantes independientes), se logra identificar que únicamente se correlaciona la variable dependiente con el WQI, mas no con CWQI, ya que el grado de significancia es menor igual a 0.05, y en este caso es 0.17 (tabla 16)(Gráfico 3).

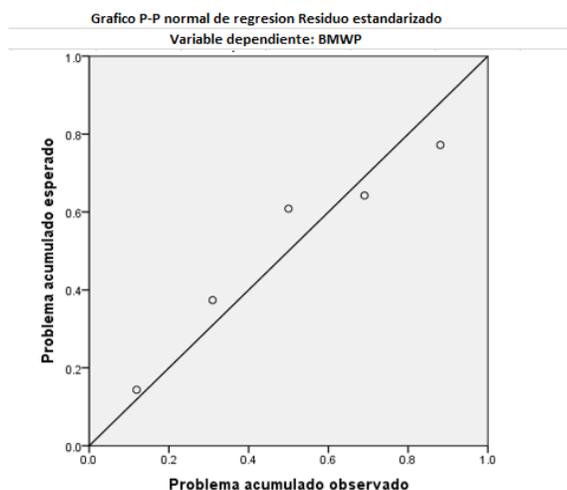


Gráfico 3. Diagrama de correlación entre los índices BMWP/Col, CWQI, WQI.

Tabla 16. Correlación divariado entre BMWP/Col, WQI y CQWI

Modelo	R	R cuadrado	R cuadrado ajustado	Error estándar de la estimación	Estadísticas de cambios				
					Cambio de cuadrado de R	Cambio en F	df1	df2	Sig. Cambio en F
1	.947 ^a	.896	.793	.96561	.896	8.652	2	2	.104

a. Predictores: (Constante), WQI, CWQI
b. Variable dependiente: BMWP

Correlaciones				
		CWQI	WQI	BMWQ
CWQI	Correlación de Pearson	1	.631	.519
	Sig. (bilateral)		.254	.370
	N	5	5	5
WQI	Correlación de Pearson	.631	1	.942
	Sig. (bilateral)	.254		.017
	N	5	5	5
BMWP	Correlación de Pearson	.519	.942*	1
	Sig. (bilateral)	.370	.017	
	N	5	5	5

*. La correlación es significativa en el nivel 0,05 (2 colas).

CAPÍTULO V: DISCUSIÓN

La comunidad de macroinvertebrados fue variada con 453 individuos, distribuidos en 7 órdenes y 12 familias, el cual las familias más representativas son Leptophlebiidae, Baetidae y Trycorithidae mientras que las familias menos representativas, Hydropsychidae, Hydrobiidae, Gomphidae y Veliidae.

Los organismos de la familia Hydropsychidae son considerados como indicadores de aguas oligotróficas ya que pueden resistir poca contaminación (Roldán G. , 2003). Por otro lado la familia Leptophlebiidae se caracteriza por organismos indicadores de aguas mesotróficas que llegan a tolerar niveles relativamente altos de contaminación (Flowers, 2010), cabe recalcar que dos de las familias más abundantes, pertenecen al orden Ephemeroptera el cual es considerado buen indicador de calidad de aguas, debido a la sensibilidad de dichos organismos ante la contaminación.

En los cinco puntos de muestreo del río Rumiyacu los índices BMWP/Col revelaron una contaminación mediana (Aceptable=Clase III), durante el periodo evaluado .En este diagnóstico, posiblemente, influyeron los aportes de aguas residuales aguas de la parte de arriba y la concentración de sedimentos y materia orgánica, dados por las actividades industriales cercanas al río (Gaviria et al 2013).

En cuanto a los análisis físicoquímicos los parámetros que excedieron en el Libro VI- Anexo 1 del Tulsma son los coliformes fecales; DBO; oxígeno disuelto, DQO; STS; nitrógeno total; fósforo total y aceites y grasas. La composición química del agua está relacionada directamente con la capacidad que tiene ésta de mantener elementos y sustancias sólidas, fundamentales para el desarrollo de la vida (Mora & Soler, 1993).

Los parámetros físicoquímicos del agua determinados por factores ambientales influyen de manera directa en la diversidad de las comunidades de los macroinvertebrados (Mora & Soler, 1993).

Para Torres et al. (2006) los parámetros físicoquímicos por los que se ven más afectados los macroinvertebrados son el oxígeno disuelto, temperatura, sólidos suspendidos, pH y conductividad eléctrica.

Los sólidos suspendidos afectan directamente aquellos organismos que requieren directamente de las plantas para su alimentación, ya que estos factores reducen la entrada de los rayos solares suprimiendo la producción primaria.

En los resultados del oxígeno disuelto reflejaron que en el punto tres disminuyen a 62% a diferencia de los otros puntos lo que demuestra que sus aguas son malas. Según (Rivera, 2004) , la concentración de oxígeno generalmente es alta y constante en ríos andinos, mientras que en ríos amazónicos el oxígeno disuelto es bajo lo que suele ser un factor limitante para el desarrollo y supervivencia de los macroinvertebrados.

Otro parámetro que es relevante en éste estudio es la presencia de coliformes fecales en los cinco puntos de muestreos en gran parte a la frecuente descarga de agua residual en la zona urbana , estos son indicadores de contaminación fecal en las aguas por lo tanto las aguas del río Rumiyacu no son óptimas para uso doméstico ni para uso recreativo según el libro VI, Anexo I del Tulsma.

El río sufre mayor alteración desde punto 3, ya que existe incidencia de la zona urbana, dando lugar a que la presencia de macroinvertebrados disminuya por los parámetros antes mencionados, otro factor que se considera es que el índice WQI trabaja con 9 parámetros mientras que CWQI con 10 parámetros lo que pueden afectar en la variable de respuesta además hay que tomar en cuenta que el resultado del análisis físicoquímicos, es para el día y hora de monitoreo a diferencia que el BMWP/Col, brindan información de las condiciones anteriores y actuales del agua con su presencia y ausencia por ello es necesario realizar análisis tanto físicoquímicos como biótica del río.

CAPITULO VI: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

6.1 CONCLUSIONES

- ✓ La comunidad de macroinvertebrados reportada en el río Rumiyaçu en los 5 puntos de muestreo, durante el mes de noviembre, se obtuvo un total de 453 individuos, siendo las familias más representativas Leptophlebiidae, Baetidae y Tricorithidae mientras que las familias menos representativas Hydropsychidae, Hydrobiidae, Gomphidae y Veliidae.
- ✓ De acuerdo con los valores obtenidos de los análisis físico químicos del agua, en los 5 puntos de muestreo, realizando una comparación con los límites permisibles del TULSMA, se obtuvo que los parámetros que sí cumplen son: pH; nitratos; fosfatos; turbidez; STD y tenso activos, mientras que los que no cumplen son: Coliformes fecales; DBO; oxígeno disuelto, DQO; STS; nitrógeno total; fósforo total y aceites y grasas.
- ✓ En cuanto al índice BMWP/Col, podría decirse que el río Rumiyaçu posee una calidad biótica aceptable, es decir sus aguas están medianamente contaminadas, mientras que con la aplicación del índice WQI, señala que el río posee una calidad de agua “regular” a diferencia del índice CWQI, indica que las aguas del río están en buen estado.
- ✓ Existe una similitud entre el índice BMWP/Col y WQI mientras que CWQI hay un contraste pero no cabe duda que ambos son necesarios e indispensables para el diagnóstico y calidad del agua en los ríos.
- ✓ Para la calidad hidromorfológicas, se obtienen datos que indican que la zona está alterada en su ribera, por factores externos como son la ganadería, deforestación, presencia de basura y escombros, encontrándose en un rango que va de malo a moderado en los puntos 1,2,3 y 4, a diferencia del punto 5, en donde se muestra una calidad hidromorfológica buena.

6.2 RECOMENDACIONES

- ✓ Realizar monitoreos físicoquímicos el día en que también se realiza el monitoreo biológicos, además se debe tener en cuenta las condiciones meteorológicas.
- ✓ Elaborar un protocolo de caracterización hidromorfológicas para ríos amazónicos, ya que el CERAS se usó como referencia para ésta investigación.
- ✓ Realizar actividades de limpieza, reforestación conjunto con la Junta Parroquial Dayuma y moradores.
- ✓ Es fiable la aplicación del índice BMWP y WQI para conocer la calidad de ríos que tengan características similares a las del río Rumiyacu.
- ✓ Se propone una charla a la gente de la zona urbana para minimizar la contaminación al río Rumiyacu.

CAPITULO VII: BIBLIOGRAFÍA

- Alvarez, L. F. (10 de 2005). Metodología para lá Evaluación de los Macroinvertrados Acuáticos como indicadores de los Recursos Hidrobiológicos. *Instituto Alexander Von Humbolt*. Medellín, Colombia.
- Arana, J., & Cabrera, C. (12 de 2015). Macroinvertebrados acuáticos y caracterización ecológica de los ambientes dulceacuíferos. *Macroinvertebrados acuáticos y caracterización ecológica de los ambientes dulceacuícolas del área de influencia del gasoducto PERÚ LNG en los departamentos de Ica y Huancavelica.*, XX(40), 87-88. Perú: Revista del Instituto de Investigación FIGMMG-UNMSM.
- Caho Rodríguez, C. A., & López Barrera, E. A. (07 de 2017). Determinación del Índice de Calidad de Agua para el sector occidental delhumedal Torca-Guaymaral empleando las metodologías UWQI y CWQI1. *Universidad Sergio Arboleda, Bogotá, Colombia*, 12(2). Colombia. Recuperado el 24 de 10 de 2018
- Calderón, Y. T. (2014). Tesis: Diseño de una planta de tratamiento de aguas residuales para la parroquia Dayuma del cantón Francisco de Orellana. *Escuela Superior Politécnica de Chimborazo.*, 2-112. Riobamba, Chimborazo, Ecuador.
- Campana, A., Nieto, C., & Isch L., E. (04 de 2011). *Contaminación de las aguas y políticas para enfrentarlas*. Quito, Ecuador: Primera edición.
- Carrera, C., & Fierro, K. (2001). *Manual de Monitoreo: Los macroinvertrados acuáticos como indicadores de calidad del agua*. (O. Zambrano, Ed.) Quito, Ecuador: EcoCiencia.
- Casilla, S. (2014). Tesis: Evaluación de la calidad de agua en los diferentes puntos de descarga de la cuenca del rio Suchez. *Universidad Nacional del Altiplano Puno.*, 1-29. Puno: Perú.
- Constitución de la República del Ecuador. (2008). 1-132. Ecuador.
- Cordero, P. A. (30 de 03 de 2015). *Calidad del agua para los ríos alto andinos, mediante indicadores.*, 21-23. Quito, Ecuador. Recuperado el 04 de 10 de 2018, de <http://repositorio.puce.edu.ec/bitstream/handle/22000/8746/Calidad%20del%20agua%20para%20los%20r%C3%ADos%20alto%20andinos%2C%20mediante%20indicadores%20biol%C3%B3gicos.%20Pablo%20Cordero.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Díaz, J. (01 de 01 de 2015). Manual para Análisis de calidad de tensoactivos y de soluciones de hipoclorito de sodio. 4-31. Ecoquim S.A.S y Universidad Distrital Francisco José de caldas. Recuperado el 25 de 10 de 2018, de

<http://repository.udistrital.edu.co/bitstream/11349/3470/2/DIAZBELLOJENNY2016%282%29.pdf>

- Dilley, S., & Porter, P. (s.f.). *Fieldwork for Students*. (Porter, Productor) Recuperado el 24 de 10 de 2018, de Kick Sampling: <http://sarahnolan15.wixsite.com/fieldworkforstudents/kick-sampling?fbclid=IwAR31hgwDOkt1aSrUMn5VG9547de5vFgSfwwEIP4FyXKkInnV01L3paZhMZ4>
- Domínguez, E., & Fernández, H. (2009). *Macroinvertebrados bentónicos sudamericanos*. (G. Sánchez, Ed.) Tucumán, Argentina.
- Encalada, A., Rieradevall, M., Rios, B., Prat, N., & García, N. (2011). Protocolo simplificado y guía de evaluación de la calidad ecológica de ríos andinos (CERA). 27. Quito, Ecuador: USFG, UB, AECID, FONAG.
- F.E.M Research Group. (s.f.). Protocolo de Índice de calidad del bosque de ribera: QBR. Barcelona, España. Recuperado el 23 de 10 de 2018
- Fadillah, M., Sutjiningsih, D., & Anggraheni, E. (2017). Characteristic of macroinvertebrates abundance in cascade-pond system at Universitas Indonesia Campus, West Java, Indonesia. *Civil Engineering Department, Universitas Indonesia.*, 1-7. Indonesia.
- Fernández, J., & Solano, F. (2005). Índices de calidad y contaminación del agua. Pamplona: Universidad de Pamplona.
- Flowers, R. (2010). Capítulo 4: Ephemeroptera. *Revista de Biología Tropical*, 58..
- GADPO. (03 de 2018). *Gobierno Autónomo Descentralizado Provincial de Orellana*. Recuperado el 07 de 10 de 2018, de Plan de Ordenamiento Territorial de Orellana.: http://www.gporellana.gob.ec/wp-content/uploads/2015/11/PDYOT-2015-2019_ORELLANA_ACTUALIZADO.pdf
- Gaviria, S., Hernández, O., & Vargas, O. (2013). Macroinvertebrados bentónicos y calidad del agua en un tramo del río Bogotá.
- González, E., & Jurado, P. (2014). *Caracterización de la calidad de agua de las cuencas hidrográficas de Atacama y Coquimbo Chile con base en macroinvertebrados (tesis de grado)*., 20-27. Pasto, Colombia. Recuperado el 07 de 10 de 2018, de <http://biblioteca.udenar.edu.co:8085/atenea/biblioteca/90042.pdf>
- Hidalgo, A. J. (05 de 2013). Aspectos socioculturales de la Parroquia Dayuma y propuestas como aporte al Plan de desarrollo y ordenamiento territorial parroquial. *Pontificia*

Universidad Católica del Ecuador. Quito, Pichincha, Ecuador. Recuperado el 22 de 10 de 2018

IDEAM. (2013). *Lineamientos conceptuales y metodológicos para la evaluación regional del agua*. Bogotá, Colombia: MADS.

INAHMI. (2015). Obtenido de Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología: <http://www.serviciometeorologico.gob.ec/wp-content/uploads/anuarios/meteorologicos/Am%202012.pdf>

INEC. (2010). *Instituto nacional de estadística y censo*. Recuperado el 22 de 10 de 2018, de <http://www.ecuadorencifras.gob.ec/institucional/home/>

MAE. (2013). Ministerio de Ambiente del Ecuador. *Sistema de clasificación de los Ecosistemas del Ecuador Continental*. Quito, Ecuador.

MAE. (4 de 05 de 2015). Acuerdo N. 061, reforma del libro VI del texto unificado de legislación secundaria. 316, 44-45. Quito, Pichincha, Ecuador: Corporación de estudios y publicaciones. Recuperado el 03 de 10 de 2018

MAE. (12 de 2016). Ministerio del Ambiente. *Modulo 3: Agua y alimento., 1*. Lima, Perú.

MAE. (2018). *Ministerio del ambiente ecuatoriano*. Recuperado el 22 de 10 de 2018, de <http://areasprotegidas.ambiente.gob.ec/es/areas-protegidas/parque-nacional-yasun%C3%AD>.

MAGAP. (12 de 2018). Ministerio de Agricultura y Ganadería. *Mapa de suelos del Ecuador*.

Mora, A. (2015). Tema 6. Contaminación del agua: Actividades mineras, industriales, agrícolas y urbanas. *Procesos de contaminación y tratamiento del agua*. Loja, Ecuador.

Ollala, R. M. (2017). Tesis: Diseño de un sistema de tratamiento de aguas residuales mediante la aplicación de tecnología de bioreactores de lecho móvil (proceso MBBR), para minimizar el impacto ambiental en la ciudadela La Milin, provincia de Santa Elena. *Universidad Estatal Península de Santa Elena.*, 1-132. La Milin, Santa Elena, Ecuador.

PDOTPD. (05 de 2015). *Plan de Desarrollo y Ordenamiento Territorial de la Parroquia Dayuma*. Orellana, Ecuador. Recuperado el 02 de 10 de 2018, de http://app.sni.gob.ec/sni-link/sni/PORTAL_SNI/data_sigad_plus/sigadplusdiagnostico/1768099140001_DIAGNOSTICO_DAYUMA_19-05-2015_19-02-42.pdf

- Petroamazonas. (2016). *Petroamazonas, EP*. Obtenido de <https://www.petroamazonas.gob.ec>
- Pourrut, P. (07 de 1983). *Los climas del Ecuador-Fundamentos explicativos.*, 9-41. Quito, Ecuador.
- Prat, N., Ladrera, R., & Rieradevall, M. (2013). Macroinvertebrados acuáticos como indicadores biológicos: Una herramienta didáctica. 1-18. Barcelona: Revista de Didáctica 11.
- Rangeti, I., Dzwauro, B., Barratt, G., & Otieno, F. (2015). Ecosystem-specific water quality indices. 227-234. African Journal of Aquatic Science.
- Rivera, R. (2004). Estructura y composición de la comunidad de macroinvertebrados bentónicos en ríos de páramo y zonas boscosas, en los andes venezolanos.
- Roldán, G. A. (2003). *Bioindicación de la calidad del agua en Colombia*. Colombia: Universidad de Antioquia. Recuperado el 06 de 10 de 2018, de https://www.academia.edu/5085896/Bioindicaci%C3%B3n_de_la_calidad_del_agua_en_Colombia_Roldan_2003
- Shingon, L. (08 de 07 de 2015). Análisis de la calidad de agua del río Pambay mediante la identificación de macroinvertebrados para elaborar una propuesta de plan de manejo ambiental. *Universidad Nacional de Loja*, 1-110. Tena, Napo, Ecuador.
- Sotil, L. U. (2016). Tesis: Determinación de parámetros físicos, químicos y bacteriológicos del contenido de las aguas del río Mazán-Loreto. *Universidad Nacional de la Amazonía Peruana.*, 1-71. Iquitos, Perú.
- Springer, M. (2010). Biomonitorio acuático. *Biología Tropical*, 58(4), 53-59. Recuperado el 06 de 10 de 2018, de <http://www.redalyc.org/pdf/449/44922967003.pdf>
- Teixeira , G., Sánchez, I., Gebara, D., Dall’Aglío, M., & Matsumoto, T. (06 de 2013). Remoción de fósforo de diferentes aguas residuales en reactores aeróbios de lecho fluidizado trifásico. *Redalyc: Revista Facultad de Ingeniería Universidad de Antioquia*, 67, 172-182.
- Tenjo, A., & Cárdenas, E. (30 de 06 de 2017). *Importancia y utilidad de los bioindicadores acuáticos.*, 40-41. Colombia. Recuperado el 07 de 10 de 2018, de <file:///C:/Users/usuario/Downloads/3550-Texto%20del%20art%C3%ADculo-8654-1-10-20150723.pdf>

- Torres, Y., Roldán, G., Asprilla, S., & Rivas, T. (03 de 2013). *Estudio preliminar de algunos aspectos ambientales y ecológicos de las comunidades de peces y macroinvertebrados acuáticos en el río Tutunendo, Choco, Colombia.*, 30(114).
- Tyagi, S., Sharma, B., Singh, P., & Dobhal, R. (2013). *Water Quality Assessment in Terms of Water Quality Index.*, 1(3), 34-38.
- Vásquez, M., & Medina, C. (12 de 2015). Calidad de agua según los macroinvertebrados bentónicos y parámetros físico-químicos en la microcuenca del río Tablachaca (Ancash, Perú). *Revista Científica de la Facultad de Ciencias Biológicas.*, 35(2), 76-89.
- Zambrano, L., & García, R. (2013). Tesis de Grado. *"Determinación de sólidos totales, suspendidos, sedimentados y volátiles, en el efluente de las lagunas de oxidación situadas en la Parroquia Colón, Cantón Portoviejo, Provincia de Manabí, durante el período de marzo a septiembre 2013"*. Portoviejo, Manabí, Ecuador.

ANEXOS

Anexo 1. Fotografías de los diferentes muestreos



Foto 1.- Observación de la ribera del río Rumiyacu en los 5 puntos de muestreo



Foto 2.- Vegetación del río Rumiyacu



Foto 3.- Presencia de basura en el punto 3.



Foto 4.- Recolección de macroinvertebrados en el río Rumiyacu.



Foto 5.- Toma de muestras de agua del río Rumiyacu.

Anexo 2. Familia de macroinvertebrados encontrados en el muestreo



Chironomidae



Baetidae



Hydrobiidae



Gomphidae



Veliidae



Hydropsychidae



Leptoceridae



Trycorithidae



Simuliidae



Leptophlebiae

Anexo 3. Puntuaciones de sensibilidad de las familias de macroinvertebrados

Familias	Puntaje
<i>Helicopsychidae, Calamoceratidae, Odontoceridae, Anomalopsychidae, Blepharoceridae, Polythoridae, Perlidae, Gripopterygidae, Oligoneuridae, Leptophlebiidae, Athericidae, Ameletidae, Trycorythidae</i>	10
<i>Leptoceridae, Polycentropodidae, Xiphocentronidae, Hydrobiosidae, Philopotamidae, Gomphidae, Calopterygidae.</i>	8
<i>Glossosomatidae, Limnephilidae, Leptohiphidae.</i>	7
<i>Ancylidae, Hydroptilidae, Hyalellidae, Aeshnidae, Libellulidae, Corydalidae, Coenagrionidae, Pseudothelphusidae (Decapoda).</i>	6
<i>Turbellaria, Hydropsychidae, Ptilodactylidae, Lampyridae, Psephenidae, Scirtidae (Helodidae), Elmidae, Dryopidae, Hydraenidae, Veliidae, Gerridae, Simuliidae, Corixidae, Notonectidae, Tipulidae, Naucoridae, Hydrochidae, Planaridae, Amphipoda.</i>	5
<i>Hydracarina, Baetidae, Pyralidae, Tabanidae, Belostomatidae, Limoniidae, Ceratopogonidae, Dixidae, Dolichopodidae, Stratiomidae, Empididae, Curculionidae.</i>	4
<i>Hirudinea, Ostracoda, Physidae, Hydrobiidae, Limnaeidae, Planorbidae, Sphaeriidae, Staphylinidae, Gyrinidae, Dytiscidae, Hydrophilidae, Psychodidae, Hydrometridae, Mesovellidae, Psychodidae.</i>	3
<i>Chironomidae, Culicidae, Muscidae, Ephydriidae, Gelastocoridae.</i>	2
<i>Oligochaeta, Syrphidae</i>	1

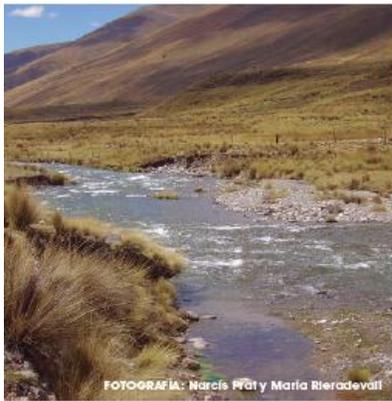
Anexo 4. Ficha para determinar las características hidromorfológicas de la ribera del río Rumiyaçu

Calidad en la vegetación de la Ribera

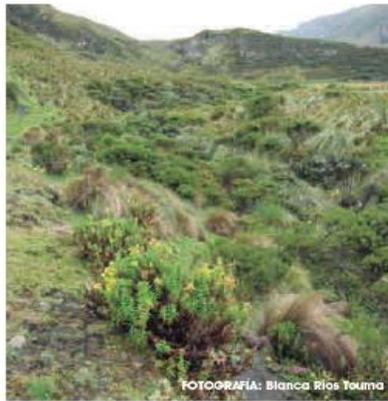
Valor	Estado de la variable
0	Pésimo
1	Malo
2	Regular
3	Moderado
4	Muy bueno
5	Excelente

Si el río está rodeado por cualquier vegetación natural o páramo, los puntajes son los siguientes:

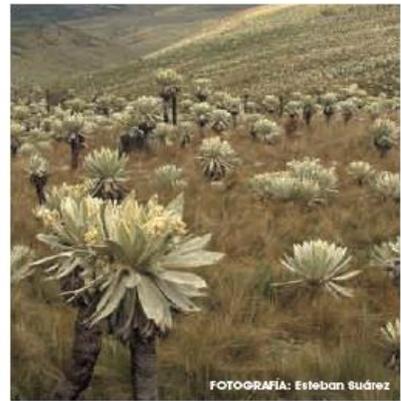
Vegetación de ribera de páramo



PÁRAMO HERBÁCEO
(puntuación asignada 5)



PÁRAMO MIXTO
(puntuación asignada 5)



PÁRAMO DE FRAILEJONES
(puntuación asignada 5)



PÁRAMO DEGRADADO
(HIERBAS CORTAS Y PISADAS) (puntuación asignada 2)



TIERRA BALDÍA O CANGAHUA
(puntuación asignada 0)

Vegetación de ribera de bosque



BOSQUE DE POLYLEPIS
(puntuación asignada 5)



BOSQUE MIXTO
(puntuación asignada 5)



PLANTACIÓN EUCALIPTOS Y PINOS
(puntuación asignada 3)



MATORRAL ARBUSTOS
(puntuación asignada 3)



CULTIVOS
(puntuación asignada 1)



PASTOS
(puntuación asignada 1)

Continuidad de la ribera



Conectividad de la vegetación de la ribera con otros elementos de los paisajes adyacentes o próximos



FOTOGRAFIA: Blanca Biza Touma



FOTOGRAFIA: Blanca Biza Touma

VEGETACIÓN NATURAL
(puntuación asignada 5)



FOTOGRAFIA: Narcís Prat y Maria Rieradevall

CULTIVOS (puntuación asignada 3)



FOTOGRAFIA: Esteban Suárez

PASTOS (puntuación asignada 1)

Si la vegetación de la ribera está próxima a elementos urbanos en un 50%.
(Puntuación 2)



FOTOGRAFIA: Narcís Prat y Maria Rieradevall

Si está ocupada por agricultura el valor será (0 puntos), y si esta con elementos urbanos que ocupan más del 50% del paisaje adyacente (situándose en las dos márgenes), la conectividad es nula y por lo tanto el valor es de (0 puntos).



Presencia de escombros y basura



RIBERA SIN BASURAS
NI ESCOMBROS
(puntuación asignada 5)



RIBERA CON BASURAS Y/O
ESCOMBROS ESCASOS
(puntuación asignada 2)



RIBERA CON BASURAS Y/O
ESCOMBROS ABUNDANTES
(puntuación asignada 0)

Naturalidad de calidad fluvial



CANAL NATURAL
(puntuación asignada 5)



CANAL MODIFICADO POR TERRAZAS SIN CEMENTO
(puntuación asignada 3)



CANAL CON ESTRUCTURAS RÍGIDAS PARCIALES
(puntuación asignada 1)



CANAL TOTALMENTE MODIFICADO
POR ESTRUCTURAS RÍGIDAS (puntuación asignada 0)

Composición del sustrato

Por cada tipo de sustrato presente se suma un punto. Los principales sustratos son: bloques, piedras, cantos, grava, arena, arcilla y lodo.



Elementos de heterogeneidad

La presencia de cada uno de los elementos se suma un punto



HOJARASCA



TRONCOS Y RAMAS



DIQUES NATURALES



RAICES SUMERGIDAS



VEGETACIÓN ACUÁTICA SUMERGIDA (MUSGOS Y PLANTAS)



VEGETACIÓN ACUÁTICA SUMERGIDA (ALGAS)

Fuente: Encalada A. C., Rieradevall M., Ríos. Touma B.,García, N. y N. Prat, 2011. *Protocolo simplificado y guía de evaluación de la calidad ecológica de ríos andinos(CERAS-S)*. USFQ, UB, AECID, FONAG, Quito – Ecuador , p.27.

Anexo 5. Cálculos de índices de calidad

	Parámetros	Unidades	P 1	Qi	P2	Qi	P3	Qi	P4	Qi	P5	Qi	Wi
1	Colif.fecales	UFC/100 ml	4000	5	1250	10	4500	7	3000	8,7	3250	8,8	0,15
2	pH		6,68	75	6,75	75	6,83	76	6,79	76	6,81	76	0,12
3	DBO	mg/L	1,0	99,8	1,0	99,8	1,0	99,8	1,0	99,8	1,0	99,8	0,10
4	Nitratos	mg/L	33,28	23	22,16	35	26,77	37	14,83	43	26,58	36	0,10
5	Fosfatos	mg/L	0,41	98	0,31	97	0,9	98	1,07	40	0,85	85	0,10
6	Temperatura	°C	27,1	17	28	20	28	20	27,1	17	26,1	25	0,10
7	Turbidez	NTU	33,3	50	12	77	24,1	56	5,42	83	13,07	71	0,08
8	STD	mg/L	14,88	80	15,76	87	25,45	85	16,01	82	17,02	83	0,08
9	Oxígeno D.	% Satur	70	70	67	67	62	62	70	70	65,0	65,0	0,17

ORDEN	FAMILIAS	ÍNDICE BMWP				
		P1	P2	P3	P4	P5
Ephemeroptera	Leptophlebiidae	10	10	10	10	10
	Baetidae	4	4	4	4	4
	Trycorithidae	10	10	10	10	10
Plecoptera	Perlidae	10	10	10	10	10
Trichoptera	Leptoceridae	10	10	10	10	10
	Hydropsychidae	0	5	0	5	5
Díptera	Chironomidae	2	2	2	2	2
	Simuliidae	5	5	5	5	5
	Ceratopogonidae	4	4	4	5	4
Odonata	Gomphidae	6	6	6	0	0
Hemíptera	Veliidae	3	3	3	3	3
Gastropoda	Hydrobiidae	0	0	3	0	3
ÍNDICE BIÓTICO BMWP		64	69	67	64	66

Parámetros	Límite	Anexo
Colif.fecales	max 200	libro VI, Anexo 1, Tabla 1 Límites máximos permisibles para aguas de consumo humano y uso doméstico, que únicamente requieren tratamiento convencional.
pH	6,5-8,3	libro VI, Anexo 1, Tabla 1 Límites máximos permisibles para aguas de consumo humano y uso doméstico, que únicamente requieren tratamiento convencional.
DBO	min 2	libro VI, Anexo 1, Tabla 1 Límites máximos permisibles para aguas de consumo humano y uso doméstico, que únicamente requieren tratamiento convencional.
Nitratos	min 10	libro VI, Anexo 1, Tabla 1 Límites máximos permisibles para aguas de consumo humano y uso doméstico, que únicamente requieren tratamiento convencional.
Fosfatos		libro VI, Anexo 1, tabla
Temperatura	max 40	libro VI, Anexo 1, TABLA 11. Límites de descarga al sistema de alcantarillado público
Turbidez	min 100	libro VI, Anexo 1, Tabla 1 Límites máximos permisibles para aguas de consumo humano y uso doméstico, que únicamente requieren tratamiento convencional.
STD	max 3000	libro VI, Anexo 1, Tabla 1 Límites máximos permisibles para aguas de consumo humano y uso doméstico, que únicamente requieren tratamiento convencional.
Oxígeno D.	Min 80%	libro VI, Anexo 1, Tabla 1 Límites máximos permisibles para aguas de consumo humano y uso doméstico, que únicamente requieren tratamiento convencional.
DQO	max 500	libro VI, Anexo 1, TABLA 11. Límites de descarga al sistema de alcantarillado público
STS	min 220	libro VI, Anexo 1, TABLA 11. Límites de descarga al sistema de alcantarillado público
Tensoactivos	max 0.5	libro VI, Anexo 1, Tabla 1 Límites máximos permisibles para aguas de consumo humano y uso doméstico, que únicamente requieren tratamiento convencional.
Nitrogeno total	min 40	libro VI, Anexo 1, TABLA 11. Límites de descarga al sistema de alcantarillado público
Fosforo total	min 15	libro VI, Anexo 1, TABLA 11. Límites de descarga al sistema de alcantarillado público
Aceites y grasas	min 0.3	libro VI, Anexo 1, Tabla 1 Límites máximos permisibles para aguas de consumo humano y uso doméstico, que únicamente requieren tratamiento convencional.

Parámetro	PUNTO 1						PUNTO 2					
	PUNTO 1	PUNTO 1	Promedio	F1	F2	F3	PUNTO 2	PUNTO 2	Promedio	F1	F2	F3
1 Colif. Fecales ¹	4000	4000	4000	1	3	20	1000	1500	1250	1	0	6,25
2 pH	6,7	6,65	6,68	0,00	0,00	0,804216867	6,79	6,71	6,75	0	0	0,81325301
3 DBO	1,0	1,0	1,0	1,0	0,0	0,5	1,0	1,0	1,0	1	3	0,5
Nitratos	31,48	35,07	33,28				20,46	23,86	22,16			
Fosfatos	0,31	0,5	0,41				0,33	0,28	0,31			
Temperatura	27,1	27,1	27,1				28	28	28			
Turbidez	30,75	35,85	33,3				11,61	12,38	12,00			
SDT	15,25	14,5	14,88				15,73	15,79	15,76			
Oxígeno disuelto n	5,4	5,4	5,4				5,2	5,2	5,2			
4 Oxígeno disuelto %	70	70	70	1	3	0,875	67	67	67	1	3	0,8375
Conductividad	19,25	19,21	19,23				19,93	19,98	19,96			
5 DQO	10,0	10,0	10,0	1,0	0,0	0,02	10,0	10,0	10,0	1	3	0,0
6 STS	228	130	179	1	1	0,813636364	114	144	129	1	3	0,6
7 Tensoactivos	0,3	0,3	0,3	0	0	0,6	0,3	0,3	0,3	1	0	0,6
8 Nitrógeno total	5,6	11,2	8,4	1	0	0,21	8,4	8,4	8,4	1	3	0,2
9 Fósforo total	0,1	0,16	0,13	1	0	0,008666667	0,11	0,09	0,1	1	3	0,0
10 Aceites y grasas	0,1	0,1	0,1	1	0	0,333333333	0,1	0,1	0,1	1	3	0,3
Colif. Totales	10000	9000	9500				5000	6200	5600			
				80%	23%	24,165				90%	70%	10,157
			CWQI	86,04					CWQI	94,10		

PUNTO 3						PUNTO 4					
PUNTO 3	PUNTO 3	Promedio	F1	F2	F3	PUNTO 4	PUNTO 4	Promedio	F1	F2	F3
5000	4000	4500	1	3	22,5	3500	2500,0	3000	1	3	15
6,85	6,81	6,83	0	0	0,82289157	6,77	6,8	6,79	0,00	0,00	0,82
1,0	1,0	1,0	1,0	3,0	0,5	1,0	1,0	1,0	1,0	3,0	0,5
29,94	23,6	26,77				13,86	15,8	14,83			
0,36	1,43	0,90				1,48	0,7	1,07			
28	28	28				27,1	27,1	27,1			
21,26	26,94	24,1				5,2	5,6	5,42			
26,04	24,85	25,45				16,26	15,8	16,01			
4,8	4,8	4,8				5,4	5,4	5,4			
62	62	62	1	3	0,775	70	70,0	70	1	3	0,875
32,85	31,67	32,26				20,58	19,9	20,24			
10,0	10,0	10,0	1,0	3,0	0,0	10,0	10,0	10,0	1,0	3,0	0,0
192	370	281	0	1	1,27727273	156	70,0	113	1	3	0,51363636
0,3	0,3	0,3	0	0	0,6	0,3	0,3	0,3	0	0	0,6
8,4	14	11,2	1	3	0,28	5,6	11,2	8,4	1	3	0,21
0,12	0,47	0,295	1	3	0,019666667	0,48	0,2	0,35	1	3	0,02333333
0,1	0,1	0,1	1	3	0,33333333	0,1	0,1	0,1	1	3	0,33333333
10000	10000	10000				6000	7000,0	6500			
			70%	73%	27,1281643				80%	80%	18,8927729
			CWQI	84,33				CWQI	89,07		

PUNTO 5		Promedio	F1	F2	F3
3500	3000	3250	1	3	16,25
6,79	6,83	6,81	0	0	0,82048193
1,0	1,0	1,0	1,0	3,0	0,5
23,09	30,07	26,58			
0,61	1,08	0,85			
26,1	26,1	26,1			
6,93	19,2	13,07			
16,25	17,79	17,02			
5,0	5,0	5,0			
64,0	64,0	64,0	1,0	3,0	0,8
20,57	22,51	21,54			
10,0	10,0	10,0	1,0	3,0	0,0
102	178	140	1	3	0,63636364
0,3	0,3	0,3	0	0	0,6
5,6	5,6	5,6	1	3	0,14
0,2	0,35	0,28	1,00	3,00	0,01833333
0,1	0,1	0,1	1	3	0,33333333
7000	6000	6500			
			0,8	0,8	20,1185122
		CWQI	88,37		

Anexo 6. Resultados de los análisis físicoquímicos del laboratorio



INFORME DE ENSAYO N°: 11981 a

CRISTHIAN SANCHEZ.

Solicitado por Srta. Tania Armijos
Dirección: Puyo

Fecha y hora de ingreso al laboratorio:	2018/11/12 17:02	Fecha final de Análisis	2018/11/14	T máx: 32°C T mín: 22°C
Toma de muestra:	Tania Armijos.	Fecha y Hora	2018/11/12	13:00

Código de Muestra: a 10245.

Identificación: Agua Natural, Rio Rumi yacu PIM1.

Parámetros, métodos y resultados:

Parámetros	Método de Ensayo	Referencia	Unidad	a 10245	Incertidumbre (K = 2)
*Oxígeno disuelto	ITE-AQLAB-09	HACH 8311	% Satur	5,4	~



Armando Meléndrez Lara
Ing. Armando Meléndrez Lara
DIRECTOR TÉCNICO



Francisco de Orellana, 14 de noviembre de 2018

Los límites permisibles de las Normativas (N) y los ensayos marcados con (*) no están incluidos en el alcance de la acreditación del SAI.
El informe sólo afecta a la muestra sometida a ensayo. Prohibida la reproducción total o parcial por cualquier medio sin el permiso escrito del laboratorio
Calle Juan Hunciray Prax. Crecencia de Aluminio, Avda. de Compañeros, Mont. Puyo, C. 11

INFORME DE ENSAYO N°: 11981 b

CRISTHIAN SANCHEZ.

Solicitado por: Srta. Tania Armijos
Dirección: Puyo.

Fecha y hora de ingreso al laboratorio:	2018/11/12 17:02	Fecha final de Análisis	2018/11/14	T máx: 32°C T mín: 22°C
Toma de muestra:	Tania Armijos.	Fecha y Hora	2018/11/12	13:10

Código de Muestra: a 10246.

Identificación: Agua Natural, Río Rumi yacu P2M1.

Parámetros, métodos y resultados:

Parámetros	Método de Ensayo	Referencia	Unidad	a 10246	Incertidumbre (K = 2)
*Oxígeno disuelto	ITE-AQLAB-09	HACH 8311	% Satur	5,2	~



Armando Meléndez Lara
Ing. Armando Meléndez Lara
DIRECTOR TÉCNICO



Francisco de Orellana, 14 de noviembre de 2018

Los límites permisibles de las Normativas (N) y los ensayos marcados con (*) no están incluidos en el alcance de la acreditación del SAE.
El informe sólo afecta a la muestra sometida a ensayo. Prohibida la reproducción total o parcial por cualquier medio sin el permiso escrito del laboratorio.
Calle Juan Huancipa, Esq. Oscurita de Alumina, detrás de Compañía Muela, Base Cas. Base

INFORME DE ENSAYO N°: 11981 c

CRISTHIAN SANCHEZ.

Solicitado por: Srta. Tania Armijos
Dirección: Puyo.

Fecha y hora de ingreso al laboratorio:	2018/11/12 17:02	Fecha final de Análisis	2018/11/14	T máx: 32°C T mín: 22°C
Toma de muestra:	Tania Armijos.	Fecha y Hora	2018/11/12	13:20

Código de Muestra: a 10247.

Identificación: Agua Natural, Rio Rumi yacu P3M1.

Parámetros, métodos y resultados:

Parámetros	Método de Ensayo	Referencia	Unidad	a 10247	Incertidumbre (K = 2)
*Oxígeno disuelto	ITE-AQLAB-09	HACH 8311	% Satur	4,8	~



Armando Meléndez Lara
Ing. Armando Meléndez Lara
DIRECTOR TÉCNICO



Francisco de Orellana, 14 de noviembre de 2018

Los límites permisibles de las Normativas (®) y los ensayos marcados con (*) no están incluidos en el alcance de la acreditación del SAE.
El informe sólo afecta a la muestra sometida a ensayo. Prohibida la reproducción total o parcial por cualquier medio sin el permiso escrito del laboratorio.
Calle Juan Huncite y Fray Lectorio de Alvarado, detrás de Concesionaria Mazda - Barrio Can Hoese

INFORME DE ENSAYO N°: 11981 d

CRISTHIAN SANCHEZ.

Solicitado por Srta. Tania Armijos
Dirección: Puyo

Fecha y hora de ingreso al laboratorio:	2018/11/12 17:02	Fecha final de Análisis	2018/11/14	T máx: 32°C
Toma de muestra:	Tania Armijos.	Fecha y Hora	2018/11/12	T mín: 22°C
				13:30

Código de Muestra: a 10248.

Identificación: Agua Natural, Rio Rumi yacu P4M1.

Parámetros, métodos y resultados:

Parámetros	Método de Ensayo	Referencia	Unidad	a 10248	Incertidumbre (K = 2)
*Oxígeno disuelto	ITE-AQLAB-09	HACH 8311	% Satur	5,4	~



Armando
Ing. Armando Meléndez Lara.
DIRECTOR TÉCNICO



Francisco de Orellana, 14 de noviembre de 2018

Los límites permisibles de las Normativas (®) y los ensayos marcados con (*) no están incluidos en el alcance de la acreditación del SAE.
El informe sólo afecta a la muestra sometida a ensayo. Prohibida la reproducción total o parcial por cualquier medio sin el permiso escrito del laboratorio.
Calle Juan Montalvo, Puyo, Ecuador. Teléfono: 0995 444 444. Correo: info@aq-lab.com

INFORME DE ENSAYO N°: 11981 e

CRISTHIAN SANCHEZ.

Solicitado por: Srta. Tania Armijos
Dirección: Puyo

Fecha y hora de ingreso al laboratorio:	2018/11/12 17:02	Fecha final de Análisis	2018/11/14	T máx: 32°C T mín: 22°C
Toma de muestra:	Tania Armijos.	Fecha y Hora	2018/11/12	13:40

Código de Muestra: a 10249.
Identificación: Agua Natural, Rio Rumi yacu PSM1.

Parámetros, métodos y resultados:

Parámetros	Método de Ensayo	Referencia	Unidad	a 10249	Incertidumbre (K = 2)
*Oxígeno disuelto	ITE-AQLAB-09	HACH 8311	% Satur	5,0	~



Armando Meléndrez Lara
Ing. Armando Meléndrez Lara
DIRECTOR TÉCNICO



Francisco de Orellana, 14 de noviembre de 2018

Los límites permisibles de las Normativas (N) y los ensayos marcados con (*) no están incluidos en el alcance de la acreditación del SAE.
El informe sólo afecta a la muestra sometida a ensayo. Prohibida la reproducción total o parcial por cualquier medio sin el permiso escrito del laboratorio.
Calle Juan Huncite y Fray Gregorio de Aluminia, detrás de Concesionario Mazda, Barrio Cos U...