



**UNIVERSIDAD NACIONAL DE LOJA**

**PLAN DE CONTINGENCIA**

**CARRERA DE INGENIERÍA EN MANEJO Y CONSERVACIÓN  
DEL MEDIO AMBIENTE**

**“ANÁLISIS DE LA CALIDAD DE AGUA DEL RÍO PAMBAY  
MEDIANTE LA IDENTIFICACIÓN DE  
MACROINVERTEBRADOS PARA ELABORAR UNA  
PROPUESTA DE PLAN DE MANEJO AMBIENTAL”.**

Tesis previa a la obtención del Título  
de Ingeniera en Manejo y  
Conservación del Medio Ambiente.

**AUTORA:** De la Cruz Shingon Luisa Margoth

**DIRECTORA DE TESIS:** Ing. Jaramillo Tituaña Betty Alexandra.,  
Mg.Sc.



**Tena – Ecuador  
2015**

ING. JARAMILLO TITUAÑA BETTY ALEXANDRA; Mg. Sc.

**DOCENTE DE LA CARRERA EN MANEJO Y CONSERVAACIÓN DEL MEDIO AMBIENTE DEL PLAN DE CONTINGENCIA DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL DE LOJA, SEDE TENA.**

**CERTIFICA:**

Que la presente tesis titulada “ANÁLISIS DE LA CALIDAD DE AGUA DEL RÍO PAMBAY MEDIANTE LA IDENTIFICACIÓN DE MACROINVERTEBRADOS PARA ELABORAR UNA PROPUESTA DE PLAN DE MANEJO AMBIENTAL.” Desarrollada por **Luisa Margoth De la Cruz Shingon** ha sido elaborada bajo mi dirección y cumple con los requisitos de fondo y de forma que exigen los respectivos reglamentos e instrumentos. Por ello autorizo su presentación y sustentación.

Tena, 08 de julio de 2015



Ing. RNR. Betty Alexandra Jaramillo Tituaña., Mg.Sc.

**DIRECTORA DEL TRABAJO DE TITULACIÓN**

Tena, 08 de Julio de 2015

### CERTIFICACIÓN

Los Miembros del Tribunal de Grado abajo firmante, certificamos que el Trabajo de Titulación denominado “ANÁLISIS DE LA CALIDAD DE AGUA DEL RÍO PAMBAY MEDIANTE LA IDENTIFICACIÓN DE MACROINVERTEBRADOS PARA ELABORAR UNA PROPUESTA DE PLAN DE MANEJO AMBIENTAL”, presentado por la señora DE LA CRUZ SHINGON LUISA MARGOTH, de la carrera de Manejo y Conservación del Medio Ambiente del Plan de Contingencia de la Universidad Nacional de Loja, Sede Tena, ha sido corregida y revisada; por lo que autorizamos su presentación.

Atentamente;

Ing. Fausto Ramírez García Vasco., Mg.Sc.  
**PRESIDENTE DEL TRIBUNAL**

Ing. Washington Adán Herrera Herrera., Mg.Sc.  
**MIEMBRO DEL TRIBUNAL**

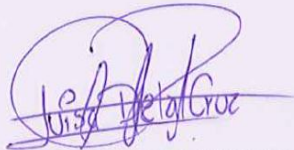
Ing. Lorena Pilar Yáñez Palacios., Mg.Sc.  
**MIEMBRO DEL TRIBUNAL**

## AUTORÍA

Yo, **LUISA MARGOTH DE LA CRUZ SHINGON**, declaro ser autora del presente Trabajo de Titulación y eximo expresamente a la Universidad Nacional de Loja y a sus representantes jurídicos de posibles reclamos o acciones legales por el contenido de la misma.

Adicionalmente acepto y autorizo a la Universidad Nacional de Loja, la publicación de mi trabajo de Titulación en el repositorio institucional-biblioteca virtual.

**AUTORA:** Luisa Margoth De la Cruz Shingon



**FIRMA:** .....

**CÉDULA:** 160068362-5

**FECHA:** Tena, 22 de julio de 2015.



**CARTA DE AUTORIZACIÓN DE TESIS POR PARTE DE LA AUTORA PARA LA CONSULTA, REPRODUCCIÓN PARCIAL O TOTAL, Y PUBLICACIÓN ELECTRÓNICA DEL TEXTO COMPLETO.**

Yo, LUISA MARGOTH DE LA CRUZ SHINGON, declaro ser autora, de la Tesis titulada: “ANÁLISIS DE LA CALIDAD DE AGUA DEL RÍO PAMBAY MEDIANTE LA IDENTIFICACIÓN DE MACROINVERTEBRADOS PARA ELABORAR UNA PROPUESTA DE PLAN DE MANEJO AMBIENTAL”.

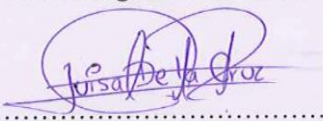
Como requisito para optar al grado de: **INGENIERIA EN MANEJO Y CONSERVACIÓN DEL MEDIO AMBIENTE**: autorizo al Sistema Bibliotecario de la Universidad Nacional de Loja para que con fines académicos, muestren al mundo la producción intelectual de la Universidad, a través de la visibilidad de su contenido de la siguiente manera en el Repositorio Digital Institucional.

Los usuarios pueden consultar el contenido de este trabajo en el RDI, en las redes de información del país y del exterior, con las cuales tenga convenio la Universidad.

La Universidad Nacional de Loja, no se responsabiliza por el plagio o copia de la Tesis que realice un tercero.

Para constancia de esta autorización, en la ciudad de Loja, el 22 de junio de 2015, firma el autor.

**AUTOR:** Luisa Margoth De la Cruz Shingon

  
FIRMA: .....

**CÉDULA:** 160068362-5

**DIRECCIÓN:** Calles, Bolívar y Amazonas, Barrio Mariscal.

**CORREO ELECTRÓNICO:** [luigui\\_delacruz@hotmail.com](mailto:luigui_delacruz@hotmail.com)

**TELÉFONO:** 032888309 **CELULAR:** 0984602816

**DATOS COMPLEMENTARIOS**

**DIRECTORA DE TESIS:** Ing. Betty Alexandra Jaramillo Tituaña., Mg.Sc.

**TRIBUNAL DEL GRADO:**

Ing. Fausto Ramiro García Vasco., Mg.Sc.

(Presidente del Tribunal)

Ing. Washington Adán Herrera Herrera., Mg.Sc.

(Miembro del Tribunal)

Ing. Lorena Pilar Yáñez Palacios., Mg.Sc.

(Miembro del Tribunal)

**DEDICATORIA**

Este trabajo lo dedico con mucho afecto a Dios por darme la vida, la salud y la capacidad de ser quien ahora soy, a mi familia por permitir que hoy un proyecto de vida se culmine y con ello uno nuevo empiece.

A mi padre José y de manera especial a mi madre Francisca por siempre estar a mi lado y nunca perder la confianza en mí a pesar de mis defectos, a ella que sacrifico muchos sueños y necesidades por apoyarme, este es nuestro logro madrecita.

A mis hermanos Xavier, Gloria y Dilan, quienes me apoyaron incondicionalmente con su ejemplo a seguir luchando para lograr mis metas propuestas.

A Nelson el amor de mi vida por el apoyo incondicional brindado en los momentos que más necesité, gracias por la comprensión y paciencia.

**De la Cruz Shingon Luisa Margoth**

## **AGRADECIMIENTO**

En primer lugar quiero agradecer infinitamente a Dios por haberme permitido llegar hasta este punto, darme la salud necesaria para lograr mis objetivos y brindarme

fortaleza en los momentos de debilidad; de acompañarme en el transcurso de mi vida dándome lecciones para mi desempeño correcto en la misma.

A mis padres José y Francisca por haberme apoyado en todo momento por sus valores, por la motivación constante que me han permitido ser una persona de bien, quienes con su ejemplo de superación supieron brindarme todo el apoyo para la culminación de mi carrera profesional. A mis hermanos por la ayuda directa e indirecta durante este proceso, formando parte de momentos únicos e inolvidables llenos de aprendizaje y felicidad.

Un agradecimiento muy especial a la Ing. Betty Jaramillo, al Ing. Adán Herrera y al Ing. Fausto García, quienes nos apoyaron en todo momento, con sugerencias en el desarrollo de la fase de campo, análisis de datos y en la dirección y revisión de este trabajo.

A Dios, a mi familia y amigos. Gracias.

**De la Cruz Shingon Luisa Margoth**

## **ÍNDICE DE CONTENIDOS**

|   |    |
|---|----|
| PORTADA.....                              | i  |
| CERTIFICACIÓN DEL DIRECTOR DE TESIS ..... | ii |

CERTIFICACIÓN DEL TRIBUNAL CALIFICADOR; **Error! Marcador no definido.**

AUTORÍA..... **Error! Marcador no definido.**

AUTORIZACIÓN ..... iv

DEDICATORIA ..... v

AGRADECIMIENTO ..... vi

ÍNDICE DE CONTENIDOS ..... vii

ÍNDICE DE TABLAS ..... xii

ÍNDICE DE GRÁFICOS ..... xiv

ÍNDICE DE IMÁGENES ..... xv

ÍNDICE DE FOTOGRAFÍAS. .... xvi

ÍNDICE DE ANEXOS..... xviii

A. TÍTULO..... 1

B. RESUMEN ..... 2

ABSTRAC ..... 3

C. INTRODUCCIÓN..... 4

D. REVISIÓN DE LITERATURA ..... 6

4.1. Agua ..... 6

4.1.1. Importancia del agua.....6

4.1.2. Parámetros físicos - químicos del agua.....7

4.2. Calidad del agua..... 9

4.2.1. Fuentes contaminantes del agua.....10

4.2.2. Contaminantes Biológicos .....11

4.2.3. Contaminantes Físicos .....11

4.2.4. Contaminantes Químicos .....12

4.3. Indicadores biológicos de la calidad del agua..... 13

4.4. Monitoreo..... 13



|  |    |
|--|----|
| 4.5. Bioindicador .....  | 14 |
| 4.5.1. Propiedades de un Buen Bioindicador .....                               | 15 |
| 4.5.2. Macroinvertebrados acuáticos.....                                       | 16 |
| 4.5.3. Estructura de los macroinvertebrados .....                              | 18 |
| 4.5.4. Macroinvertebrados bentónicos como indicadores de calidad de agua. .... | 19 |
| 4.6. Principales grupos taxonómicos de macroinvertebrados acuáticos. ....      | 20 |
| 4.6.1. Orden Ephemeroptera .....   | 20 |
| 4.6.2. Orden Plecoptera.....   | 20 |
| 4.6.3. Orden Odonata .....   | 20 |
| 4.6.4. Orden Hemiptera.....  | 20 |
| 4.6.5. Orden Coleóptera .....  | 21 |
| 4.6.6. Orden Trichoptera .....   | 21 |
| 4.6.7. Orden Lepidóptera .....   | 21 |
| 4.6.8. Orden Díptera.....  | 22 |
| 4.7. Índices bióticos.....   | 22 |
| 4.7.1. Índice Biological Monitoring Working Party (BMWP) .....                 | 22 |
| 4.7.2. Índice de Ephemeroptera, Plecóptera, Trichoptera (ETP) .....            | 22 |
| 4.8. Método de recolección de macroinvertebrados acuáticos.....                | 23 |
| 4.8.1. Método para ambientes de agua poco profundas .....                      | 23 |
| 4.8.2. Métodos para ambientes de aguas profundas.....                          | 24 |
| 4.9. Plan de Manejo Ambiental.....   | 24 |
| 4.10. Marco legal.....   | 25 |
| 4.10.1. Constitución de la República del Ecuador (2008).....                   | 25 |
| 4.10.2. Texto Unificado de Legislación Ambiental Secundaria (TULAS).....       | 29 |
| 4.10.3. Acuerdo Ministerial 006 .....  | 32 |
| 4.10.4. Codificación de ley de aguas.....                                      | 33 |
| 4.10.5. Instituto Ecuatoriano de Normalización (INEN 2169) Agua, calidad       |    |

|  |    |
|--|----|
| del Agua, muestreo.....  | 34 |
| 4.11. Marco conceptual .....   | 39 |
| E. MATERIALES Y MÉTODOS.....   | 42 |
| 5.1. Materiales.....   | 42 |
| 5.1.1. Equipos.....  | 42 |
| 5.1.2. Herramientas .....  | 42 |
| 5.1.3. Reactivos .....   | 43 |
| 5.1.4. Instrumentos .....  | 43 |
| 5.2. Métodos.....  | 43 |
| 5.2.1. Ubicación del área de estudio .....   | 43 |
| 5.2.2. Ubicación Política .....  | 43 |
| 5.2.3. Ubicación Geográfica.....   | 45 |
| 5.3. Aspectos biofísicos y climáticos .....  | 46 |
| 5.3.1. Aspectos biofísicos .....   | 46 |
| 5.3.2. Aspectos climáticos.....  | 47 |
| 5.4. Tipo de investigación .....   | 48 |
| 5.5. Definir los procedimientos y toma de muestras de macroinvertebrados<br>en el Río Pambay. ....                             | 49 |
| 5.5.1 Reconocimiento del área de estudio.....  | 49 |
| 5.5.2. Identificación del punto de muestreo. ....  | 49 |
| 5.5.3. Muestreo de Macroinvertebrados.....   | 50 |
| 5.6. Evaluar la calidad del agua mediante el análisis de macroinvertebrados<br>en el Río Pambay. ....                          | 53 |
| 5.6.1. Análisis biológico .....  | 53 |
| 5.6.2. Análisis Físico, Químico y Microbiológico.....  | 55 |
| 5.7. Elaborar una propuesta de Plan de Manejo Ambiental para<br>Recuperar y Controlar la Calidad de Agua en el Río Pambay..... | 58 |

|        |   |     |
|--------|---|-----|
| F.     | RESULTADOS .....  | 60  |
| 6.1.   | Definir los procedimientos y toma de muestras de Macroinvertebrados en el Río Pambay. ....                            | 60  |
| 6.1.1. | Identificación del punto de muestreo. ....  | 60  |
| 6.1.2. | Punto 1: Captación de Agua denominado “La Palestina” .....  | 62  |
| 6.1.3. | Punto 2: Dique del Río Pambay. ....   | 64  |
| 6.1.4. | Punto 3: Unión del Río Pambay con el Río Puyo. ....   | 65  |
| 6.2.   | Evaluar la calidad del agua mediante el análisis de macroinvertebrados en el Río Pambay. ....                         | 67  |
| 6.2.1. | Índice BMWP (Biological Monitoring Working Party) .....   | 67  |
| 6.2.2. | Índice Ephemeroptera, Plecóptera, Trichoptera (EPT) .....   | 70  |
| 6.2.3. | Características físico químicos y microbiológicos de las áreas de estudio. ....                                       | 70  |
| 6.3.   | Elaborar una propuesta de Plan de Manejo Ambiental para recuperar y controlar la calidad de agua del Río Pambay. .... | 84  |
| 6.3.1. | Programa de Relaciones Comunitarias (PRC) .....   | 86  |
| 6.3.2. | Programa de Educación y Capacitación Ambiental. ....  | 88  |
| 6.3.3. | Programa de Protección y Conservación. ....   | 91  |
| 6.3.4. | Programa de Monitoreo y Control .....   | 94  |
| 6.3.5. | Cronograma valorado del Plan de Manejo Ambiental (PMA) .....  | 96  |
| G.     | DISCUSIÓN .....   | 98  |
| 7.1.   | Definir los procedimientos y toma de muestras de Macroinvertebrados en el Río Pambay. ....                            | 98  |
| 7.2.   | Evaluar la calidad del agua mediante el análisis de macroinvertebrados en el Río Pambay. ....                         | 98  |
| 7.3.   | Elaborar una propuesta de Plan de Manejo Ambiental para recuperar y controlar la calidad de agua del Río Pambay. .... | 101 |

|    |                       |     |
|----|-----------------------|-----|
| H. | CONCLUSIONES .....    | 102 |
| I. | RECOMENDACIONES ..... | 104 |
| J. | BIBLIOGRAFÍA .....    | 105 |
| K. | ANEXOS .....          | 110 |

## ÍNDICE DE TABLAS

|                 |  |   |
|-----------------|--|---|
| <b>Tabla 1.</b> | Cantidades de Oxígeno Disuelto (mg/L). ..... | 8 |
|-----------------|--|---|

|                  |   |    |
|------------------|---|----|
| <b>Tabla 2.</b>  | Rango de concentración de Oxígeno Disuelto y sus consecuencias.....                         | 9  |
| <b>Tabla 3.</b>  | Clasificación de la Calidad de Agua en Función al puntaje obtenido.                         | 54 |
| <b>Tabla 4.</b>  | Clasificación de la calidad de agua.....  | 55 |
| <b>Tabla 5.</b>  | Parámetros seleccionados para el análisis Físico, Químico<br>y Microbiológico.....          | 57 |
| <b>Tabla 6.</b>  | Coordenadas Geográficas (Puntos de muestreo).....   | 60 |
| <b>Tabla 7.</b>  | Número de Individuos encontrados en la captación de agua<br>Denominado La Palestina .....   | 62 |
| <b>Tabla 8.</b>  | Número de individuos encontrados en el Dique del Río Pambay.....                            | 64 |
| <b>Tabla 9.</b>  | Número de individuos encontrados en la Unión del Río Pambay<br>con el Río Puyo .....        | 66 |
| <b>Tabla 10.</b> | Resultado de los tres puntos de muestreo del Índice BMWP. ....                              | 67 |
| <b>Tabla 11.</b> | Resultado de los tres puntos de muestreo del Índice ETP. ....                               | 70 |
| <b>Tabla 12.</b> | Resultado del análisis Físico, Químico y Microbiológico del<br>agua del Río Pambay.....     | 71 |
| <b>Tabla 13.</b> | Temperatura promedio de los tres puntos de muestreo en el Río .....                         | 72 |
| <b>Tabla 14.</b> | Promedio del Potencial de Hidrógeno de los tres puntos de<br>muestreo en el Río Pambay..... | 73 |
| <b>Tabla 15.</b> | Promedio de Conductividad de los tres puntos de muestreo en el<br>Río Pambay .....          | 74 |
| <b>Tabla 16.</b> | Promedio de Sólidos Disueltos de los tres puntos de muestreo en<br>el Río Pambay .....      | 75 |
| <b>Tabla 17.</b> | Oxígeno Disuelto en los tres puntos de muestreo en el Río Pambay.                           | 76 |
| <b>Tabla 18.</b> | Demanda Química de Oxígeno en los tres puntos de muestreo<br>del Río Pambay .....           | 77 |
| <b>Tabla 19.</b> | Demanda Bioquímica en los tres puntos de muestreo en el Río<br>Pambay.....                  | 78 |
| <b>Tabla 20.</b> | Amonios en los tres puntos de muestreo del Río Pambay. ....                                 | 79 |
| <b>Tabla 21.</b> | Promedio de Nitritos en los tres puntos de muestreo en el Río<br>Pambay.....                | 80 |
| <b>Tabla 22.</b> | Promedio de Nitritos en los tres puntos de muestreo del Río<br>Pambay.....                  | 81 |
| <b>Tabla 23.</b> | Coliformes Totales en los tres puntos de muestreo en el Río<br>Pambay.....                  | 82 |

|  |    |
|--|----|
| <b>Tabla 24.</b> Coliformes fecales en los tres puntos de muestreo en el Río Pambay..... | 83 |
| <b>Tabla 25.</b> Presupuesto del Programa de Relaciones Comunitarias.....                | 88 |
| <b>Tabla 26.</b> Presupuesto del Programa de Educación y Capacitación Ambiental.....     | 90 |
| <b>Tabla 27.</b> Programa de Protección y Conservación.....                              | 93 |
| <b>Tabla 28.</b> Presupuesto del Programa de Monitoreo y Control.....                    | 96 |
| <b>Tabla 29.</b> Cronograma valorado para Plan de Manejo Ambiental (PMA).....            | 97 |

## ÍNDICE DE GRÁFICOS

|   |
|---|
| <b>Gráfico 1.</b> Composición de la Fauna del sector la Captación de agua |
|---|



|                    |   |    |
|--------------------|---|----|
|                    | denominada “La Palestina”.....  | 63 |
| <b>Gráfico 2.</b>  | Composición de la fauna del Sector Dique del Río Pambay. ....                                 | 65 |
| <b>Gráfico 3.</b>  | Composición de la Fauna Sector Unión del Río Pambay con el<br>Río Puyo.....                   | 66 |
| <b>Gráfico 4.</b>  | Calidad del agua según el Índice de BMWP. ....  | 69 |
| <b>Gráfico 5.</b>  | Temperatura promedio de los tres puntos de muestreo en el<br>Río Pambay. ....                 | 72 |
| <b>Gráfico 6.</b>  | Promedio del Potencial de Hidrógeno de los tres puntos de<br>muestreo en el Río Pambay.....   | 73 |
| <b>Gráfico 7.</b>  | Promedio de Conductividad de los tres puntos de muestreo en<br>el Río Pambay. ....            | 74 |
| <b>Gráfico 8.</b>  | Promedio de Sólidos Totales Disueltos de los tres puntos de<br>muestreo en el Río Pambay..... | 75 |
| <b>Gráfico 9.</b>  | Oxígeno Disuelto en los tres puntos de muestreo en el Río<br>Pambay.....                      | 76 |
| <b>Gráfico 10.</b> | Demanda Química de Oxígeno en los tres puntos de muestreo<br>del Río Pambay. ....             | 77 |
| <b>Gráfico 11.</b> | Demanda Bioquímica de Oxígeno en los tres puntos de muestreo<br>en el Río Pambay. ....        | 78 |
| <b>Gráfico 12.</b> | Amonio en los tres puntos de muestreo del Río Pambay.....                                     | 79 |
| <b>Gráfico 13.</b> | Promedio Nitratos en los tres puntos de muestreo en el Río<br>Pambay.....                     | 80 |
| <b>Gráfico 14.</b> | Promedio de Nitritos en los tres puntos de muestreo del Río<br>Pambay.....                    | 81 |
| <b>Gráfico 15.</b> | Coliformes Totales en los tres puntos de muestreo (UFC/100ml)..                               | 82 |
| <b>Gráfico 16.</b> | Coliformes Fecales en los tres puntos de muestreo (UFC/100ml)...                              | 83 |

## ÍNDICE DE IMÁGENES

|                  |                    |   |
|------------------|--------------------|---|
| <b>Imagen 1.</b> | Escala del pH..... | 7 |
|------------------|--------------------|---|

|  |    |
|--|----|
| <b>Imagen 2.</b> Tipo de macroinvertebrados.....                                       | 16 |
| <b>Imagen 3.</b> Tipo de Macroinvertebrados. ....                                      | 17 |
| <b>Imagen 4.</b> Vista dorsal de un macroinvertebrado.....                             | 18 |
| <b>Imagen 5.</b> Etiqueta de Identificación de muestras de Macroinvertebrados.....     | 52 |
| <b>Imagen 6.</b> Etiqueta de identificación para análisis físico-químico de aguas..... | 56 |
| <b>Imagen 7.</b> Franja de Protección.....   | 92 |

### ÍNDICE DE FOTOGRAFÍAS.

|  |     |
|--|-----|
| <b>Foto 1.</b> Tipos de sustratos de los macroinvertebrados..... | 50  |
| <b>Foto 2.</b> Captación de agua La Palestina.....               | 132 |

|  |     |
|--|-----|
| <b>Foto 3.</b> Dique del Río Pambay.....   | 132 |
| <b>Foto 4.</b> Unión del Río Pambay con el Río Puyo.....                               | 133 |
| <b>Foto 5.</b> Captura de Macroinvertebrados. ....                                     | 133 |
| <b>Foto 6.</b> Limpieza de la muestra. ....  | 134 |
| <b>Foto 7.</b> Identificación de macroinvertebrados. ....                              | 134 |
| <b>Foto 8.</b> Identificación de macroinvertebrados mediante el microscopio. ....      | 135 |
| <b>Foto 9.</b> Separación y reconocimiento del número de individuos recolectados. .... | 135 |
| <b>Foto 10.</b> Recolección de muestras de agua. ....                                  | 136 |
| <b>Foto 11.</b> Etiquetado de la muestra. ....   | 136 |
| <b>Foto 12.</b> Muestra de agua (Laboratorio ESPOCH).....                              | 137 |
| <b>Foto 13.</b> Familia Hydrophilidae del Orden Coleoptera. ....                       | 137 |
| <b>Foto 14.</b> Familia Elmidae del Orden Coleoptera. ....                             | 138 |
| <b>Foto 15.</b> Familia Psephenidae del Orden Coleoptera. ....                         | 138 |
| <b>Foto 16.</b> Familia Leptophebiidae del Orden Ephemeroptera.....                    | 139 |
| <b>Foto 17.</b> Familia Baetidae del Orden Ephemeroptera. ....                         | 139 |
| <b>Foto 18.</b> Familia Leptoceridae del Orden Trichoptera. ....                       | 140 |
| <b>Foto 19.</b> Familia Hidropsychidae del Orden Trichoptera.....                      | 140 |
| <b>Foto 20.</b> Familia Tabanidae del orden Diptera. ....                              | 141 |
| <b>Foto 21.</b> Familia Tipulidae del orden Diptera. ....                              | 141 |
| <b>Foto 22.</b> Familia Chironomidae del orden Diptera.....                            | 142 |
| <b>Foto 23.</b> Familia Perlidae del orden Plecoptera.....                             | 142 |
| <b>Foto 24.</b> Familia Dugesiiidae del orden Tricladida. ....                         | 143 |
| <b>Foto 25.</b> Familia Naucoridae del orden Hemiptera. ....                           | 143 |
| <b>Foto 26.</b> Familia Polythoridae del orden Odonata.....                            | 144 |
| <b>Foto 27.</b> Familia Gomphidae del orden Odonata.....                               | 144 |
| <b>Foto 28.</b> Familia Coenagrionidae del orden Odonata.....                          | 145 |
| <b>Foto 29.</b> Familia Corydalidae del orden Megaloptera. ....                        | 145 |
| <b>Foto 30.</b> Familia Pyralidae del orden Lepidoptera. ....                          | 146 |

## ÍNDICE DE FIGURAS.

|   |    |
|---|----|
| <b>Figura 1.</b> Mapa Político del área de estudio en el Cantón Pastaza. ....     | 44 |
| <b>Figura 2.</b> Mapa Geográfico del área de estudio. ....                        | 45 |
| <b>Figura 3.</b> Mapa Geográfico de los puntos de muestreo en el Río Pambay. .... | 61 |

## ÍNDICE DE ANEXOS

|  |  |
|--|--|
| <b>Anexo 1.</b> Límites máximos permisibles para aguas de consumo humano |  |
|--|--|

|                  |  |     |
|------------------|--|-----|
|                  | y sus usos domésticos, que únicamente requieren tratamiento. ....  | 110 |
| <b>Anexo 2.</b>  | Criterios de Calidad admisibles para la preservación de la flora<br>y fauna en aguas dulces, frías o cálidas, y en aguas<br>marinas y de estuario..... | 113 |
| <b>Anexo 3.</b>  | Criterios de calidad para aguas destinadas para fines recreativos....  | 115 |
| <b>Anexo 4.</b>  | Registros climáticos históricos del Instituto Nacional de<br>Meteorología e Hidrología (2002-2013).....  | 116 |
| <b>Anexo 5.</b>  | Puntaje para las Familias de BMWP.....   | 120 |
| <b>Anexo 6.</b>  | Índice ETP (Hoja de campo).....  | 122 |
| <b>Anexo 7.</b>  | Índice ETP Recolectados. ....  | 123 |
| <b>Anexo 8.</b>  | Análisis Químico del agua del Río Pambay (Captación de<br>agua La Palestina). ....   | 125 |
| <b>Anexo 9.</b>  | Análisis Químico del agua del Dique del Río Pambay. ....   | 126 |
| <b>Anexo 10.</b> | Análisis Químico del agua de la Unión entre el Río Pambay<br>con el Río Puyo. ....   | 127 |
| <b>Anexo 11.</b> | Análisis Microbiológico del agua de la Captación La Palestina. ....  | 128 |
| <b>Anexo 12.</b> | Análisis Microbiológico del agua del Dique del Río Pambay. ....  | 129 |
| <b>Anexo 13.</b> | Análisis Microbiológico de agua de la Unión entre el Río<br>Pambay con el Río Puyo. ....   | 130 |
| <b>Anexo 14.</b> | Certificación Laboratorio GADPPz. ....   | 131 |
| <b>Anexo 16.</b> | Fotografías.....   | 132 |

## **A. TÍTULO**

ANÁLISIS DE LA CALIDAD DE AGUA DEL RÍO PAMBAY  
MEDIANTE LA IDENTIFICACIÓN DE MACROINVERTEBRADOS  
PARA ELABORAR UNA PROPUESTA DE PLAN DE MANEJO  
AMBIENTAL.



## B. RESUMEN

La presente investigación tuvo como objetivo analizar la calidad de agua del Río Pambay mediante la identificación de macroinvertebrados y a través del análisis físico, químico y microbiológico; en base a ello elaborar una propuesta de Plan de Manejo Ambiental. La metodología aplicada fue el índice de BMWP (Biological Monitoring Working Party), ETP (Índice Ephemeroptera, Plecóptera, Trichoptera), el Método Descriptivo y Documental. La investigación de campo consistió en establecer tres puntos de muestreo (Captación de agua La Palestina, Dique del Río Pambay y Unión del Río Pambay con el Río Puyo) en tres fechas distintas con tres repeticiones en cada sitio, además del análisis físico, químico y microbiológico de sus aguas en función del Anexo I del Texto Unificado de Legislación Ambiental (TULAS). Se recolectaron 630 individuos en total, distribuidos en 10 órdenes y 17 familias. Una vez realizada la identificación de macroinvertebrados se pudo analizar y determinar que la calidad de agua en el primer punto (Captación de agua denominada La Palestina) corresponde a la clase II aceptable con un índice BMWP de 78 que presentan aguas ligeramente contaminadas, el segundo punto (Dique del Río Pambay) se encuentra dentro de la clase III dudosa con un BMWP de 60 que presenta aguas moderadamente contaminadas y el tercer punto (Unión del Río Pambay con el Río Puyo) pertenece a la clase V muy crítica con un índice BMWP de 14 que presenta aguas fuertemente contaminadas, determinándose que el agua es de mala calidad según el índice ETP y los parámetros físico, químicos y microbiológicos, específicamente en coliformes fecales.

**Palabras clave:** Calidad del agua, macroinvertebrados, órdenes, Plan de Manejo, índices, contaminación del agua.

## ABSTRAC

This research objective was to analyze the water quality of the Pambay River through the identification of macroinvertebrates and the physical chemical and microbiological analysis; Based on this, create a propose of Environmental Management Plan. The applied methodology was the BMWP rate (Biological Monitoring Working Party), ETP (Ephemeroptera, Trichoptera and Plecóptera Rate), the Descriptive and Documental Method. The Field research consisted in stablishing three places for sampling (the water catchment Palestine, Pambay River and Puyo Pambay River Union) in three different dates with three repetitions in each place. In addition to the physical, chemical and microbiological analysis of the water according to the Annex number I of the Unified Text of Environmental Legislation (TULAS), we collect 630 samples distributed in 10 orders and 17 families. Once developed the identification of macroinvertebrates was available to determine and analyze at first the quality of water (water catchment Palestine) which belongs to the acceptable second category with 78 in the BMWP rate, which means “slightly polluted” water. The second place (Pambay River) is in the third category called “doubtful”, with 60 in the BMWP rate, showing moderately polluted water. In the third place (Pambay and Puyo River Union) is in fifth category what means “very critic”, with 14 in the BMWP rate, showing strongly polluted water, concluding that water is of bad quality according to the ETP and the physical, chemical and microbiological parameters, specifically in fecal coliforms.

**Key words:** water quality, macroinvertebrates, orders, Management Plan, rates, water pollution.

## C. INTRODUCCIÓN

Los ríos de la ciudad de Puyo constituyen un importante recurso hídrico, que en la actualidad enfrentan varios problemas con respecto a su calidad, debido a que atraviesan la ciudad y todas las descargas producto de las diversas actividades antrópicas son depositadas a las fuentes hídricas sin ningún tratamiento previo, alterando su propiedad a tal punto que varios de los ríos no reúnen las condiciones necesarias para los diferentes usos (preservación de la flora y fauna acuática, uso de recreación, consumo humano).

En respuesta aquello se plantea el tema investigativo titulado “Análisis de la calidad de agua del Río Pambay mediante la identificación de macroinvertebrados para elaborar una propuesta de Plan de Manejo Ambiental”, tuvo como propósito analizar la situación actual del agua del Río Pambay, mediante la identificación y análisis de macroinvertebrados como indicadores biológicos de la calidad de agua, el análisis físico, químico y microbiológico de sus aguas en función del Anexo I del Texto Unificado de Legislación Ambiental (TULAS) y elaborar una propuesta de Plan de Manejo Ambiental.

Para el desarrollo de este trabajo se utilizó los índices de BMWP (Biological Monitoring Working Party) propuesta por (Roldán Pérez , 2008) y ETP (Índice Ephemeroptera, Plecóptera, Trichoptera) propuesto por (Carrera & Fierro, 2005), los cuales son útiles en el análisis de la calidad del agua, también se usó el Método Descriptivo, Documental y de Campo.

Esta investigación se realizó durante los meses de enero a julio del 2014, en este tiempo se tomó muestras de macroinvertebrados en los diferentes puntos de muestreo y se analizó e interpretó los parámetros físicos, químicos y microbiológicos del agua del Río Pambay, con el propósito de conocer la calidad de agua que posee el río. Mismas que según los índices de BMWP (Biological Monitoring Working Party) y ETP (Índice Ephemeroptera, Plecóptera, Trichoptera) se obtuvo los siguientes resultados primer punto de muestreo Captación de agua denominada La Palestina con aguas ligeramente contaminadas (Aceptable),

segundo punto muestreo Dique del Río Pambay con aguas moderadamente contaminadas (Dudosa) y tercer punto de muestreo Unión del Río Pambay con el Río Puyo con aguas fuertemente contaminadas (Muy crítica), estos resultados fueron establecidos en base a la recolección de 630 individuos en total, distribuidos en 10 órdenes, y 17 familias, siendo el orden más representativo Ephemeroptera con 173 individuos, seguidos de Trichoptera con 145 individuos y Plecopteras con 76 individuos.

Los objetivos planteados para el desarrollo de la investigación fueron los siguientes:

### **Objetivo General.**

Analizar la calidad de agua mediante la Identificación de bioindicadores (macroinvertebrados), para el Diseño de una propuesta de Plan de Manejo Ambiental del Río Pambay de la Parroquia Puyo, Cantón Pastaza, Provincia de Pastaza.

### **Objetivo Específico.**

- Definir los procedimientos y toma de muestra de macroinvertebrados en el Río Pambay.
- Evaluar la calidad del agua mediante el análisis de macroinvertebrados en el Río Pambay.
- Elaborar una propuesta de Plan de Manejo Ambiental para recuperar y controlar la calidad de agua en el Río Pambay.

## **D. REVISIÓN DE LITERATURA**

La revisión de la literatura de la presente investigación se estableció en base a la revisión de documentos especializados considerando el tema y su estrecha relación con los objetivos planteados, los mismos que se desarrollan a continuación:

### **4.1. Agua**

López Martínez , Gavidia Catalán , & Rueda Sevilla (2006), menciona que el agua es una sustancia que está compuesta de dos átomos de hidrogeno y uno de oxigeno (H<sub>2</sub>O), y es considerado como el “disolvente universal” debido a que casi todas las sustancias minerales son solubles en ella.

De acuerdo a lo que dice Perera (2011), el agua no tiene sabor ni olor y en pequeñas cantidades no tiene color, no obstante en ocasiones se observa de color azul cuando se encuentra en volúmenes considerables. Es el único compuesto conocido que a temperaturas ordinarias existe en los tres estados de la materia sólido, líquido y gaseoso.

#### **4.1.1. Importancia del agua**

Según Perera (2011), menciona que el agua es un líquido vital compuesto por una simple molécula que llena los océanos, alimenta y hace posible la vida de especies de flora y fauna acuáticas y de todas las especies terrestres. Además de ser el mayor diluyente del planeta Tierra es por sí mismo un alimento ya que aporta minerales esenciales para el ser humano como calcio, magnesio, hierro y zinc.

Cabe recalcar que el agua es un componente imprescindible del ser humano ya que no puede estar sin beberla más de cinco o seis días porque su vida correría peligro. El cuerpo del ser humano posee un 75% de agua al nacer y alrededor de 60% en la edad adulta (Villarino Marín, 2010)

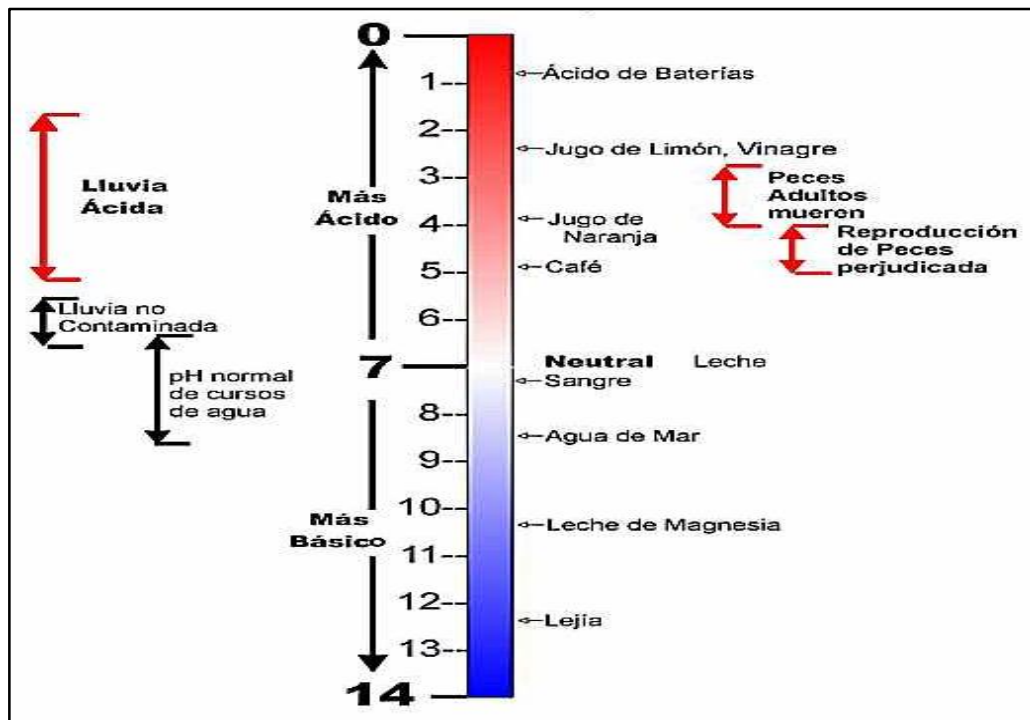
#### 4.1.2. Parámetros físicos - químicos del agua.

##### a. Potencial de hidrógeno (pH).

Es el valor que determina si una sustancia es ácida, neutra o básica, calculando el número de iones de hidrogeno presentes, su escala de medición se encuentra entre 0 a 14, el 7 establece que la sustancia es neutra, por debajo de 7 señala que la sustancia es ácida y por encima de 7 indica que la sustancia es básica (Gesta Agua, 2005).

Pérez (2008), señala que las plantas como Isoetis pueden existir en aguas con un pH menor a 7,5, las larvas de dípteros del género Chaoborus son frecuentes en aguas ácidas y los peces en conjunto soportan un pH entre 5 y 9. Sin embargo los puntos críticos de mortandad en los peces se encuentran en un rango de pH=4 ó pH=11. Su crecimiento y reproducción pueden ser afectadas entre pH= 4 a 6, y pH= 9 a 10 para ciertos peces (Dajoz citado por Jiménez , 2013). (Imagen 1)

Imagen 1. Escala del pH.



Fuente: Dajoz, citado por Jiménez , 2013.



## b. Oxígeno Disuelto

Dajoz (citado por Jiménez, 2013) señala que el Oxígeno Disuelto (OD) es la cantidad de oxígeno que está disuelta en el agua y juega un papel importante ya que es un factor debido a que la cantidad de oxígeno que puede disolverse en el agua (OD) depende de la temperatura, además es un indicador de cómo está de contaminada el agua o de lo bien que puede dar soporte esta agua a la vida vegetal y animal.

**Tabla 1.** Cantidades de Oxígeno Disuelto (mg/L).

| TEMPERATURA | AGUA DE MAR | AGUA DULCE |
|-------------|-------------|------------|
| 0 C°        | 8,0         | 10,3       |
| 10 C°       | 6,4         | 8,0        |
| 15 C°       | 5,8         | 7,2        |
| 20 C°       | 5,3         | 6,5        |
| 30 C°       | 4,5         | 5,6        |

**Fuente:** Dajoz, citado por Jiménez, 2013.

Dajoz (citado por Jiménez, 2013) menciona además que la resistencia de los diferentes organismos acuáticos con contenido de oxígeno bajo, es variable. Sin embargo es necesario mencionar que los invertebrados acuáticos poseen pigmentos respiratorios que les permiten vivir en aguas pobres de oxígeno, por ejemplo están los oligoquetos.

El agua de ríos limpios normalmente se encuentra saturada de oxígeno, ya que de ello depende la vida dentro del sistema acuático. Cuando el agua por el contrario presenta bajos niveles de oxígeno, quiere decir que se encuentra contaminada con materia orgánica, y sus aguas son de mala calidad con incapacidad para mantener ciertas formas de vida (Echarri, 2007).

Goyenola (2007), aduce que la temperatura se encuentra estrechamente ligada a la cantidad de oxígeno disuelto en el agua ya que las aguas más cálidas son capaces de disolver menos cantidad de oxígeno. Por esto, una descarga de agua caliente puede disminuir el OD a niveles por debajo del límite necesario para algunas formas de vida. Por tal razón establece rangos de concentración de OD con sus consecuencias en los ecosistemas.

**Tabla 2.** Rango de concentración de Oxígeno Disuelto y sus consecuencias.

| (OD) mg/l | CONDICIÓN     | CONSECUENCIAS  |
|-----------|---------------|--|
| 0         | Anoxia        | Muerte masiva de organismos aerobios   |
| 0-5       | Hipoxia       | Desaparición de organismos y especies sensibles  |
| 5-8       | Aceptable     | (OD) adecuadas para la vida da la gran mayoría de especies de peces y otros organismos acuáticos |
| 8-12      | Buena         |  |
| >12       | Sobresaturada | Sistemas en plena producción fotosintética   |

Fuente: Goyenola, 2007

## 4.2. Calidad del agua

La calidad del agua depende de la alteración que sufre las fuentes hídricas por los efluentes contaminantes, como las aguas residuales sin previo tratamiento producto de los asentamientos humanos, desarrollo industrial, expansión de las fronteras agrícolas, entre otros.

Jiménez (2005), menciona que la presencia de ríos contaminados es un hecho que se viene dando desde hace mucho tiempo atrás, principalmente por el vertido de residuales sin tratamiento, un hecho común en todos los países, en mayor o menor grado, sin embargo las regiones en desarrollo son las que tendrán problemas más graves y acuciantes en un futuro.

García (2005), señala dentro de sus publicaciones que la OMS (Organización Mundial de la Salud) considera que el agua se encuentra contaminada cuando su composición se altera y no reúne las condiciones necesarias para la utilización en el consumo del hombre y los animales.

Sin embargo Gavidia & Rueda (2006), determinan que la calidad de agua es relativo, debido a que sus características depende de su idoneidad para ciertos usos, es decir, el agua que vaya a utilizarse para regadío no tiene la misma calidad que la que se destina para el consumo humano (p. 81).

#### **4.2.1. Fuentes contaminantes del agua.**

Uno de los Estudios presentados por la Universidad de Las Américas (2011), menciona a la organización Oxfam Internacional. Hace referencia a la problemática de cuatro ríos ecuatorianos que se encuentran severamente contaminados, según el estudio difundido en Lima. Los ríos afectados son "Machángara, Guayllabamba, Esmeraldas y Guayas".

La contaminación de las aguas superficiales proviene de fuentes domésticas que ocurre alrededor de todo el país, especialmente cerca de las áreas altamente pobladas; casi todos los ríos que se encuentran cercanos a las áreas urbanas y poseen altos niveles de DBO, nitrógeno y fósforo (Paredes , 2011).

Carrera & Fierro (2005) manifiesta que la alteración del agua sucedió por muchas razones y de diferentes formas tales como:

- Actividades agrícolas o ganaderas, en las que se utilizan productos químicos como fertilizantes, plaguicidas, pesticidas, herbicidas, etc.
- Destrucción de las cuencas, por la tala de bosques y la construcción de carreteras que producen excesos de escorrentías.
- A estas actividades se agregan la exploración petrolera, minería, la construcción de represas, centrales hidroeléctricas y canales de riego que, al cambiar el curso del agua, cambian también su composición y cantidad.
- Además la contaminación del agua se da por las actividades industriales, debido a que las fábricas utilizan muchos componentes para elaborar sus productos, estas sustancias químicas se arrojan a los ríos o se filtran hasta las aguas subterráneas. (pág. 23)

#### **4.2.2. Contaminantes Biológicos**

Para Flores, Herrera, & Hernández (2008) la Contaminación ocurre cuando existe la presencia de microorganismos en el agua, producto de la contaminación fecal, causada por labores domésticas, trabajos agrícolas y ganaderos. Estas actividades pueden producir una contaminación muy grave en los acuíferos, siendo los principales causantes los vertidos de aguas cargadas de residuos orgánicos procedentes de las labores de transformación de productos vegetales o de los excrementos de animales. Estos desechos contienen parásitos causantes de enfermedades severas en el ser humano como la salmonelosis.

#### **4.2.3. Contaminantes Físicos**

Varó & Segura (2009), afirman que la contaminación física se caracteriza por afectar el aspecto del agua ya que cuerpos extraños flotan y se sedimentan interfiriendo con las formas de vida de la flora y fauna acuáticas. Siendo líquidos insolubles o sólidos de origen natural y de diversos productos sintéticos que son arrojados al agua como resultado de las actividades del hombre así como espumas, residuos oleaginosos y el calor (Contaminación térmica). Este tipo de contaminantes presentan una serie de características físicas tales como:

- Color, el agua no contaminada debe tener ligeros colores rojizos, pardos, amarillentos o verdosos, debido principalmente a los compuestos húmicos, férricos o los pigmentos verdes de las algas.
- Olor y Sabor, se atribuye a la presencia de compuestos químicos presentes en el agua como los fenoles, diversos hidrocarburos, cloro, materias orgánicas en descomposición o esencias liberadas por diferentes algas u hongos pueden dar olores y sabores muy fuertes al agua, aunque estén en muy pequeñas concentraciones; las sales o minerales dan sabores salados o metálicos, en ocasiones sin ningún olor.

- Temperatura, refleja la cantidad de calor de un cuerpo de agua y mientras este factor incrementa la velocidad de las reacciones metabólicas asciende y acelera la putrefacción.
- Materiales en suspensión, partículas como la arcilla, limo y otras, aunque no lleguen a estar disueltas, son arrastradas por el agua de dos maneras: en disoluciones coloidales; o en suspensión que sólo dura mientras el movimiento del agua arrastra.
- Radioactividad, son emisión espontánea de partículas (alfa, beta, neutrón) o radiaciones (gama, captura K), o de ambas a la vez, procedentes de la desintegración de determinados nucleidos que las forman, por causa de un arreglo en su estructura interna, esta puede ser natural o artificial. Las aguas naturales tienen un valor de radioactividad natural, debidos a los isótopos del K. Sin embargo Algunas actividades humanas pueden contaminar el agua con isotopos radioactivos.
- Espumas, Los detergentes producen espumas y añaden fosfato al agua (eutrofización). Disminuyen mucho el poder autodepurador de los ríos al dificultar la actividad bacteriana. También interfieren en los procesos de floculación y sedimentación en las estaciones depuradoras.
- Conductividad, es una propiedad del agua, que en condiciones de pureza tiene una conductividad eléctrica muy baja. El agua natural tiene iones en disolución y su conductividad es mayor y proporcional a la cantidad y características de los electrolitos. Por esto se usan los valores de conductividad como índice aproximado de concentración de solutos.

#### **4.2.4. Contaminantes Químicos**

Algunos fertilizantes utilizados en la agricultura causan serios problemas de contaminación en los cuerpos de agua, ya que los desechos llegan a través de la lixiviación o el arrastre y pueden provocar una pérdida lamentablemente de flora y

fauna de la zona, debido a que están constituidos de materia orgánica, fósforo y nitrógeno con una demanda alta de oxígeno (Varó & Segura, 2009).

### **4.3. Indicadores biológicos de la calidad del agua**

Según el criterio Mohammad *et al* (2005) hace varios años atrás se vio la necesidad de buscar una forma innovadora que aporte con información sobre la calidad ambiental de los sistemas acuáticos con respecto a las perturbaciones que son provocadas por las actividades económicas y sociales del ser humano, ya que la degradación de los cuerpos acuáticos ha sido un grave problema para el hombre, y últimamente ha cobrado un valor de preocupación significativa. (pág.5)

El Organismo Mundial de la Salud (OMS) en 2006, expresa que los bioindicadores de la calidad del agua se basan en el uso de organismos sensibles a un determinado contaminante con efectos visibles macroscópicamente o microscópicamente, a fin de evaluar la calidad del agua. Además proporciona una información semi-cuantitativa sobre la contaminación del medio acuático permitiendo evaluar el impacto ambiental de los contaminantes.

### **4.4. Monitoreo**

Carrera & Fierro, (2005) afirman que el monitoreo de un río radica en determinar los cambios ocurridos en el agua, los animales, y la tierra que los rodea, mediante varias observaciones o estudios. De este modo se podrá establecer el estado actual del río y sugerir su tratamiento. Para que su análisis sea preciso, se debe tomar datos en diferentes partes del río, para poder comparar su comportamiento a lo largo del río o de acuerdo a los ambientes que le rodea o las actividades que se desarrollan junto al río pudiendo ser estas: bosques, poblados o zonas industriales. (pág. 27)

#### **4.5. Bioindicador**

Un bioindicador es un indicador consistente en una especie vegetal, hongo o animal; o formado por un grupo de especies (grupo eco-sociológico) o agrupación vegetal cuya presencia (o estado) nos da información sobre ciertas características ecológicas, es decir, (físico-químicas, micro-climáticas, biológicas y funcionales), del medio ambiente, o sobre el impacto de ciertas prácticas en el medio. Se utilizan sobre todo para la evaluación ambiental (seguimiento del estado del medio ambiente, o de la eficacia de las medidas compensatorias, o restauradoras).

Rosemberg & Resh (citado por Gamboa, Reyes , & Arrivillaga, 2008) nos indican que un bioindicador aplicado a la evaluación de calidad de agua, es definido como: “especie (o ensamble de especies) que poseen requerimientos particulares con relación a uno o a un conjunto de variables físicas o químicas, tal que los cambios de presencia/ausencia, número, morfología o de conducta de esa especie en particular, indiquen que las variables físicas o químicas consideradas, se encuentran cerca de sus límites de tolerancia” (p. 109-110).

Es decir, que un bioindicador es aquel cuyas respuestas biológicas son observadas frente a una perturbación ecológica y están referidos como organismos o sistemas biológicos que sirven para evaluar variaciones en la calidad ambiental.

El principio consiste en observar los efectos biológicos, individualmente o en las poblaciones de diferentes ecosistemas (a escala de la biosfera o a veces de grandes biomas).

Estos efectos deben ser medibles vía la observación de diversos grados de alteraciones morfológicas, alteraciones de comportamiento, de los tejidos o fisiológicas (crecimiento y reproducción), lo que, en casos extremos, lleva a la muerte de estos individuos o a la desaparición de una población.

Los macroinvertebrados acuáticos son bioindicadores de calidad ambiental considerados como los mejores bioindicadores de calidad de agua.

Cummig & Klug ( citado por Gamboa *et al* , 2008), manifiestan que “los macroinvertebrados bentónicos se encuentran en todo tipo de ambiente acuático de agua dulce, como ríos o lagunas, donde son importantes para el monitoreo de ese ecosistema acuático en particular “(p. 109-110).

#### **4.5.1. Propiedades de un Buen Bioindicador**

Marchand ( citado por Sánchez , Paolini, & Rodríguez , 2010) describe las propiedades de un buen indicador y al respecto nos indica que:

- Debe estar suficiente (normalmente, o anormalmente) disperso en el territorio y ser relativamente abundante y, si es posible, fácilmente detectable.
- A menos que se quiera medir la movilidad de las especies, debe ser lo más sedentario posible para reflejar las condiciones locales.
- Debe tener un tamaño que permita el estudio de los diferentes tejidos y sus componentes (músculos, huesos, los órganos en el caso de un animal).
- Debe tolerar los contaminantes en concentraciones similares a las observadas en el medio ambiente contaminado, sin efectos letales.
- También debe sobrevivir fuera del medio natural y tolerar las diferentes condiciones de laboratorio (pH, temperatura, Oxígeno Disuelto).
- Los bioindicadores son útiles en los programas de evaluación ambiental estratégica.

Es decir que un bioindicador debe poseer propiedades que permita establecer de manera clara y sencilla la calidad de un cuerpo de agua al utilizar o visualizar organismos sensibles macro o microscópicamente, para evaluar el



impacto ambiental existente en los distintos ecosistemas, tal es el caso de la presencia de ciertos grupos de macroinvertebrados en las fuentes hídricas.

#### 4.5.2. Macroinvertebrados acuáticos

Carrera & Fierro (2005), mencionan que los macroinvertebrados acuáticos son bichos que se pueden ver a simple vista y proporcionan excelentes señales sobre la calidad del agua. Se llaman macro porque son grandes (miden entre 2 milímetros y 30 centímetros), invertebrados porque ni tienen huesos y acuáticos porque viven en los lugares con agua dulce (esteros, ríos, lagos y lagunas) (pág. 28).

A demás nos da a conocer que los macroinvertebrados tienen muchas formas: así como las conchas son redondas, los escarabajos son ovalados, las lombrices son largas y los caracoles tienen forma de espiral. (pág. 29) (Imagen 2)

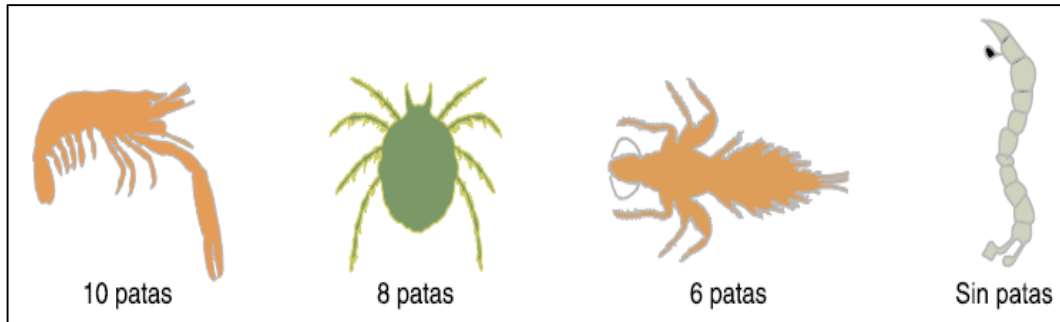
**Imagen 2.** Tipo de macroinvertebrados.



Fuente: Carrera & Fierro, 2005







Menciona también que algunos tienen muchas patas, por ejemplo los camarones tienen 10, los ácaros tienen 8 y los chicaposos 6. Otros no tienen patas, como las larvas de mosca. (Imagen 3)

**Imagen 3.** Tipo de Macroinvertebrados.



**Fuente:** Carrera & Fierro, 2001

Los macroinvertebrados pueden vivir según Carrera & Fierro (2005) en:

-  en hojas flotantes y en sus restos,
-  en troncos caídos y en descomposición,
-  en el lodo o en la arena del fondo del río,
-  sobre o debajo de las piedras,
-  donde el agua es más correntosa y
-  en lagunas, lagos, aguas estancadas, pozas y charcos.

Los macroinvertebrados aumentan en grandes cantidades, por lo que se pueden encontrar miles en un metro cuadrado y sirven como alimento para los peces, sin embargo Carrera & Fierro (2005), establece que los macroinvertebrados pueden alimentarse de:



plantas acuáticas, restos de otras plantas y algas,



otros invertebrados y peces,



pequeños restos de comida en descomposición y elementos nutritivos del suelo,



animales en descomposición,



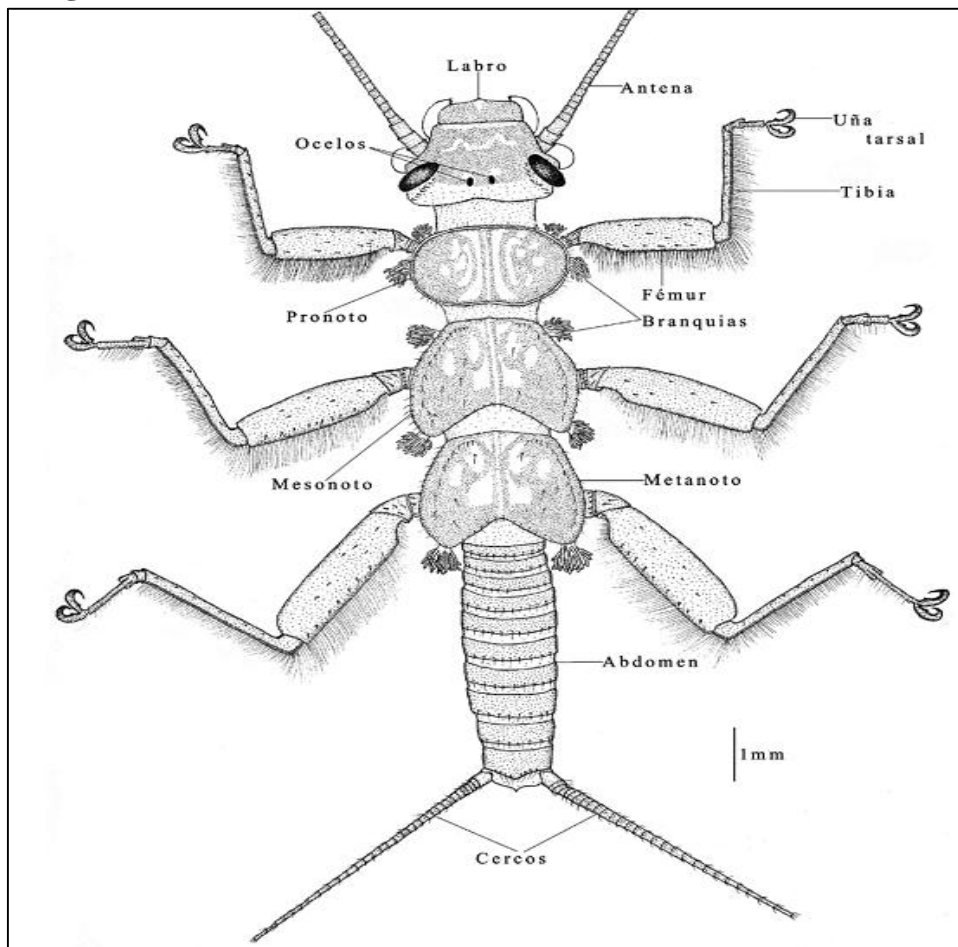
elementos nutritivos del agua y



sangre de otros animales.

### 4.5.3. Estructura de los macroinvertebrados

Imagen 4. Vista dorsal de un macroinvertebrado.



Fuente: Gutiérrez (2010)

#### **4.5.4. Macroinvertebrados bentónicos como indicadores de calidad de agua.**

Figueroa, et al (2007), menciona que es de conocimiento general que los organismos se han utilizado para el monitoreo biológico y determinación de calidad de agua, sin embargo no todos los organismos presentan las ventajas que los macroinvertebrados bentónicos presentan.

A continuación se presentan las ventajas que proporcionan éstos organismos en un monitoreo biológico:

- Permiten estudios comparativos por encontrarse en todos los ambientes acuáticos.
- Proporciona información acerca de los efectos y perturbaciones que sufre un cuerpo de agua, a través de un análisis espacial. Esto se debe principalmente a su naturaleza sedentaria.
- Presentan ventajas técnicas, ya que tanto el muestreo como análisis de datos, se lo puede hacer de manera simple y barata.
- Actualmente la taxonomía de los grupos está bien estudiada. Podemos encontrar fichas técnicas e ilustraciones con las que podemos identificar a un organismo.

Figueroa, et al (2007), nos indican que a principios del siglo ya se utilizaban los métodos biológicos en la determinación de calidad de agua de un río, pero no fue hasta la década de los 50, que este tipo de estudios tomaron mayor importancia.

Es por ello que para la presente investigación se ha considerado a los macroinvertebrados como el principal indicador de la calidad de agua del río

Pambay ya que existen varios estudios que permiten determinar el nivel de contaminación existente.

#### **4.6. Principales grupos taxonómicos de macroinvertebrados acuáticos.**

##### **4.6.1. Orden Ephemeroptera**

Barber, et al (2008), afirma que los efemerópteros (Ephemeroptera) son un orden de insectos pterigotos, conocidos vulgarmente como efímeras, efémeras, cachipollas o “mayflies” en idioma inglés. Es el orden de insectos alados más antiguos que existe en la actualidad. Se conocen 42 familias y más de 3.000 especies que habitan todas las regiones biogeográficas excepto la Antártida y algunas islas oceánicas remotas. La mayor diversidad de géneros pertenecientes a este orden se encuentra en la región Neotropical (zonas tropicales del continente americano).

##### **4.6.2. Orden Plecoptera.**

Gutiérrez (2010), en la Revista de Biología Tropical indica que el orden Plecoptera (“Plecós”=“Plegar”, “Pteros”=“Alas”), conocida también como moscas de piedra, son un grupo pequeño de insectos. (pág. 69)

##### **4.6.3. Orden Odonata**

En su investigación Ramírez (2010), menciona el nombre Odonata viene del griego “odon” que significa diente, refiriéndose a sus fuertes mandíbulas. Los odonatos comúnmente conocidos como libélulas en su etapa adulta presentan colores muy llamativos y debido a la facilidad de observarlos se les ha dado muchos nombres tales como: caballitos de diablo, gallegos, pilipachas entre otros. (pág. 97-136)

##### **4.6.4. Orden Hemiptera**

El investigador Domínguez (2009) nos indica que los hemípteros o también denominados Heterópteros se dividen en dos tipos: en Gerromorpha, son los que

viven en la superficie del agua, y en Neopomorpha, que son los que viven por debajo de la superficie del agua. (pág. 167-169)

#### **4.6.5. Orden Coleóptera**

Según Domínguez (2009) en la obra Macroinvertebrados Bentónicos sudamericanos indican que:

Los coleópteros son el grupo más numeroso que se conoce, ya que incluye más de 350.000 especies, distribuidas en 170 familias y 4 subórdenes. Se conoce que la mayoría de los Coleópteros son terrestres, pero existen 10.000 especies representantes que son acuáticas en alguno de sus estadios en desarrollo; se encuentran en todas las aguas continentales, excepción de lagos muy contaminados. (pág. 411-412)

#### **4.6.6. Orden Trichoptera**

Springer (2010), en su obra Revista de Biología Tropical menciona que los Tricópteros (en inglés llamados “caddisflies”), son insectos holometábolos, tiene semejanza con los Lepidópteros y en la etapa adulta son similares a pequeñas polillas. Sus alas están cubierta de pelos en lugar de escamas, por lo que de ahí deriva el nombre (trichos: pelos; ptera: alas). (pág. 151-152)

#### **4.6.7. Orden Lepidóptera**

Domínguez (2009), menciona que el orden Lepidóptera apareció hace millones de años, colonizando todo tipo de hábitat, aunque la mayoría de las especies son terrestres, también existen especies que son acuáticas y sus estadios larvales se desarrollan dentro del agua, e inclusive existen especies tales como (Acentria) que su estado adulto también es acuático. (pág. 309-310)

#### **4.6.8. Orden Díptera**

Domínguez (2009), indica que los representantes de éste orden son holometábolos, se los reconocen por sus colores poco vistosos y por poseer una par de alas membranosas. Dentro del orden de los dípteros existen 153.000 especies, con más 158 familias, de las cuales 126, con 29.700 especies en la Región Neotropical. (pág. 341-344)

#### **4.7. Índices bióticos.**

##### **4.7.1. Índice Biological Monitoring Working Party (BMWP)**

El índice Biological Monitoring Working Party (BMWP) se basa en la valoración de los diferentes grupos de invertebrados que se encuentran en una muestra. Para poder aplicar este índice se necesita haber identificado los macroinvertebrados hasta nivel de familia. Cada familia de macroinvertebrados posee un grado de sensibilidad que va del 1 al 10.

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. Por tanto este es un índice de sensibilidad.

Para obtener un valor BMWP/Col para cada sitio se suma el valor de cada grupo y se obtiene un total. (Roldán Pérez , 2008)

##### **4.7.2. Índice de Ephemeroptera, Plecóptera, Trichoptera (ETP)**

Según Carrera & Fierro (2005), el índice ETP se deriva de los grupos taxonómicos que utilizan para su determinación (Ephemeroptera, Plecóptera, Trichoptera), los cuales han sido estudiados en su grado de sensibilidad a contaminantes.

Según Carrera & Fierro (2005), este análisis se hace mediante el uso de tres grupos de macroinvertebrados que son indicadores de calidad del agua, ya que son más sensibles a intervenciones, especialmente contaminantes de tipo orgánico. Estos grupos son: Ephemeroptera (mosca de mayo), Plecóptera (mosca de piedra) y Trichoptera (friganos).

#### **4.8. Método de recolección de macroinvertebrados acuáticos**

##### **4.8.1. Método para ambientes de agua poco profundas**

Ramírez (2010), menciona que los ambientes de aguas poco profundas están compuestos por ríos, lagos y otros cuerpos de agua donde se pueden alcanzar el fondo con nuestras manos y por ende con redes relativamente pequeñas.

La Confederación Hidrográfica del Ebro, et al (2005), menciona que antes de iniciar el muestreo se debe identificar los tipos de sustratos existentes en el río, tales como: sustratos duros en zonas sumergidas del lecho fluvial (rocas, piedras), estructuras construidas por el hombre como pilares de puentes o paredes, superficies artificiales, arena, limos, plantas acuáticas, hojarasca, micrófitos, raíces sumergidas, pozas, troncos y ramas.

Para lo cual Carrera & Fierro (2005), nos indica que para la recolección de macroinvertebrados se pueden utilizar la técnica de la Red de Patada, que consiste en atrapar macroinvertebrados, removiendo el fondo del río, con las manos y/o botas colocando la red encara a la corriente, realizando un movimiento oscilatorio de izquierda a derecha con la red, con la finalidad de que los macroinvertebrados sean arrastrados y se amontone en el fondo de la red y de este modo poderlos atrapar.

También afirma que una vez colectada las muestras se las ubican en una bandeja blanca, ya que facilita la visibilidad de los organismos, y con ayuda de pinzas entomológicas se los coloca en frascos con alcohol etílico al 70%, para ser trasladados al laboratorio para su correcta separación, e identificación. (Ramírez, 2010, pág. 46).



#### **4.8.2. Métodos para ambientes de aguas profundas**

Para recolectar macroinvertebrados en agua profundas se utiliza dragas diseñadas para uso en sustratos suaves y finos. De tal manera que la draga se baje mediante un cable, desde el bote hacia el fondo del río, en un área determinada, por ello el monitoreo es cuantitativo. Finalmente una vez cogida la muestra es llevada individualmente al laboratorio para su respectivo análisis (Ramírez, 2010).

Es por ello que Ramírez en el 2010, considera que estos ambientes al ser profundos, no permiten un fácil acceso al fondo, como ejemplo tenemos río, lagos y embalses. Para poder monitorear en éstas áreas es necesario el uso de un bote, desde ahí se puede utilizar la draga para la colecta o muestreo.

#### **4.9. Plan de Manejo Ambiental**

En el análisis de la literatura se encontraron una variedad de aproximaciones y definiciones de plan de manejo. Presentándose a continuación:

El plan de manejo “se le reconoce como una herramienta de trabajo, la cual tienen que ser dinámica y flexible para poder responder eficientemente a los cambios naturales o artificiales en la situación” (Martins, Sabogal, Flores, & Ortíz, 2005, pág. 11).

Gabaldón, (citado por UICN & GTZ, 2007) considera que el Plan de Manejo es un instrumento dinámico, viable, práctico y realista, que, fundamentado en un proceso de planificación ecológica, plasma en un documento técnico y normativo las directrices generales de conservación, ordenación y usos del espacio natural para constituirse en el instrumento rector para la ordenación territorial, gestión y desarrollo de las áreas protegidas. (pág. 11)

Sin embargo el Tribunal Constitucional de la República del Ecuador (2014), en su Acuerdo Ministerial 006, publicado en el Registro Oficial N° 128, del 29 de abril de 2014, señala que, el Plan de Manejo Ambiental (PMA), “es un documento

que establece en detalle y en orden cronológico las acciones que se requieren para prevenir, mitigar, controlar, corregir y compensar los posibles impactos ambientales negativos, o acentuar los impactos positivos causados en el desarrollo de una acción propuesta. Por lo general, el plan de manejo ambiental consiste de varios programas, dependiendo de las características del proyecto, obra o actividad propuesto”.

**Aspecto Ambiental**, son “elementos de los proyectos, obras o actividades que pueden interactuar con el ambiente causándole un impacto positivo o negativo. Ejemplo: descarga, emisión, consumo o uso de un material determinado, etc” (Acuerdo Ministerial 006, 2014).

**Impacto Ambiental**, “es la alteración positiva o negativa del medio ambiente, provocada directa o indirectamente por un proyecto o actividad en un área determinada” (Acuerdo Ministerial 006, 2014).

#### **4.10. Marco legal**

La presente investigación ha considerado dentro del marco legal:

##### **4.10.1. Constitución de la República del Ecuador (2008)**

Esta investigación se encuentra bajo las normas de la Constitución vigente en el Ecuador, la cual fue aprobada en el 2008 mediante referéndum y es la norma suprema en la organización del Estado.

**Título II, derechos, capítulo segundo, derechos del Buen Vivir, sección primera, agua y alimentación.**

**Art. 12.-** 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.

## **Sección segunda, ambiente sano.**

**Art. 14.-** 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.

## **Capítulo sexto, derechos de libertad.**

**Art. 66.-** Se reconoce y garantizará a las personas:

27. El derecho a vivir en un ambiente sano, ecológicamente equilibrado, libre de contaminación y en armonía con la naturaleza.

## **Capítulo séptimo, derechos de la naturaleza.**

**Art. 71.-** La naturaleza o *Pacha Mama*, donde se reproduce y realiza la vida, tiene derecho a que se respete integralmente su existencia y el mantenimiento y regeneración de sus ciclos vitales, estructura, funciones y procesos evolutivos.

Toda persona, comunidad, pueblo o nacionalidad podrá exigir a la autoridad pública el cumplimiento de los derechos de la naturaleza. Para aplicar e interpretar estos derechos se observarán los principios establecidos en la Constitución, en lo que proceda.

El Estado incentivará a las personas naturales y jurídicas, y a los colectivos, para que protejan la naturaleza, y promoverá el respeto a todos los elementos que forman un ecosistema.

**Art. 72.-** La naturaleza tiene derecho a la restauración. Esta restauración será independiente de la obligación que tienen el Estado y las personas naturales o jurídicas de Indemnizar a los individuos y colectivos que dependan de los sistemas naturales afectados.

En los casos de impacto ambiental grave o permanente, incluidos los ocasionados por la explotación de los recursos naturales no renovables, el Estado establecerá los mecanismos más eficaces para alcanzar la restauración, y adoptará las medidas adecuadas para eliminar o mitigar las consecuencias ambientales nocivas.

**Título V, organización territorial del estado, capítulo cuarto, régimen de competencias.**

**Art. 264.-** Los gobiernos municipales tendrán las siguientes competencias exclusivas sin perjuicio de otras que determine la ley:

4. Prestar los servicios públicos de agua potable, alcantarillado, depuración de aguas residuales, manejo de desechos sólidos, actividades de saneamiento ambiental y aquellos que establezca la ley.

**Título VI, régimen de desarrollo, capítulo quinto, sectores estratégicos, servicios y empresas públicas.**

**Art. 318.-** El agua es patrimonio nacional estratégico de uso público, dominio inalienable e imprescriptible del Estado, y constituye un elemento vital para la naturaleza y para la existencia de los seres humanos. Se prohíbe toda forma de privatización del agua.

## **Título VII, régimen del buen vivir, capítulo segundo, biodiversidad y recursos naturales.**

**Art. 397.-** En caso de daños ambientales el Estado actuará de manera inmediata y subsidiaria para garantizar la salud y la restauración de los ecosistemas. Además de la sanción correspondiente, el Estado repetirá contra el operador de la actividad que produjera el daño las obligaciones que conlleve la reparación integral, en las condiciones y con los procedimientos que la ley establezca. La responsabilidad también recaerá sobre las servidoras o servidores responsables de realizar el control ambiental. Para garantizar el derecho individual y colectivo a vivir en un ambiente sano y ecológicamente equilibrado, el Estado se compromete a:

1. Permitir a cualquier persona natural o jurídica, colectividad o grupo humano, ejercer las acciones legales y acudir a los órganos judiciales y administrativos, sin perjuicio de su interés directo, para obtener de ellos la tutela efectiva en materia ambiental, incluyendo la posibilidad de solicitar medidas cautelares que permitan cesar la amenaza o el daño ambiental materia de litigio. La carga de la prueba sobre la inexistencia de daño potencial o real recaerá sobre el gestor de la actividad o el demandado.

2. Establecer mecanismos efectivos de prevención y control de la contaminación ambiental, de recuperación de espacios naturales degradados y de manejo sustentable de los recursos naturales.

### **Sección sexta, agua.**

**Art. 411.-** El Estado garantizará la conservación, recuperación y manejo integral de los recursos hídricos, cuencas hidrográficas y caudales ecológicos asociados al ciclo hidrológico. Se regulará toda actividad que pueda afectar la calidad y cantidad de agua, y el equilibrio de los ecosistemas, en especial en las fuentes y zonas de recarga de agua.

La sustentabilidad de los ecosistemas y el consumo humano serán prioritarios en el uso y aprovechamiento del agua.

### **Sección séptima, biosfera, ecología urbana y energías alternativas**

**Art. 413.-** El Estado promoverá la eficiencia energética, el desarrollo y uso de prácticas y tecnologías ambientalmente limpias y sanas, así como de energías renovables, diversificadas, de bajo impacto y que no pongan en riesgo la soberanía alimentaria.

#### **4.10.2. Texto Unificado de Legislación Ambiental Secundaria (TULAS).**

##### **Norma de calidad ambiental y de descarga de efluentes: recurso agua, Libro VI Anexo 1.**

La presente norma técnica ambiental es dictada bajo el amparo de la Ley de Gestión Ambiental y del Reglamento a la Ley de Gestión Ambiental para la Prevención y Control de la Contaminación Ambiental y se somete a las disposiciones de éstos, es de aplicación obligatoria y rige en todo el territorio nacional.

La presente norma técnica determina o establece: Los límites permisibles, disposiciones y prohibiciones para las descargas en cuerpos de aguas o sistemas de alcantarillado;

Los criterios de calidad de las aguas para sus distintos usos; y Métodos y procedimientos para determinar la presencia de contaminantes en el agua, considerados en la presente investigación son los siguientes:

##### **Criterios de calidad para aguas de consumo humano y uso doméstico.**

Se entiende por agua para consumo humano y uso de domestico aquella que se emplea en actividades:

- Bebida y preparación de alimentos para consumo.
- Satisfacción de necesidades domésticas, individuales o colectivas, tales como higiene personal y limpieza de elementos, materiales o utensilios.
- Fabricación o procesamiento de alimentos en general.

Esta Norma se aplica durante la captación de la misma y se refiere a las aguas para consumo humano y uso doméstico, que únicamente requieren de tratamiento convencional, deberán cumplir con los siguientes criterios (Ver Anexo 1).

**Criterios de calidad de aguas para la preservación de flora y fauna en aguas dulces frías o cálidas, y en aguas marinas y de estuarios.**

Se entiende por uso del agua para preservación de flora y fauna, su empleo en actividades destinadas a mantener la vida natural de los ecosistemas asociados, sin causar alteraciones en ellos, o para actividades que permitan la reproducción, supervivencia, crecimiento, extracción y aprovechamiento de especies bioacuáticas en cualquiera de sus formas, tal como en los casos de pesca y acuicultura.

Los criterios de calidad para la preservación de la flora y fauna en aguas dulces, frías o cálidas, aguas marinas y de estuario (Ver Anexo 2).

**Criterios de calidad para aguas con fines recreativos.**

Se entiende por uso del agua para fines recreativos, la utilización en la que existe:

- Contacto primario, como en la natación y el buceo, incluidos los baños medicinales y
- Contacto secundario como en los deportes náuticos y pesca.

Los criterios de calidad para aguas destinadas a fines recreativos mediante contacto primario se encuentran establecidos en la Tabla 9, del Anexo 1, del libro VI del TULAS (Ver Anexo 3).

### **Criterios generales para la descarga de efluentes**

Los criterios generales para la descarga de efluentes se encuentran regulados por normas generales para descarga de efluentes, tanto al sistema de alcantarillado, como a los cuerpos de agua detalladas a continuación y en base a la presente investigación:

- Las municipalidades de acuerdo a sus estándares de Calidad Ambiental deberán definir independientemente sus normas, mediante ordenanzas, considerando los criterios de calidad establecidos para el uso o los usos asignados a las aguas. En sujeción a lo establecido en el Reglamento para la Prevención y Control de la Contaminación.
- Las aguas residuales que no cumplan previamente a su descarga, con los parámetros establecidos de descarga en esta Norma, deberán ser tratadas mediante tratamiento convencional, sea cual fuere su origen: público o privado. Por lo tanto, los sistemas de tratamiento deben ser modulares para evitar la falta absoluta de tratamiento de las aguas residuales en caso de paralización de una de las unidades, por falla o mantenimiento.
- Se prohíbe la descarga de residuos líquidos sin tratar hacia el sistema de alcantarillado, o hacia un cuerpo de agua, provenientes del lavado y/o mantenimiento de vehículos aéreos y terrestres, así como el de aplicadores manuales y aéreos, recipientes, empaques y envases que contengan o hayan contenido agroquímicos u otras sustancias tóxicas.
- Cuando los regulados, aun cumpliendo con las normas de descarga, produzcan concentraciones en el cuerpo receptor o al sistema de alcantarillado, que excedan los criterios de calidad para el uso o los usos



asignados al agua, la Entidad Ambiental de Control podrá exigirles valores más restrictivos en la descarga, previo a los estudios técnicos realizados por la Entidad Ambiental de Control, justificando esta decisión.

#### **4.10.3. Acuerdo Ministerial 006**

Documento que establece en detalle y en orden cronológico las acciones que se requieren para prevenir, mitigar, controlar, corregir y compensar los posibles impactos ambientales negativos, o acentuar los impactos positivos causados en el desarrollo de una acción propuesta. Por lo general, el plan de manejo ambiental consiste de varios sub-planes, dependiendo de las características de la actividad o proyecto propuesto.

##### **a. Principales impactos ambientales**

Esta sección no se constituye en una Evaluación de Impactos Ambientales, sino una descripción e identificación de los impactos positivos y negativos generados durante una de las fases del proceso.

##### **b. Planes de manejo ambiental (PMA)**

Una vez realizada la identificación de impactos, el promotor describirá las acciones a tomar para reducir, controlar, mitigar los impactos negativos y potenciar aquellos impactos positivos a través del Plan de Manejo Ambiental (PMA).

El Plan de Manejo Ambiental (PMA) se organizara de la siguiente manera:

- Plan de Prevención y Mitigación de Impactos, PPM
- Plan de Manejo de Desechos, PMD
- Plan de Comunicación y Capacitación, PCC
- Plan de Relaciones Comunitarias, PRC
- Plan de Contingencia, PDC

- Plan de Seguridad y Salud ocupacional, PSS
- Plan de Monitoreo y Seguimiento, PMS
- Plan de Rehabilitación, PRA
- Plan de Cierre, Abandono y Entrega del Área, PCA

Cada Plan puede contener un número diferente de programas de acuerdo a la propuesta del proyecto.

#### **c. Cronograma Valorado del Plan de Manejo Ambiental (PMA)**

A través de un cronograma anual, se identificarán los plazos de duración de cada uno de los programas descritos en el Plan de Manejo Ambiental (PMA) y se asignará el valor económico de llevarlos a cabo. En el mismo se identificará en cifras y letras el valor anual del cronograma. Se deberá considerar utilizar el espacio necesario de acuerdo a las actividades propuestas.

#### **4.10.4. Codificación de ley de aguas**

##### **Codificación 2004- 016, Título I, disposiciones fundamentales.**

**Art. 2.-** Las aguas de ríos, lagunas, manantiales que nacen y mueren en una misma heredad, nevados, caídas naturales y otras fuentes, y las subterráneas, afloradas o no, son bienes nacionales de uso público, están fuera del comercio y su dominio es inalienable e imprescriptible; no son susceptibles de posesión accesión o cualquier otro modo de apropiación. No hay ni se reconoce derechos de dominio adquiridos sobre ellas y los preexistentes sólo se limitan a su uso en cuanto sea eficiente y de acuerdo con esta ley.

**Art. 4.-** Son también bienes nacionales de uso público, el lecho y subsuelo del mar interior y territorial, de los ríos, lagos o lagunas, quebradas, esteros y otros cursos o embalses permanentes de agua.

#### **4.10.5. Instituto Ecuatoriano de Normalización (INEN 2169) Agua, calidad del Agua, muestreo.**

### **4. Manejo y Conservación de muestras.**

#### **4.1. El uso de recipientes apropiados.**

**4.1.1.** Es muy importante escoger y preparar los recipientes.

**4.1.2.** El recipiente que va a contener la muestra, y la tapa, no deben:

- a.** Ser causa de contaminación (por ejemplo: recipientes de vidrio borosilicato o los de sodio-cal, pueden incrementar el contenido de silicio y sodio);
- b.** Absorber o adsorber los constituyentes a ser determinados (por ejemplo: los hidrocarburos pueden ser absorbidos en un recipiente de polietileno; trazas de los metales pueden ser adsorbidas sobre la superficie de los recipientes de vidrio, lo cual se previene acidificando las muestras);
- c.** Reaccionar con cierto constituyente de la muestra (por ejemplo: los fluoruros reaccionan con el vidrio).

**4.1.3.** El uso de recipientes opacos o de vidrio ámbar puede reducir las actividades fotosensitivas considerablemente.

**4.1.4.** Es preferible reservar un juego de recipientes para las determinaciones especiales de forma que se reduzcan al mínimo los riesgos de contaminación cruzada.

## **4.2. Preparación de recipientes**

### **4.2.1. Recipiente de muestras para análisis químicos**

**4.2.1.1.** Para el análisis de trazas de constituyentes químicos, de agua superficial o residual, es necesario lavar los recipientes nuevos con el fin de minimizar la contaminación de la muestra, el tipo e limpiador usado y el material de recipiente varían de acuerdo a los constituyentes a ser analizados.

**4.2.1.2.** El recipiente nuevo de vidrio, se debe lavar con agua y detergente para retirar el polvo y los residuos de material de empaque, seguido de un enjuague con agua destilada o desionizada.

### **4.2.3. Recipientes de muestras para análisis microbiológico.**

**4.2.3.1.** Deben ser aptos para resistir la temperatura de esterilización de 175°C durante 1 h y no deben producir o realizar cambios químicos a esta temperatura que inhiban la actividad biológica; inducir la mortalidad o incentivar el crecimiento.

**4.2.3.2.** Cuando se usa la esterilización a bajas temperaturas (por ejemplo: esterilización con vapor) se pueden usar recipientes de policarbonato y polipropileno resistente al calor. Las tapas y otros sistemas de cierre deben ser resistentes a la misma temperatura de esterilización.

## **4.3. Llenado del recipiente.**

**4.3.1.** En muestras que se van a utilizar para la determinación de parámetros físicos y químicos, llenar los frascos completamente y taponarlos de tal forma que no exista aire sobre la muestra. Esto limita la interacción de la fase gaseosa y la agitación durante el transporte (así se evitara la modificación del contenido de dióxido de carbono y la variación en el valor de pH, los bicarbonatos no se

conviertan a la forma de carbonatos precipitarles; el hierro tienda a oxidarse menos, limitando las variaciones de color, etc.).

**4.3.2.** En las muestras que se van a utilizar en el análisis microbiológico, los recipientes, no deben llenarse completamente de modo que se deje un espacio de aire después de colocar la tapa. Esto permitirá mezclar la muestra antes del análisis y evitar una contaminación accidental.

**4.3.3.** Los recipientes cuyas muestras se van a congelar como método de conservación, no se deben llenar completamente (4.4).

#### **4.4. Refrigeración y congelación de las muestras.**

**4.4.1.** Las muestras se deben guardar a temperaturas más bajas que la temperatura a la cual se recolectó. Los recipientes se deben llenar casi pero no completamente.

**4.4.2.** La refrigeración o congelación de las muestras es efectiva si la realiza inmediatamente luego de la recolección de la muestra. Se deben usar, cajas térmicas o refrigeradores de campo desde el lugar del muestreo.

**4.4.3.** El simple enfriamiento (en baño de hielo o en refrigerador a temperaturas entre 2°C y 5°C) y el almacenamiento en un lugar oscuro, en muchos casos, es suficiente para conservar la muestra durante su traslado al laboratorio y por un corto periodo de tiempo antes del análisis. El enfriamiento no se debe considerar como un método de almacenamiento para largo tiempo, especialmente en el caso de las aguas residuales domésticas y de las aguas residuales industriales.

#### **4.7 Identificación de las muestras**

**4.7.1.** Los recipientes que contienen las muestras deben estar marcados de una manera clara y permanente, que en el laboratorio permita la identificación sin error.

**4.7.2.** Anotar, en el momento del muestreo todos los detalles que ayuden a una correcta interpretación de los resultados (fecha y hora del muestreo, nombre de la persona que muestreó, naturaleza y cantidad de los preservantes adicionales, tipo de análisis a realizarse, etc.)

#### **4.8. Transporte de las muestras**

**4.8.1.** Los recipientes que contengan la muestra deben ser protegidos y sellados de manera que no se determine o se pierda cualquier parte de ellos durante el transporte.

**4.8.2.** El empaque debe proteger los recipientes de la posible contaminación externa y de la rotura, especialmente de la cercana al cuello y no deben ser causa de contaminación.

**4.8.3.** Durante la transportación, las muestras deben guardarse en ambiente fresco y protegidas de la luz, de ser posible cada muestra debe colocarse en un recipiente individual impermeable.

**4.8.4.** Si el tiempo de viaje excede al tiempo máximo de preservación recomendado antes del análisis, estas muestras deben reportar el tiempo transcurrido entre el muestreo y el análisis; y su resultado analítico debe ser interpretado por un especialista.

#### **4.9. Recepción de las muestras en el laboratorio**

**4.9.1.** Al arribo al laboratorio, las muestras deben, si su análisis no es posible inmediatamente, ser conservadas bajo condiciones que eviten cualquier contaminación externa y que prevengan cambios en su contenido.

**4.9.2.** Es recomendable para este propósito el uso de refrigerantes o de lugares fríos y oscuros.

**4.9.3.** En todos los casos y especialmente cuando se requiera establecer la cadena de custodia es necesario verificar el número recibido, contra el registro del número de recipientes enviados por cada muestra.

#### **4.6. Tipos de Muestras.**

**4.6.1.** Las muestras compuestas se pueden obtener de forma natural o automáticas, sin importar el tipo de muestreo. (Dependiendo del flujo, tiempo, volumen o localización). Se toman continuamente muestras que se reúnen para obtener muestreo compuesto.

**4.6.2.** Las muestras compuestas suministran el dato de composición promedio. Por lo tanto, antes de mezclar las muestras se deben verificar que ese es el dato requerido o que los parámetros de interés no varían significativamente durante el periodo de muestreo.

**4.6.3.** Las muestras compuestas son recomendables cuando la conformidad con un límite está basado en la calidad promedio del agua.

### **7. Identificación y registros**

**7.1.** El origen de las muestras, las condiciones bajo las cuales han sido recogidas deben ser anotadas y esta información ser adherida a la botella inmediatamente luego de ser llenada. Un análisis de agua es de valor limitado si no está acompañado por la identificación detallada de la muestra.

**7.2.** Los resultados de cualquier análisis realizado en el sitio, también se deben incluir en un informe anexo a la muestra. Las etiquetas y los formatos deben llenarse al momento de la recolección de la muestra.

**7.3.** Debe incluirse al menos los siguientes datos en el informe de muestreo.

- a. Localización (y nombre) del sitio del muestreo, con coordenadas (lagos y ríos) y cualquier información relevante de la localización;
- b. Detalles del punto de muestreo;
- c. Fecha de recolección;
- d. Método de recolección;
- e. Hora de la recolección;
- f. Nombre del recolector;
- g. Condiciones atmosféricas;
- h. Naturaleza del pretratamiento;
- i. Preservante o estabilizador adicionado;
- j. Datos recogidos en el campo.

#### **4.11. Marco conceptual**

**Abundancia:** Indica un elevado número de individuos presentes en un ecosistema o en un área determinada.

**Aclimatación:** Los ajustes fisiológicos y de comportamiento que sufren los organismos vivos para adaptarse de un suelo y clima determinados, a otros distinto.

**Acuático (Acuícola):** Nombre que reciben los animales, plantas u organismos que se crían en las aguas, tanto dulces como marinas.

**Aguas superficiales:** Toda aquella agua que fluye o almacena en la superficie de terreno.

**Aguas residuales:** Las aguas de composición variada proveniente de las descargas de usos municipales, industriales, comerciales, de servicios agrícolas, pecuarios, domésticos, incluyendo fraccionamientos y en general de cualquier otro uso, que hayan sufrido degradación en su calidad original.

**Carga contaminante:** Cantidad de contaminante aportada en una descarga de agua residual, expresada en unidad de masa por unidad de tiempo.



**Carga máxima permisible:** Es el límite de carga que puede ser aceptado en la descarga a un cuerpo receptor o a un sistema de alcantarillado.

**Cause:** Término que designa la dirección de una corriente de agua, restringido a los ríos y otros cuerpos de agua fluvial.

**Caudal:** Cantidad de agua que lleva el río en un punto y momento concreto de su recorrido por unidad de tiempo.

**Cuerpo receptor o cuerpo de agua:** Es todo río, lago laguna aguas subterráneas, cause, depósito de agua, corriente, zona marina, estuarios, que sea susceptible de recibir directa o indirectamente las descargas d agua residual.

**Depuración:** Es la remoción de sustancias contaminantes de las aguas residuales para disminuir su impacto ambiental.

**Descargar:** Acción de verter, infiltrar, depositar o inyectar aguas residuales a un cuerpo receptor o a un sistema de alcantarillado en forma continua, intermitente o fortuita.

**Especie:** Conjunto de individuos con características comunes transmisibles por herencia, inter fértiles pero aislados genéticamente por barreras generalmente sexuales de las restantes especies, con un género de vida común una distribución geográfica precisa.

**Familia:** Categoría taxonómica intermedia superior al género e inferior al orden.

**Género:** Categoría taxonómica intermedia entre la familia y la especie. El género es un grupo convencional, no susceptible de una definición tan precisa como la especie.

**Indicadores ecológicos:** Especies de plantas y animales que sirven para indicar las condiciones del medio ambiente.

**Índice:** Relación numérica entre dos grados o medidas de tipo biológico que sirven para definir las leyes de la ecología de acuerdo a valores comparativos.

**Índices ambientales:** Variables que señale la presencia o condiciones de un fenómeno que no puede medirse directamente.

**Índice ecológico:** Se refiere a ciertas especies que, debido a sus exigencias ambientales bien definidas y a su presencia en determinada área o lugar, pueden tomarse como indicios o señal de que en ellas existen las condiciones ecológicas por ellas requeridas.

**Larva:** Fase intermedia de desarrollo de los insectos, entre el momento que salen de huevos y su transformación en crisálida que se diferencian del estado adulto por su forma o modo de vivir. Pueden tener su hábitat en el suelo, en el agua, adheridos a vegetales o animales de forma parásita o no.

**Orden:** Categoría taxonómica intermedia entre la clase y la familia.

**Oxígenos disueltos:** Es el oxígeno libre que se encuentra en el agua, vital para las formas de vida acuática y para la prevención de olores.

**Taxonomía:** Ciencia que estudia la clasificación sistemática de los organismos vivos según sus semejanzas y diferencias, con el fin de ordenar el grupo que comparte cualidades que los agrupan en cada nivel o taxón.

## **E. MATERIALES Y MÉTODOS**

### **5.1. Materiales**

En la presente investigación se utilizaron los siguientes equipos, herramientas, reactivos, mapas y cartografía.

#### **5.1.1. Equipos**

- GPS Marca: Garmin Dakota 10 Cx
- Estereoscopio Marca MOTIC Serie SMZ – 168
- Cámara Fotográfica Marca Sony DSC-W830

#### **5.1.2. Herramientas**

- Redes
- Botas de caucho
- Envases de plástico de 500 ml
- Frascos plásticos pequeños
- Cooler
- Atomizador
- Lupa
- Termómetro mercurial.
- Tiras de pH
- Bandejas plásticas blancas
- Pinzas metálicas (punta fina)
- Cajas Petri
- Hoja de campo para análisis de datos
- Láminas para identificación de macroinvertebrados acuáticos recolectados.

### **5.1.3. Reactivos**

- Alcohol antiséptico al 70%
- Agua destilada

### **5.1.4. Instrumentos**

- Mapas: Shapes del IGM, 2008

## **5.2. Métodos**

### **5.2.1. Ubicación del área de estudio**

El área de estudio se encuentra ubicada en la Provincia y Cantón Pastaza, en la ciudad de Puyo. El sitio de estudio abarca el Río Pambay desde la Captación de agua denominado “La Palestina” pasando por la zona urbana de la ciudad de Puyo hasta la Unión con el Río Puyo, con una longitud aproximada de 6.7 km, donde se establecieron tres puntos de muestreo.

### **5.2.2. Ubicación Política**

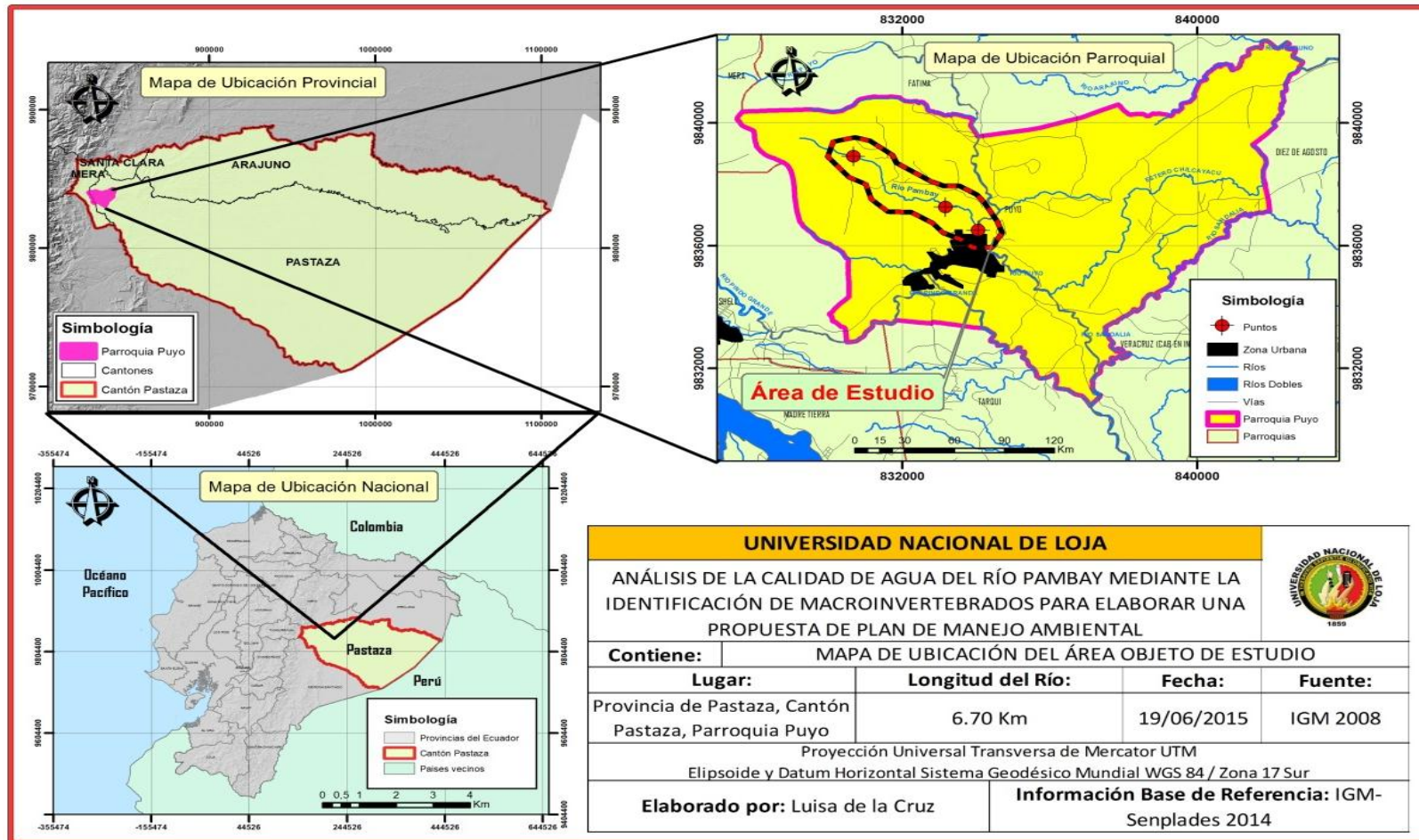
El Cantón Pastaza es una entidad territorial subnacional ecuatoriana, de la Provincia de Pastaza, con una superficie de 29.656 km<sup>2</sup>. Su cabecera cantonal es la ciudad de Puyo.

El cantón Pastaza limita con las siguientes provincias:

- Norte: Provincia de Napo y Orellana.
- Sur: Provincia de Morona Santiago.
- Este: Perú.
- Oeste: Provincia de Tungurahua y Morona Santiago.

A continuación en la Figura 1 se presenta el mapa político del cantón Pastaza.

**Figura 1.** Mapa Político del área de estudio en el Cantón Pastaza.



Elaborar por: La Autora

### 5.2.3. Ubicación Geográfica

Figura 2. Mapa Geográfico del área de estudio.



Elaborado por: La Autora

La investigación se encuentra localizada en el Cantón y Provincia Pastaza de la Ciudad de Puyo, en el Dique del Río Pambay desde la captación de agua la Palestina, pasando por la zona urbana de la Ciudad de Puyo hasta la unión con el Río Puyo, en una altura de entre 1.207 msnm a 944 msnm, en las siguientes coordenadas geográficas: X: 830682, Y: 9838912; X: 834065, Y: 9836508.

### **5.3. Aspectos biofísicos y climáticos**

#### **5.3.1. Aspectos biofísicos**

- a. Agua:** El Río Pambay forma parte de la micro cuenca del Río Puyo debido a que sus aguas desembocan en él. Nace cerca de la parte alta del Río Pindo Grande. El área de estudio del Río Pambay posee una longitud aproximadamente 6.7 km.
- b. Suelo:** Según estudios edafológicos predominan los suelos Hydrandepts y Paralithic Hydrandepts con característica suelo y profunda, pres húmedos y esponjosos con tacto jabonosos, color pardo amarillento, arcillosos café-rojizos sobre grauvacas, muy bien drenado, de baja fertilidad con fuerte susceptibilidad a la erosión especialmente en las partes con pendientes fuertes a muy fuertes y en zonas donde el pastoreo es intensivo. (Velásquez, 2008)
- c. Flora:** El área de estudio se encuentre entre 1.207 y 944 msnm. (Río Pambay), por lo cual según Holdridge (citado por Pulgar , Izco , & Jadán, 2010), el área de investigación corresponde al “Bosque Pluvial pre Montano (bppM)”, según Sierra (2005), corresponde al “Bosque siempreverde piemontano, por lo que esta formación vegetal se encuentra aproximadamente entre los 600 y 1.300 m.s.n.m.”, en el que predominan especies arbóreas, en especial del grupo de las palmas junto a Mimosaceae, Fabaceae, Burseraceae y Meliaceae. El dosel puede alcanzar 30 metros de altura. Los fustes de los árboles están cubiertos por orquídeas, bromelias,

helechos y aráceas. El estrato herbáceo es denso, en especial con especies de las familias Marantaceae y Araceae y por Polypodiopsida.

Cabe mencionar que lo descrito por Sierra (2005), se puede observar sobre el Punto 1 (Captación de Agua denominado La Palestina), y a partir del Punto 2 y 3 (Dique del Río Pambay), la vegetación del área es escasa siendo está dominada por especies herbáceas, arbustivas y muy pocas especies arbóreas, debido a que se está zonas se encuentra poblada.

- d. Fauna:** En lo referente a las especies faunísticas en el sector de Puyo habitan 191 especies de mamíferos (Tirira, 2008) que representan el 51,5% de las especies reportadas para el país; los datos de la entomofauna en el Ecuador que se han podido recolectar de la Amazonía, son escasos e incompletos.

### 5.3.2. Aspectos climáticos

- a. Precipitación:** La estación meteorológica de Puyo (INAMHI), registra una precipitación promedio entre los años 2002 y 2014 de 388 mm, los meses que más se presenta las lluvias son Abril, Mayo, Julio, Noviembre y Diciembre, sus promedios oscilan entre los 641,0 mm y 481,2 mm, produciéndose la mayor precipitación en este periodo revisado en el año 2013 con un valor de 425,8mm; los años menos lluviosos se representan entre los meses de Febrero, Agosto y Septiembre con un promedio que oscila entre los 200,7 mm y 155,85 mm, produciéndose la menor precipitación en los años 2010 y 2011, siendo el mes menos lluvioso el mes de agosto con un valor de 125,4 mm. (INAMHI, 2014)

Se expone el comportamiento de cantidad de precipitación que se registró en la estación meteorológica INAMHI de la ciudad de Puyo 2002-2014. (Ver Anexo 4).



- b. Humedad:** En la estación meteorológica Puyo, el valor que tenemos como humedad relativa está dada por la relación entre la masa del vapor de agua contenido en la unidad de volumen del aire y la del vapor de agua que sería necesario para saturar este volumen, a la misma temperatura, el valor resultante por lo general se lo expresa en porcentaje. La humedad relativa promedio anual es de 88,1%, valor relativamente alto, fue en el año 2002 con 89.4% disminuyendo ligeramente a 87.4% en el año 2011. (INAMHI, 2014). (Ver Anexo 4).
- c. Temperatura:** En la estación meteorológica Puyo (INAMHI), entre los años 2002 y 2014 la temperatura media anual posee un promedio de 21.4°C, en el año 2002 la temperatura mínima posee un valor de 20°C; en los años 2010 y 2011 se presentan valores de Temperaturas medias más altas de 21,8°C. (INAMHI, 2014). (Ver Anexo 4).
- d. Heliofania:** En la estación meteorológica Puyo, el valor que tenemos como heliofania está representada por la duración del brillo solar, el valor resultante por lo general se lo expresa en horas. La heliofania promedio anual es de 90,3, valor relativamente alto, fue en el año 2010 con 103,9 disminuyendo ligeramente a 78,9 en el año 2002. (INAMHI, 2014). (Ver Anexo 4).

#### **5.4. Tipo de investigación**

De acuerdo a las características y naturaleza del objeto de estudio, se considera pertinente asumir el diseño de investigación no experimental, puesto que el investigador no tiene la posibilidad de manipular las variables intervinientes en el proceso investigativo, debido a que el proceso se desarrollará en el sitio donde se producen los hechos y función del investigador, lo cual consiste en la descripción de las variables mediante el método descriptivo, método de campo y método bibliográfico.

- **Investigación descriptiva** mediante este tipo de investigación se utiliza el método de análisis, se lograra caracterizar un objeto de estudio, señalar sus características y propiedades. Combinados con ciertos criterios de clasificación para ordenar, agrupar los macroinvertebrados en el trabajo indagado.
- **Investigación documental** esta investigación se realiza apoyándose en fuentes de carácter documental.
- **Investigación de campo** esta investigación se apoya en información que provienen de muestreos y observación.

### **5.5. Definir los procedimientos y toma de muestras de macroinvertebrados en el Río Pambay.**

Para cumplir con el presente objetivo se realizó los siguientes procedimientos y consideraciones:

#### **5.5.1 Reconocimiento del área de estudio.**

Se hizo un primer recorrido con el propósito de conocer el área de estudio, las actividades que se desarrollan, e identificar las áreas de monitoreo en el Río Pambay. El recorrido fue de 6,7 km, durante todo un día, y se inició a unos 100 metros antes de la captación de Agua denominada La Palestina y concluyó en la Unión del Río Pambay con el Río Puyo.

#### **5.5.2. Identificación del punto de muestreo.**

Para la selección de los puntos de muestreo de macroinvertebrados y muestreo de aguas, se realizó un segundo recorrido en el Río Pambay, en el que se consideró los tipos de ecosistemas las actividades antrópicas, zonas de contaminación y accesibilidad al área, con la ayuda del sistema de

geoposicionamiento satelital (GPS) portátil marca GARMIN, se estableció tres puntos de muestreo (Ver Foto 2, 3, 4):

- **P1** para la Captación de Agua denominada “La Palestina”
- **P2** para el Dique del Río Pambay
- **P3** para la Unión del Río Pambay con el Río Puyo

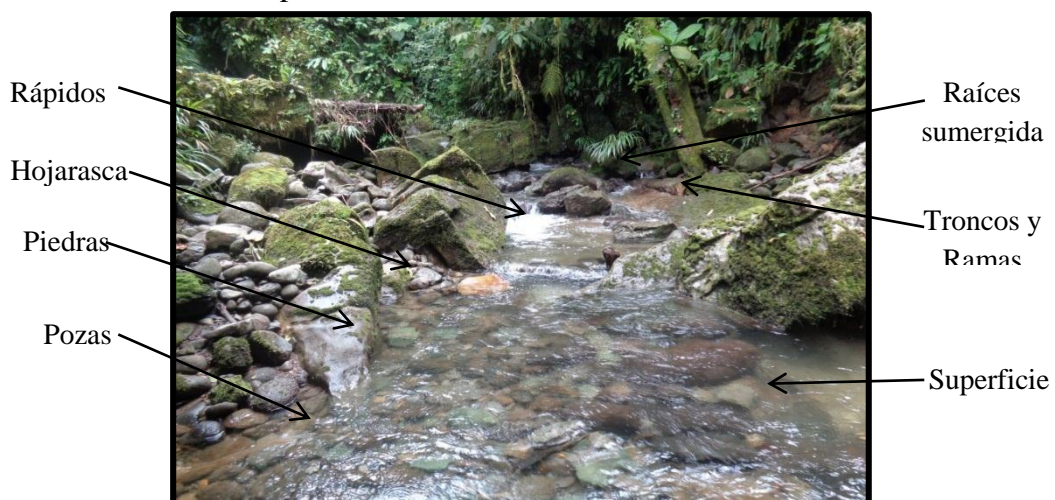
### 5.5.3. Muestreo de Macroinvertebrados.

El muestreo de los Macroinvertebrados se realizó en base a las técnicas planteadas por Ramírez (2010), Confederación Hidrográfica del Ebro et al 2005 y Carrera & Fierro (2005), tales como:

#### a. Selección de sustratos

La selección de sustratos se realizó en base a las características existentes en el área de estudio del Río Pambay y a lo establecido por la Confederación hidrográfica del Ebro (2005), siendo estas: rápidos, hojarasca, piedras, pozas, trocos y ramas, raíces sumergidas y superficie. (Foto 1).

z **Foto 1.** Tipos de sustratos de los macroinvertebrados.



Elaborado por: La Autora

## **b. Toma de muestras**

Para la toma de muestras se realizó las siguientes actividades conforme lo establecido por Ramírez (2010), Confederación Hidrográfica del Ebro et al 2005 y Carrera & Fierro (2005). (Ver Foto 5, 6,7).

- Antes de iniciar con el muestreo se capturó a las especies que viven en la superficie (rápidos, hojarasca, piedras, pozas, trocos y ramas, raíces sumergidas), con el fin de evitar que estos traten de huir.
- El muestreo fue cualitativo y se lo realizó removimiento el sustrato con ayuda de las manos y botas para que de este modo todos los organismos que emergen a la superficie sean arrastrados por la corriente y depositados en el fondo de la red, misma que se colocó encarada a la corriente.

## **c. Limpieza de la muestra en el campo**

Para la limpieza de las muestras de macroinvertebrados se procedió a realizar las siguientes actividades:


- Se colocó la red que contenían las muestras en una bandeja blanca con un poco de agua.
- Con la ayuda de las manos se retiró restos orgánicos e inorgánicos (hojas, ramas, piedras, entre otros).
- Con un poco de agua se retiró las muestras de la red para evitar que estas se destruyan, estas muestras fueron depositadas en la misma bandeja para realizar una identificación rápida misma que consistió en determinar el tamaño, orden y morfología.

- Se registró en la hoja de campo, la presencia de diferentes taxones que por su tamaño no presentan dificultad de identificación.

#### d. Conservación y etiquetado de la muestra

Para conservar las muestras, estas fueron separadas en envases plásticos con una cantidad de entre 1 a 5 individuos según el orden. Estos envases contenían alcohol etílico al 70% y cada uno de ellos fue debidamente etiquetado con el número de muestra, punto de muestreo, fecha y hora de recolección. (Imagen 5).

**Imagen 5.** Etiqueta de Identificación de muestras de Macroinvertebrados.

|   |  |   |              |
|---|--|---|--------------|
|  <b>UNIVERSIDAD NACIONAL DE LOJA</b> |  | <b>IDENTIFICACIÓN DE<br/>MACROINVERTEBRADOS</b> |              |
| <b>Número de muestra:</b>   |  | <b>Fecha:</b>                                   | <b>Hora:</b> |
| <b>Punto de muestreo:</b>   |  |   |              |
| <b>Conservantes:</b>  |  |   |              |
| <b>Operador:</b>  |  |   |              |
| <b>Observaciones:</b>   |  |   |              |

Elaborado por: La Autora

#### e. Identificación de macroinvertebrados

Para completar la identificación, las muestras de macroinvertebrados fueron llevadas al laboratorio en el cual se realizó el siguiente procedimiento (Ver Foto 8,9).

- Se colocó los macroinvertebrados en diferentes placas Petri.
- Se procedió a observar en el microscopio a cada uno de los macroinvertebrados recolectados.

- Se realizó una separación e identificación morfológica de cada uno de los macroinvertebrados con ayuda del microscopio y claves taxonómicas, lo que permitió separar por orden, familias y en algunos casos hasta llegar al género.
- Se procedió al recuento del número de individuos recolectados en el monitoreo representativo de los hábitats.

El resultado obtenido del recuento de los individuos constituyó un estimado de la abundancia relativa de los macroinvertebrados y su tolerancia a los contaminantes en cada uno de los puntos de muestreo.

## **5.6. Evaluar la calidad del agua mediante el análisis de macroinvertebrados en el Río Pambay.**

Para determinar la calidad del agua se utilizó los índices BMWP y ETP, mismos que se los realizó en base a los resultados obtenidos del análisis biológico ejecutado en el Río Pambay (muestreo de macroinvertebrados). Para garantizar la determinación del estado actual del agua del Río Pambay se realizó un análisis físicos, químicos y bacteriológicos del agua, que se detallan a continuación:

### **5.6.1. Análisis biológico**

#### **a. Índice Biological Monitoring Working Party (BMWP).**

La metodología del índice BMWP (Biological Monitoring Working Party) establecida por Roldán Pérez (2008) permitió valorar el estado ecológico de un cuerpo de agua que se encuentra afectado por los procesos de contaminación. Este índice permitió establecer un valor numérico que determina la calidad del agua basándose en la capacidad de los organismos (macroinvertebrados) de reflejar las condiciones ambientales del entorno en el que se encuentran.

Además se constituyó en un indicador de diversidad taxonómica por el número de individuos presentes en cada familia. Este índice establece que cada

familia posee una calificación que va del 1 al 10, el 10 indica aquellas familias que no aceptan contaminantes y el 1 aquellas que toleran gran cantidad de contaminantes. (Ver Anexo 5).

En dependencia del puntaje obtenido que va de entre cero a un máximo indeterminado, se clasificaron las aguas para determinar la calidad del agua en los diferentes puntos de muestreo del Río Pambay. (Tabla 3).

**Tabla 3.** Clasificación de la Calidad de Agua en Función al puntaje obtenido.

| CLASE | CALIDAD     | BMWP                | SIGNIFICADO                      | COLOR |
|-------|-------------|---------------------|----------------------------------|-------|
| I     | Buena       | $\geq 150, 101-120$ | Aguas muy limpias a limpias      |       |
| II    | Aceptable   | 61 – 100            | Aguas ligeramente contaminadas   |       |
| III   | Dudosa      | 36 – 60             | Aguas moderadamente contaminadas |       |
| IV    | Crítica     | 16 – 35             | Aguas muy contaminadas           |       |
| V     | Muy Crítica | $\leq 15$           | Aguas fuertemente contaminadas   |       |

Fuente: Roldán Pérez (2008)

### b. Índice de Ephemeroptera, Plecóptera, Trichoptera (ETP)

El índice ETP, se deriva de los grupos taxonómicos que utilizan para determinar el grado de sensibilidad como Ephemeroptera (mosca de mayo), Plecóptera (mosca de piedra), y Trichoptera (friganos), ante los contaminantes de tipo orgánico presentes en el agua. (Carrera & Fierro, 2005).

Una vez identificado los macroinvertebrados presentes en cada punto a nivel taxonómico por Familias, se estableció el número de individuos es decir la Abundancia y se los coloco frente a cada taxón según correspondió. Posterior a ello

se divide el número total obtenido de ETP Presentes, por el número de Abundancia total, mediante la siguiente formula:

$$\text{ETP Total} \div \text{Abundancia Total} = (\text{El resultado se multiplica por 100 y se obtiene el porcentaje}) \quad (\text{Ver Anexo 6}).$$
 El valor obtenido de la relación, es comparado con la tabla de calificación (Tabla 4).

**Tabla 4.** Clasificación de la calidad de agua.

| <b>CALIDAD DE AGUA</b> |           |
|------------------------|-----------|
| 75 - 100 %             | Muy Buena |
| 50 - 74 %              | Buena     |
| 25 - 49 %              | Regular   |
| 0 - 24 %               | Mala      |

Fuente: Carrera & Fierro, 2005

#### **5.6.2. Análisis Físico, Químico y Microbiológico.**

Para el análisis físico, químico y microbiológico de las muestras de agua se consideró los puntos de muestreo identificados para los macroinvertebrados como se mencionó anteriormente se pretende garantizar una adecuada identificación de la calidad de agua, para lo cual se realizó las siguientes actividades establecidas en la Normas Técnicas Ecuatorianas NTE INEN 2 169:98. (Ver Foto 10, 11, 12).

##### **a. Selección de recipientes.**

Para evitar la contaminación cruzada se utilizó frascos plásticos previamente esterilizados.

##### **b. Preparación de recipientes.**

Se procedió al lavado del recipiente con el agua superficial del Río Pambay en los distintos puntos de muestreo, con el fin de minimizar la contaminación de las muestras y garantizar los resultados.




**c. Llenado del recipiente.**

Para el llenado de los recipientes se consideró la muestra compuesta. Los frascos fueron llenados completamente de tal forma que no existió aire dentro de la muestra para evitar la interacción de la fase gaseosa y la agitación durante el transporte.

**d. Identificación de las muestras.**

Los frascos que contenían la muestra fueron marcados con una etiqueta adhesiva en la que constaba el número de muestra, punto de muestreo, fecha y hora de recolección. (Imagen 6)

**Imagen 6.** Etiqueta de identificación para análisis físico-químico de aguas.

|  |        |                               |  |
|--|--------|-------------------------------|--|
|  UNIVERSIDAD NACIONAL DE LOJA |        | MUESTRA DE AGUA PARA ANÁLISIS |  |
| Número de muestra:   | Fecha: | Hora:                         |  |
| Punto de muestreo:   |        |                               |  |
| Tratamiento:   |        |                               |  |
| Operador:  |        |                               |  |
| Observaciones:   |        |                               |  |

Elaborado por: La Autora

**e. Refrigeración y congelación de las muestras.**

Las muestras se colocaron en un refrigerante (Cooler) con el propósito de mantener a una temperatura de 4°C y conservar sus propiedades en el trayecto al laboratorio.

#### **f. Transporte de las muestras.**

Los recipientes que contenían la muestra fueron protegidos y sellados de manera que no se pierda o mezcle parte de ellos durante el transporte al laboratorio.

#### **g. Recepción de las muestras en el laboratorio.**

Las muestras fueron entregadas en el laboratorio de la Escuela Superior Politécnica (SAQMIC), para su análisis correspondiente.

Los parámetros físico, químico y microbiológicos del agua se establecieron en función de la Tabla 1 (Límites máximos permisibles para aguas de consumo humano y uso doméstico, que únicamente requieren tratamiento convencional), Tabla 3 (Criterios de Calidad admisibles para la preservación de la flora y fauna en aguas dulces, frías o cálidas, y en aguas marinas y de estuario) y Tabla 9 (Criterios de calidad para aguas destinadas para fines recreativos), del Libro VI del Anexo 1 del Texto Unificado de Legislación Ambiental Secundaria (TULAS), siendo estos detallados en la Tabla 5.

Los parámetros presentes en la Tabla 5 se encuentran normalizados por APHA, AWWA, WPCF 17 ed.

**Tabla 5.** Parámetros seleccionados para el análisis Físico, Químico y Microbiológico.

| <b>Análisis</b> | <b>Parámetros</b>         | <b>Puntos de Muestreo</b> | <b>Lugar de Análisis</b> | <b>Unidad</b> |
|-----------------|---------------------------|---------------------------|--------------------------|---------------|
| Físico          | Temperatura               | 1,2,3                     | In Situ                  | °C            |
|                 | Potencial de Hidrógeno    | 1,2,3                     | In Situ                  | pH            |
|                 | Conductividad             | 1,2,3                     | Laboratorio              | µS/cm         |
|                 | Sólidos Totales Disueltos | 1,2,3                     | Laboratorio              | mg/L          |

Continúa...

Continuación...

| Análisis       | Parámetros                    | Puntos de Muestreo | Lugar de Análisis | Unidad    |
|----------------|-------------------------------|--------------------|-------------------|-----------|
| Químico        | Oxígeno Disuelto              | 1,2,3              | Laboratorio       | mg/L      |
|                | Demanda Química de Oxígeno    | 1,2,3              | Laboratorio       | mg/L      |
|                | Demanda Bioquímica de Oxígeno | 1,2,3              | Laboratorio       | mg/L      |
|                | Amonios                       | 1,2,3              | Laboratorio       | mg/L      |
|                | Nitratos                      | 1,2,3              | Laboratorio       | mg/L      |
|                | Nitritos                      | 1,2,3              | Laboratorio       | mg/L      |
|                | Fosfatos                      | 1,2,3              | Laboratorio       | mg/L      |
| Microbiológico | Coliformes Fecales            | 1,2,3              | Laboratorio       | UFC/100ml |
|                | Coliformes Totales            | 1,2,3              | Laboratorio       | UFC/100ml |

Elaborado por: La Autora

### **5.7. Elaborar una propuesta de Plan de Manejo Ambiental para Recuperar y Controlar la Calidad de Agua en el Río Pambay.**

Tomando en cuenta los resultados obtenidos y la información recabada para la investigación en el Río Pambay, es necesario elaborar una Propuesta de Plan de Manejo Ambiental, con el objetivo de conservar, proteger, recuperar y restaurar la micro cuenca del Río Pambay. El Plan de Manejo Ambiental contará con el formato establecido en el Acuerdo Ministerial 006, publicado en el Registro Oficial N° 128 del 29 de abril de 2014, y se consideraran los siguientes:

- a. Introducción.
- b. Objetivos.
  - Objetivo General.
  - Objetivos Específicos.
- c. Alcance.

d. Propuesta de Planes de Manejo Ambiental

- Programa de Relaciones Comunitarias (PRC)
- Programa de Educación y Capacitación Ambiental
- Programa de Protección y Conservación (PPC)
- Programa de Monitoreo y Control (PMC)

e. Cronograma valorado del Plan de Manejo Ambiental (PMA)

- a. Introducción:** Contiene una descripción breve de las actividades del proyecto, los antecedentes que dan origen a la elaboración del PMA y la metodología aplicada para su elaboración.
- b. Objetivos:** Tienen como finalidad que el proyecto se ejecute y opere con la adecuada prevención y mitigación de los impactos ambientales y sociales adversos.
- c. Alcance:** Esta parte del Plan de Manejo Ambiental se limita las áreas de influencia directa e indirecta de la investigación, además se llevarán talleres a los moradores del sector para educar y motivar a que cuiden el medio ambiente.
- d. Propuesta de PMA:** Se determinan los programas y a su vez se detalla el proceso a ser aplicado para el Manejo de los impactos identificados y priorizados.

## F. RESULTADOS

### 6.1. Definir los procedimientos y toma de muestras de Macroinvertebrados en el Río Pambay.

#### 6.1.1. Identificación del punto de muestreo.

Los puntos muestreados en el Río Pambay son los siguientes:

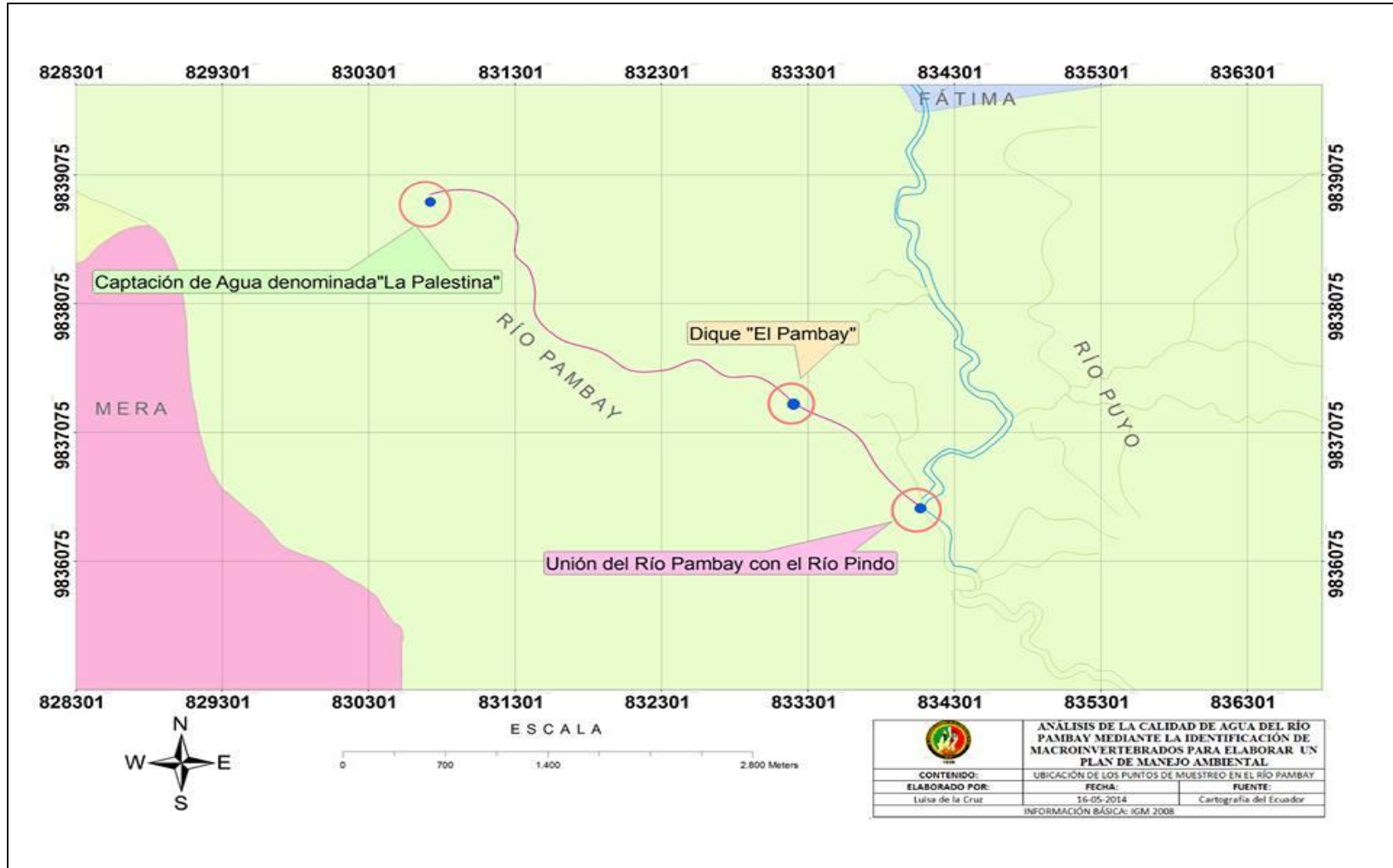
**Tabla 6.** Coordenadas Geográficas (Puntos de muestreo).

| <b>Puntos</b>                               | <b>X</b> | <b>Y</b> | <b>ALTITUD</b> |
|---|----------|----------|----------------|
| Captación de Agua denominada “La Palestina” | 830682   | 9838912  | 1207 msnm      |
| Dique del Río Pambay                        | 833174   | 9837258  | 960 msnm       |
| Unión del Río Pambay con el Río Puyo        | 834065   | 9836508  | 944 msnm       |

Elaborado por: La Autora

A continuación en la Figura 3 se presenta la Ubicación Geografía de los puntos de muestreo en el Río Pambay.

**Figura 3.** Mapa Geográfico de los puntos de muestreo en el Río Pambay.



Elaborado por: La Autora

A continuación se describió los resultados obtenidos en los siguientes puntos de muestreo (Captación de agua denominado La Palestina, Dique del Río Pambay, Unión del Río Pambay con el Río Puyo) de macroinvertebrados, realizado en los meses de Mayo, Junio y Julio de 2014:

### 6.1.2. Punto 1: Captación de Agua denominado “La Palestina”.

El primer punto de muestreo de Macroinvertebrados se encuentra ubicado en la Captación de Agua denominado “La Palestina”, en las coordenadas 830682 (X) y 9838912 (Y) a una altura de 1207 msnm; el lugar designado se encuentra aproximadamente a unos 100 metros aguas arriba de la captación, con vegetación exuberante, posee un bosque secundario.

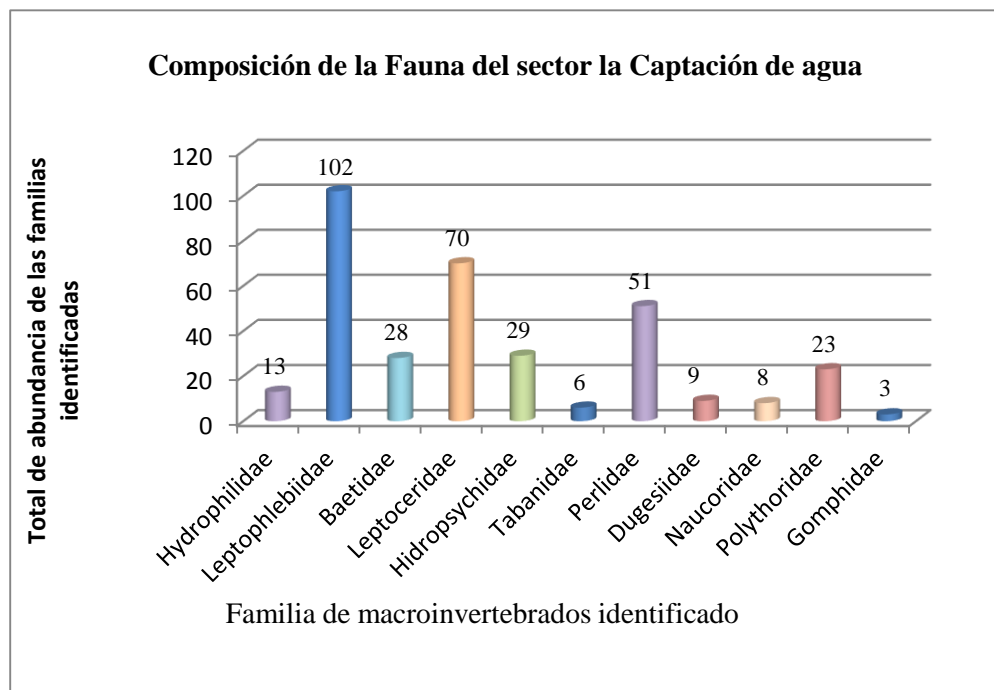
**Tabla 7.** Número de Individuos encontrados en la captación de agua denominado “La Palestina”.

| <b>Captación de Agua denominado "La Palestina"</b> |                 |              |                   |
|--|-----------------|--------------|-------------------|
| <b>Orden</b>                                       | <b>Familia</b>  | <b>Total</b> | <b>Porcentaje</b> |
| Coleoptera   | Hydrophilidae   | 13           | 3,80              |
| Ephemeroptera                                      | Leptophlebiidae | 102          | 29,82             |
|  | Baetidae        | 28           | 8,19              |
| Trichoptera  | Leptoceridae    | 70           | 20,47             |
|  | Hidropsychidae  | 29           | 8,48              |
| Diptera  | Tabanidae       | 6            | 1,75              |
| Plecoptera   | Perlidae        | 51           | 14,91             |
| Tricladida   | Dugesiidae      | 9            | 2,63              |
| Hemiptera  | Naucoridae      | 8            | 2,34              |
| Odonata  | Polythoridae    | 23           | 6,73              |
|  | Gomphidae       | 3            | 0,88              |
| <b>TOTAL</b>                                       |                 | <b>342</b>   | <b>100,00</b>     |

Elaborado por: La Autora

**Interpretación:** Según la Tabla 7, en este sector se colectó un total de 342 individuos, distribuidos en 11 familias y 8 órdenes, siendo Leptophlebiidae la familia más representativa con 102 individuos (29,82%).

**Gráfico 1.**



Elaborado por: La Autora

**Interpretación:** Según el Gráfico 1, en el sector La Palestina el mayor número de individuos pertenece a la familia Leptophlebiidae del orden Ephemeroptera con 102 individuos (29,82%); la familia Leptoceridae del orden Trichoptera fue la segunda más abundante con 70 individuos (20,47%); la tercera familia más abundante fue Perlidae del orden Plecoptera con 51 individuos (14,91%), las familias que representan una menor abundancia fueron Naucoridae con 8 individuos, Tabanidae con 6 individuos, Gomphidae con 3 individuos.

Las familias identificadas como mayoritarias al contar con un puntaje elevado en la valoración del índice BMWP, esto representan aguas ligeramente contaminadas.

El sitio al estar rodeado por un bosque secundario y la presencia de actividades como la ganadería, recibe cierto grado de contaminación a sus alrededores, sin embargo, existen áreas torrentosas que por su misma acción natural se oxigena produciendo una dilución de contaminantes y a la vez una auto recuperación del río.



### 6.1.3. Punto 2: Dique del Río Pambay.

El punto dos de monitoreo está ubicado en las coordenadas 833317 (X) y 9837225 (Y) a una altura de 960 msnm., a unos 100 metros aguas arriba del Dique del Río Pambay.

**Tabla 8.** Número de individuos encontrados en el Dique del Río Pambay.

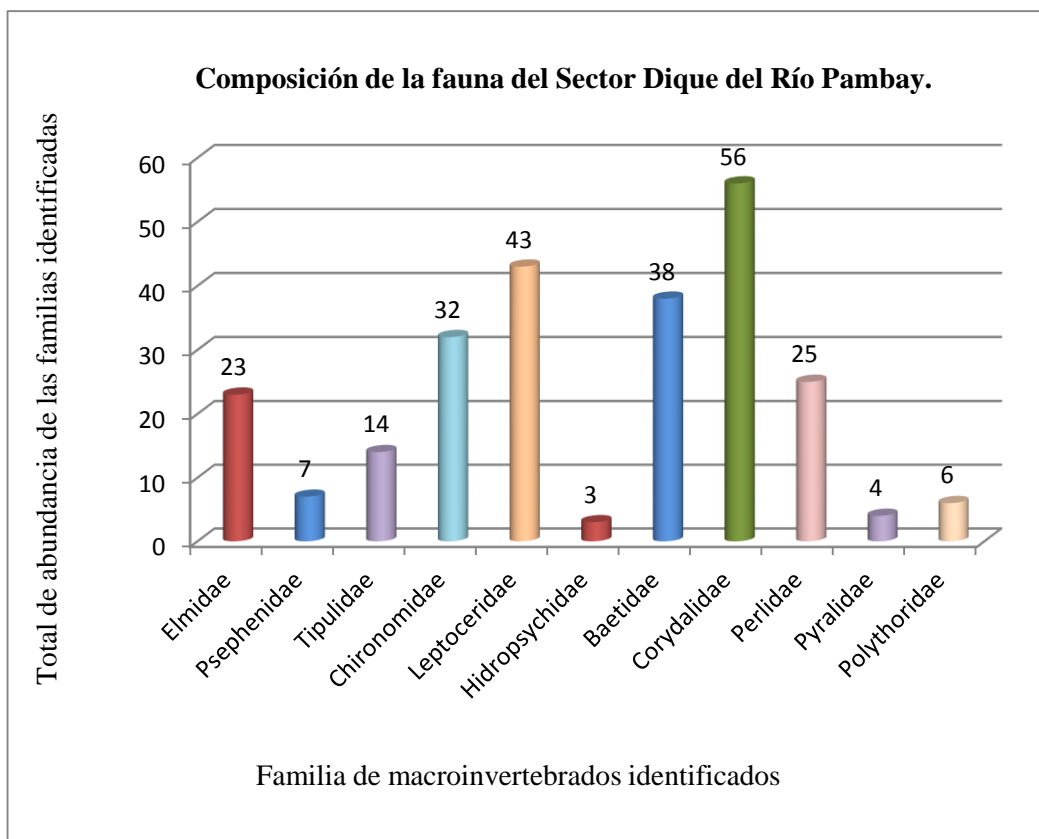
| <b>Dique del Río Pambay</b> |                |              |                   |
|-----------------------------|----------------|--------------|-------------------|
| <b>Orden</b>                | <b>Familia</b> | <b>Total</b> | <b>Porcentaje</b> |
| Coleoptera                  | Elmidae        | 23           | 9,16              |
|                             | Psephenidae    | 7            | 2,79              |
| Diptera                     | Tipulidae      | 14           | 5,58              |
|                             | Chironomidae   | 32           | 12,75             |
| Trichoptera                 | Leptoceridae   | 43           | 17,13             |
|                             | Hidropsychidae | 3            | 1,20              |
| Ephemeroptera               | Baetidae       | 38           | 15,14             |
| Megaloptera                 | Corydalidae    | 56           | 22,31             |
| Plecoptera                  | Perlidae       | 25           | 9,96              |
| Lepidoptera                 | Pyralidae      | 4            | 1,59              |
| Odonata                     | Polythoridae   | 6            | 2,39              |
| <b>TOTAL</b>                |                | <b>251</b>   | <b>100,00</b>     |

Elaborado por: La Autora

**Interpretación:** De acuerdo a la Tabla 8, en el Dique del Río Pambay, se colectaron un total de 251 individuos, distribuidos en 11 familias y 8 órdenes, siendo Corydalidae la familia más representativa con 56 individuos (22,31%) y la familia menos representativa Hidropsychidae con 3 individuos (1,20%).

En este sector las familias identificadas como mayoritarias nos indican que de acuerdo a la calidad de agua este punto de monitoreo presenta aguas moderadamente contaminadas.

**Gráfico 2.**



Elaborado por: La Autora

**Interpretación:** En el sector del Dique del Río Pambay en el Gráfico 2, vemos que el mayor número de individuos corresponde a la familia Corydalidae del orden Megaloptera con 56 individuos (22,31%); la familia Leptoceridae del orden Trichoptera fue la segunda más abundante con 43 individuos (17,13%); la tercera familia más abundante fue Baetidae del orden Ephemeroptera con 38 individuos (15,14%). Las familias que presentaron una menor abundancia fueron: Psephenidae con 7 individuos, Polythoridae con 6 individuos y Pyralidae con 4 individuos, Hidropsychidae con 3 individuos.

#### **6.1.4. Punto 3: Unión del Río Pambay con el Río Puyo.**

El punto de monitoreo se encuentra ubicado en las siguientes coordenadas 834065 (X) y 9836508 (Y) a una altura de 944 msnm., a once metros aguas arriba de la unión entre el Río Pambay con el Río Puyo. Aguas arriba del punto de muestreo se encuentran asentamientos humanos y actividades industriales.

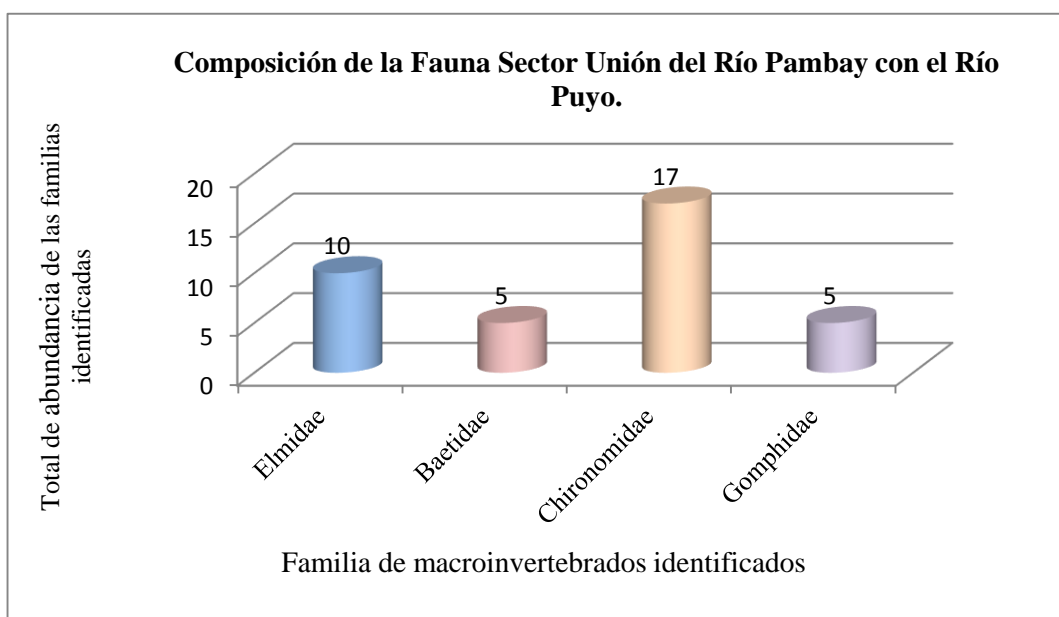
**Tabla 9.** Número de individuos encontrados en la Unión del Río Pambay con el Río Puyo.

| <b>Unión del Río Pambay con el Río Puyo</b> |                |              |                   |
|---|----------------|--------------|-------------------|
| <b>Orden</b>                                | <b>Familia</b> | <b>Total</b> | <b>Porcentaje</b> |
| Coleoptera                                  | Elmidae        | 10           | 27,03             |
| Ephemeroptera                               | Baetidae       | 5            | 13,51             |
| Diptera                                     | Chironomidae   | 17           | 45,95             |
| Odonata                                     | Gomphidae      | 5            | 13,51             |
| <b>TOTAL</b>                                |                | <b>37</b>    | <b>100,00</b>     |

Elaborado por: La Autora

**Interpretación:** Según el Gráfico 9, en el sector Unión del Río Pambay con el Río Puyo se colectaron un total de 37 individuos, distribuidos en 4 familias y 4 órdenes. Las familias representaron una menor abundancia debido a que el río fue dragado y se vieron afectadas las especies acuáticas.

**Gráfico 3.**



Elaborado por: La Autora

**Interpretación:** En el sector de la Unión del Río Pambay con el Río Puyo, en el Gráfico 3 vemos que el mayor número de individuos tiene la familia Chironomidae del orden Diptera con 17 individuos (45,95%); la familia Elmidae del orden Coleoptera fue la segunda más abundante con 10 individuos (27,03%). Las familias que representaron una menor abundancia fueron Gomphidae y Baetidae con 5 individuos cada una.

## 6.2. Evaluar la calidad del agua mediante el análisis de macroinvertebrados en el Río Pambay.

Para evaluar la calidad de agua del Río Pambay se utilizó el índice de BMWP y el índice de ETP, establecidos por Roldán Pérez (2008), Confederación Hidrográfica del Ebro et al 2005 y Carrera & Fierro (2005), mismos que me permitieron valorar el estado ecológico del cuerpo de agua en base a los datos obtenidos en los tres puntos de muestreo:

- Captación de agua denominada La Palestina;
- Dique del Río Pambay;
- Unión entre el Río Pambay con el Río Puyo.

### 6.2.1. Índice BMWP (Biological Monitoring Working Party)

A continuación se presenta los resultados obtenidos en los tres puntos de muestreo (Captación de agua denominado La Palestina, Dique del Río Pambay y Unión del Río Pambay con el Río Puyo) son los siguientes:

**Tabla 10.** Resultado de los tres puntos de muestreo del Índice BMWP.

| Orden             | Familia         | Puntaje BMWP |            |            | Calidad de Agua                        |
|-------------------|-----------------|--------------|------------|------------|--|
|                   |                 | Muestreo 1   | Muestreo 2 | Muestreo 3 |  |
| Coleoptera        | Hydrophilidae   | 4            | 4          | 4          | <b>Aguas ligeramente contaminadas.</b> |
| Ephemeroptera     | Leptophlebiidae | 9            | 9          | 9          |  |
|                   | Baetidae        | 8            | 8          | 8          |  |
| Trichoptera       | Leptoceridae    | 8            | 8          | 8          |  |
|                   | Hidropsychidae  | 8            | 8          |            |  |
| Diptera           | Tabanidae       | 5            | 5          | 5          |  |
| Plecoptera        | Perlidae        | 10           | 10         | 10         |  |
| Tricladida        | Dugesidae       | 6            | 6          | 6          |  |
| Hemiptera         | Naucoridae      | 7            | 7          | 7          |  |
| Odonata           | Polythoridae    | 10           | 10         | 10         |  |
|                   | Gomphidae       | 9            | 9          |            |  |
| <b>Total BMWP</b> |                 | <b>84</b>    | <b>84</b>  | <b>67</b>  |  |
| <b>MEDIA</b>      |                 | <b>78</b>    |            |            |  |

Continuación...

| Orden             | Familia        | Puntaje BMWP |            |            | Calidad de Agua                          |
|-------------------|----------------|--------------|------------|------------|--|
|                   |                | Muestreo 1   | Muestreo 2 | Muestreo 3 |  |
| Coleoptera        | Elmidae        | 7            | 7          | 7          | <b>Aguas moderadamente contaminadas.</b> |
|                   | Psephenidae    | 10           | 10         | 10         |  |
| Diptera           | Tipulidae      | 4            |            | 4          |  |
|                   | Chironomidae   | 2            | 2          | 2          |  |
| Trichoptera       | Leptoceridae   | 8            |            |            |  |
|                   | Hidropsychidae |              | 8          |            |  |
| Ephemeroptera     | Baetidae       | 8            | 8          | 8          |  |
| Megaloptera       | Corydalidae    | 6            | 6          | 6          |  |
| Plecoptera        | Perlidae       | 10           |            | 10         |  |
| Lepidoptera       | Pyralidae      |              | 9          | 9          |  |
| Odonata           | Polythoridae   | 10           |            | 10         |  |
| <b>Total BMWP</b> |                | <b>65</b>    | <b>50</b>  | <b>66</b>  |  |
| <b>MEDIA</b>      |                | <b>60</b>    |            |            |  |
| Coleoptera        | Elmidae        | 7            |            | 7          | <b>Aguas fuertemente contaminadas.</b>   |
| Ephemeroptera     | Baetidae       | 8            | 8          |            |  |
| Diptera           | Chironomidae   |              | 2          | 2          |  |
| Odonata           | Coenagrionidae |              | 9          |            |  |
| <b>Total BMWP</b> |                | <b>15</b>    | <b>19</b>  | <b>9</b>   |  |
| <b>MEDIA</b>      |                | <b>14</b>    |            |            |  |

Fuente: Roldán Pérez (2008)

Elaborar por: La Autora

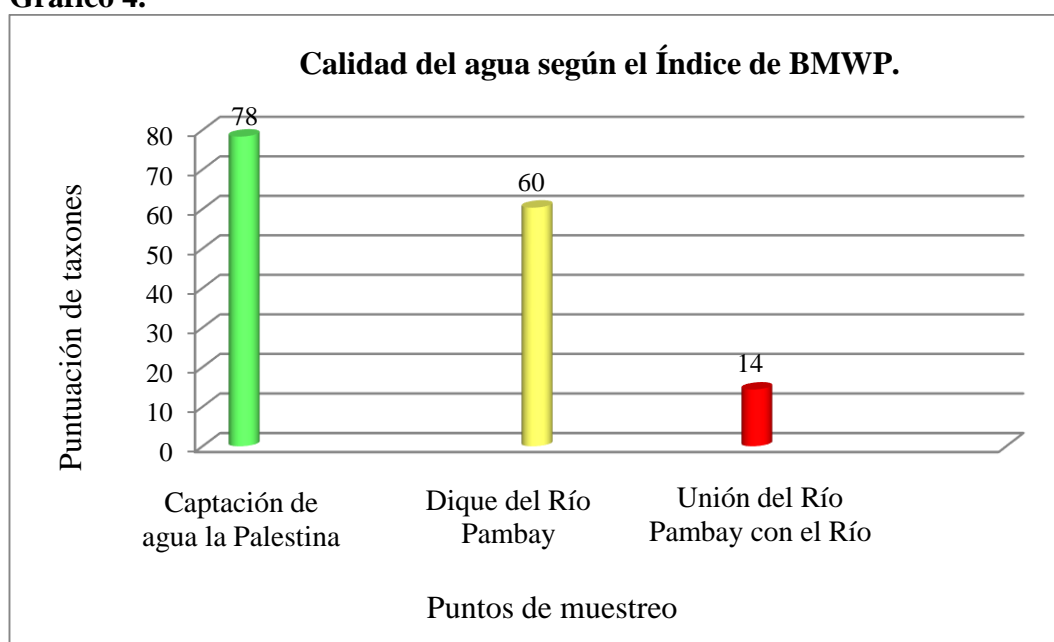
**Interpretación:** Según la Tabla 10, en el sector de la Captación de agua denominada La Palestina se registró en los tres muestreos un valor máximo de 84 en la puntuación de taxones y un valor mínimo de 67, dando como resultado un valor promedio en la puntuación de taxones de 78, esto nos indica que de acuerdo a la tabla de calidad de agua, que el sector Captación de agua denominado La Palestina presentan aguas ligeramente contaminadas (Ver Tabla 3), extraído de (Roldán Pérez , 2008).

En el sector del Dique del Río Pambay en los tres muestreos se registró un valor máximo de 66, un valor mínimo de 50, y por tanto un valor medio en la puntuación de taxones de 60, esto nos indica que de acuerdo a la tabla de calidad de agua, extraído de (Roldán Pérez , 2008), el sector Dique del Río Pambay presenta aguas moderadamente contaminadas.

En el sector de la Unión del Río Pambay con el Río Puyo se registró en los tres muestreos un valor máximo de 19 y un valor mínimo de 9, dando un valor medio en la puntuación de taxones de 14, esto nos indica de acuerdo a la tabla de calidad de agua, extraído de (Roldán Pérez , 2008), que el sector Unión del Río Pambay presenta aguas fuertemente contaminadas.

A continuación se presenta la calidad del agua a lo largo de los tres puntos de muestreo.

**Gráfico 4.**



Elaborado por: La Autora

**Interpretación:** El comportamiento de la calidad del agua en los tres puntos de muestreo según el índice BMWP, se establece que en la Captación de agua denominada “La Palestina” sus aguas son ligeramente contaminadas con 78, en el Dique del Río Pambay se encontraron aguas moderadamente contaminadas con 60, y en el sector la Unión del Río Pambay con el Río Puyo sus aguas son fuertemente contaminadas con 14, este resultado tiene relación, con las viviendas que están ubicadas en el margen del río, las cuales descargan sus efluentes domésticos y arrojan basura directamente al Río Pambay.

### 6.2.2. Índice Ephemeroptera, Plecóptera, Trichoptera (EPT)

Para aplicar el índice ETP se consideró lo planteado por Carrera & Fierro (2005), que establecen el uso de tres grupos de macroinvertebrados que son indicadores de calidad de agua ya que son más sensibles a los contaminantes (Ephemeroptera, Plecóptera, Trichoptera).

El índice ETP consistió en identificar la cantidad de individuos (abundancia) identificados en cada área de estudio en función de las familias y de los tres indicadores de calidad de agua (Ephemeroptera, Plecóptera, Trichoptera) (Ver Anexo 7).

**Tabla 11.** Resultado de los tres puntos de muestreo del Índice ETP.

| SITIO                                       | % TOTAL ETP | CALIDAD DEL AGUA |
|---|-------------|------------------|
| Captación de Agua denominado "La Palestina" | 82          | Muy Buena        |
| Dique del Río Pambay                        | 43          | Regular          |
| Unión del Río Pambay con el Río Puyo        | 14          | Mala             |

Elaborar por: La Autora

**Interpretación:** Según la Tabla 11 determina que en el sector de la Captación de agua denominado "La Palestina" se registró un porcentaje del índice de ETP del 82%, valor que señala que el agua es de muy buena calidad, seguido del Dique del Río Pambay con el 43% que señala que el agua del sector es de calidad regular, y en la Unión del Río Pambay con el Río Puyo se registró un índice de ETP del 14%, valor que indica que el agua es de mala calidad.

### 6.2.3. Características físico químicos y microbiológicos de las áreas de estudio.

El resultado del análisis físico químico y microbiológico obtenido en el laboratorio se encuentra representado en la siguiente tabla, (Ver Anexo 8, 9, 10, 11, 12, 13).

**Tabla 12.** Resultado del análisis Físico, Químico y Microbiológico del agua del Río Pambay.

| Determinaciones                | Unidad    | RESULTADOS |         |         | Límites máximos Permisibles | NORMAS |
|--------------------------------|-----------|------------|---------|---------|-----------------------------|--------|
|                                |           | Punto 1    | Punto 2 | Punto 3 |                             |        |
| <b>Análisis Físico Químico</b> |           |            |         |         |                             |        |
| Temperatura                    | °C        | 19,00      | 22,00   | 23,00   | Condiciones naturales +3    | TULAS  |
| Potencial de Hidrógeno         | pH        | 7,00       | 6,00    | 8,00    | 6,50 – 9,00                 | TULAS  |
| Conductividad                  | µS/cm     | 38,70      | 32,10   | 36,40   | 400,00                      | OMS    |
| Sólidos Totales Disueltos      | mg/L      | 19,30      | 18,30   | 19,10   | 1000,00                     | TULAS  |
| Oxígeno Disuelto               | mg/L      | 6,80       | 6,80    | 6,70    | No menor a 6mg/l            | TULAS  |
| Demanda Química de Oxígeno     | mg/L      | 38,10      | 38,00   | 54,00   | 250,00                      | TULAS  |
| Demanda Bioquímica de Oxígeno  | mg/L      | 9,00       | 24,00   | 41,00   | 100,00                      | TULAS  |
| Amonios                        | mg/L      | 0,02       | 0,02    | 0,10    | 0,05                        | TULAS  |
| Nitratos                       | mg/L      | 0,01       | 0,01    | 0,01    | 10,00                       | TULAS  |
| Nitritos                       | mg/L      | 0,007      | 0,007   | 0,007   | 1,00                        | TULAS  |
| <b>Análisis Microbiológico</b> |           |            |         |         |                             |        |
| Coliformes Fecales             | UFC/100ml | 520,00     | 250,00  | 740,00  | 600,00                      | INEN   |
| Coliformes Totales             | UFC/100ml | 690,00     | 3000,00 | 890,00  | 3000,00                     | INEN   |

Elaborado por: La Autora

**Interpretación:** Los parámetros analizado en los tres puntos: (Captación de agua denominado “La Palestina”, Dique del Río Pambay, Unión del Río Pambay con el Río Puyo) del Río Pambay, se encuentran dentro de los límites permisibles, evidenciándose una variación entre la parte alta, media y baja de la micro cuenca.

Dando como resultado que el sector de la Unión del Río Pambay con el Río Puyo los parámetros físicos, químicos y biológicos son elevados a comparación con los otros puntos de muestreo (Captación de agua denominada La Palestina y el Dique del Río Pambay), siendo estos; Temperatura de 23°C, pH = 8, DQO de 54,00 mg/L, DBO de 41,00 mg/L, Coliformes Totales de 890,00 UFC/100ml y Coliformes Fecales de 740,00 UFC/100ml, en comparación con los otros sectores estos no indica que el sector se encuentra muy afectado (Tabla 12).



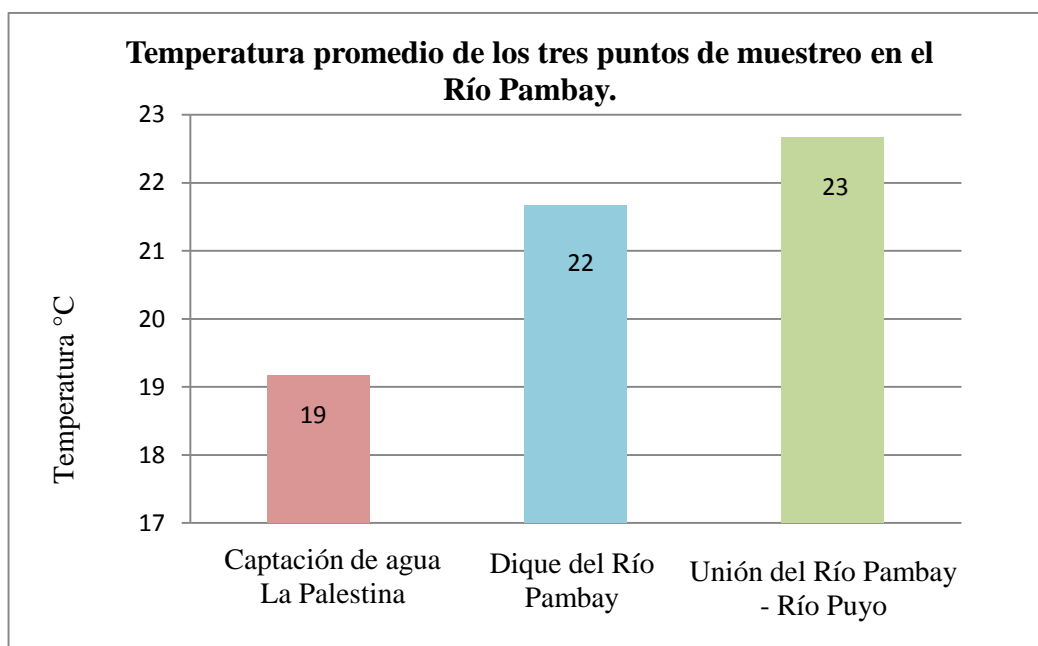
A continuación se realizará una presentación gráfica de cada uno de los parámetros nombrados:

**Tabla 13.** Temperatura promedio de los tres puntos de muestreo en el Río Pambay.

| Temperatura (°C)                     |      |
|--------------------------------------|------|
| Captación de agua La Palestina       | 19°C |
| Dique del Río Pambay                 | 22°C |
| Unión del Río Pambay con el Río Puyo | 23°C |

Elaborado por: La Autora.

**Gráfico 5.**



Elaborado por: La Autora

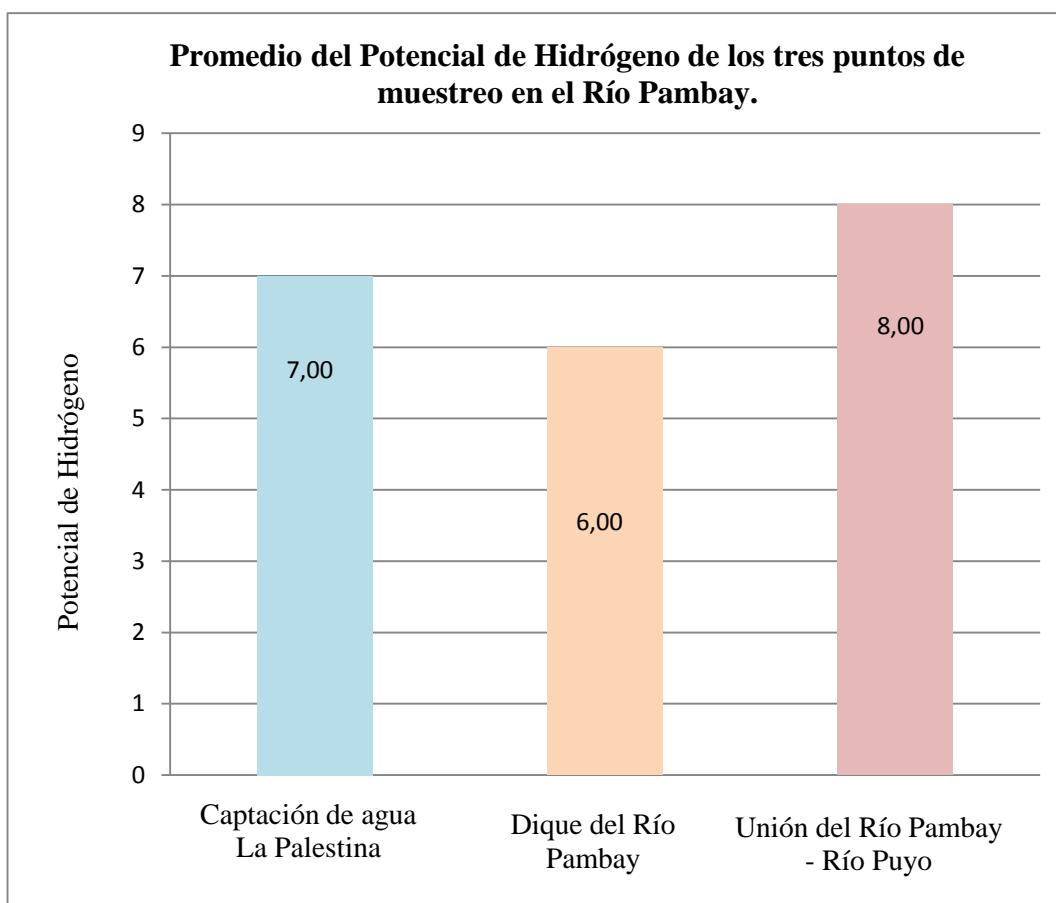
**Interpretación:** Como se observa en el Gráfico 5, Temperatura medido in situ, en la captación de Agua denominada La Palestina con 19 °C, es el sector con menor temperatura, seguido del Dique del Río Pambay con 22°C y el sector Unión del Río Pambay con el Río Puyo con 23°C mismos que se encuentran bajo los límites máximos permisibles y cuentan con las condiciones necesarias para que los macroinvertebrados puedan desarrollarse.

**Tabla 14.** Promedio del Potencial de Hidrógeno de los tres puntos de muestreo en el Río Pambay.

| Potencial de Hidrógeno               |      |
|--------------------------------------|------|
| Captación de agua La Palestina       | 7,00 |
| Dique del Río Pambay                 | 6,00 |
| Unión del Río Pambay con el Río Puyo | 8,00 |

Elaborado por: La Autora

**Gráfico 6.**



Elaborado por: La Autora

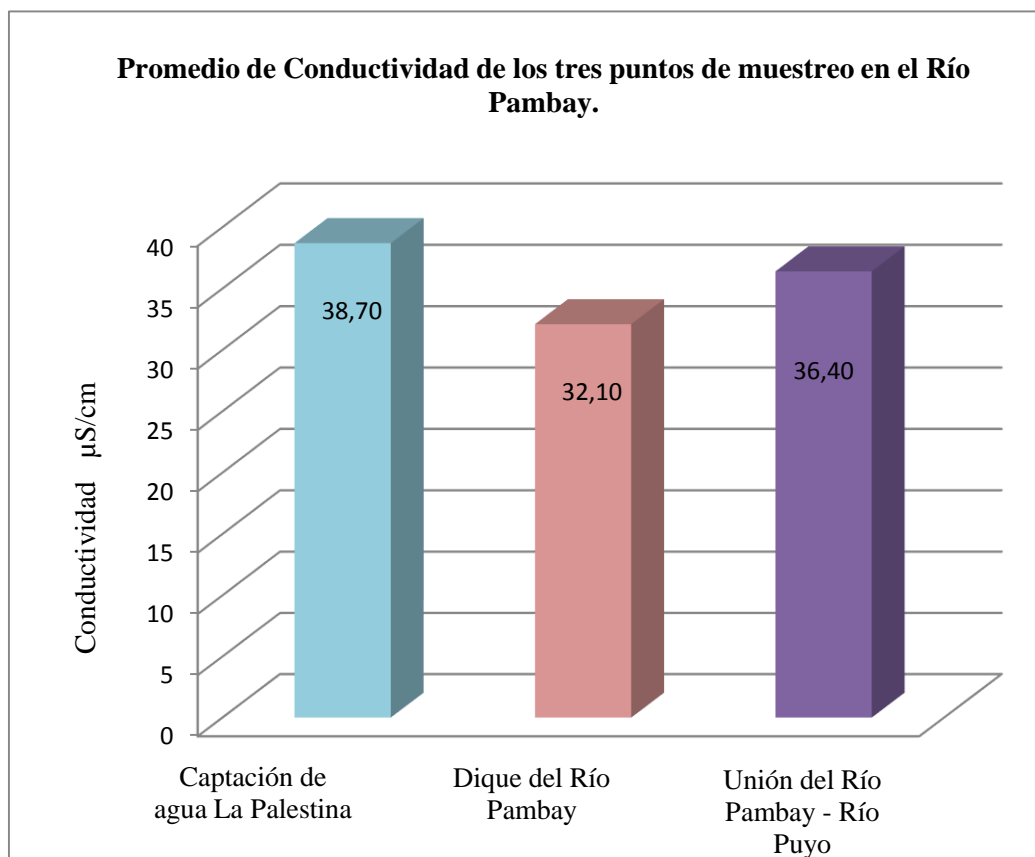
**Interpretación:** Como se observa en el Gráfico 6, el Potencial de Hidrógeno determinado in situ, tenemos que el sector de la Unión del Río Pambay con el Río Puyo posee un pH = 8,00, en el sector del Dique del Río Pambay un pH = 6,00 y el sector la Captación de Agua denominado La Palestina un pH = 7,00, concluyendo que el pH de los tres puntos de muestreo están dentro del rango del límite permisible (6,50 – 9,00) determinado por el Texto Unificado de Legislación Ambiental.

**Tabla 15.** Promedio de Conductividad de los tres puntos de muestreo en el Río Pambay.

| Conductividad ( $\mu\text{Siems/c}$ ) |                           |
|---------------------------------------|---------------------------|
| Captación de agua La Palestina        | 38,70 $\mu\text{Siems/c}$ |
| Dique del Río Pambay                  | 32,10 $\mu\text{Siems/c}$ |
| Unión del Río Pambay con el Río Puyo  | 36,40 $\mu\text{Siems/c}$ |

Elaborado por: La Autora

**Gráfico 7.**



Elaborado por: La Autora

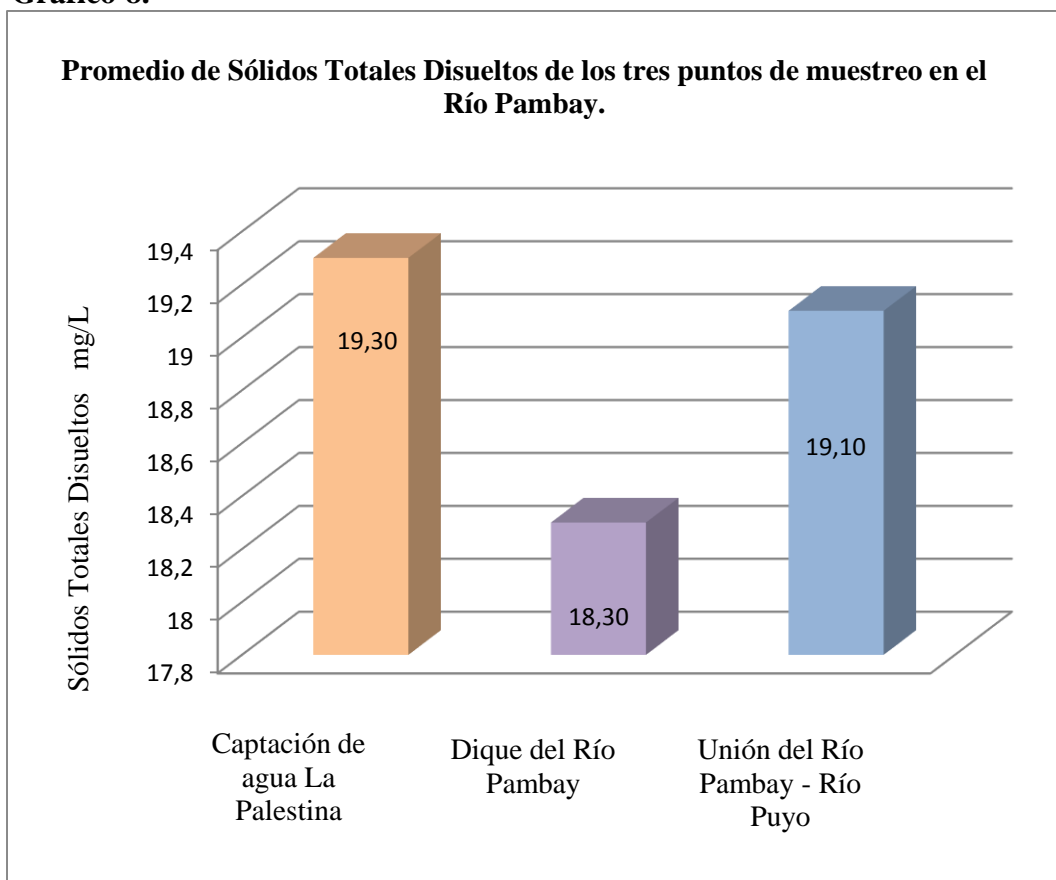
**Interpretación:** Como se observa en el Gráfico 7, los resultados obtenidos en el laboratorio, tenemos que el sector de la Captación de agua denominada La Palestina con 38,70  $\mu\text{S/cm}$ , seguido del Dique del Río Pambay con 32,10  $\mu\text{S/cm}$  y el sector Unión del Río Pambay con el Río Puyo con 36,40  $\mu\text{S/cm}$ , mismos que se encuentran bajo los límites máximos permisibles.

**Tabla 16.** Promedio de Sólidos Disueltos de los tres puntos de muestreo en el Río Pambay.

| <b>Sólidos Totales Disueltos (mg/L)</b> |            |
|---|------------|
| Captación de agua La Palestina          | 19,30 mg/L |
| Dique del Río Pambay                    | 18,30 mg/L |
| Unión del Río Pambay con el Río Puyo    | 19,10 mg/L |

Elaborado por: La Autora

**Gráfico 8.**



Elaborado por: La Autora

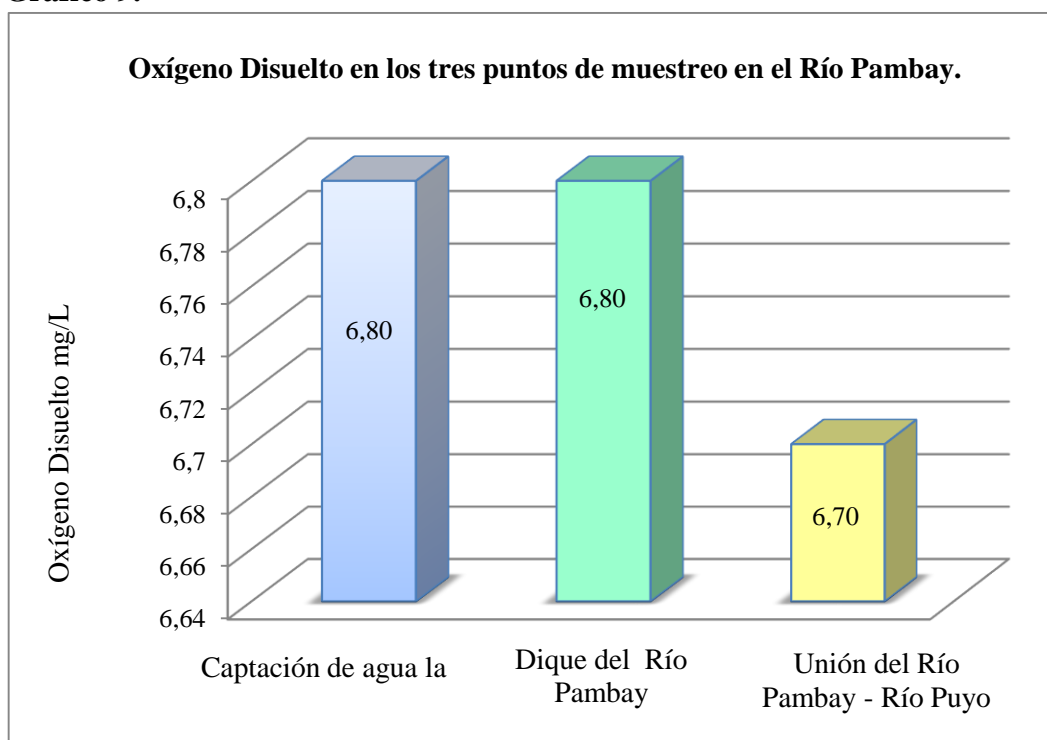
**Interpretación:** Como se observa en el Gráfico 8, en el sector de la Captación de agua denominada La Palestina tiene un valor de 19,30 mg/L, seguido del Dique del Río Pambay con el 18,30 mg/L y el sector Unión del Río Pambay con el Río Puyo con el 19,10 mg/L, los mismos que se encuentran dentro de los límites máximos permisibles de 100,00 mg/L determinados por el Texto Unificado de Legislación Ambiental.

**Tabla 17.** Oxígeno Disuelto en los tres puntos de muestreo en el Río Pambay.

| Oxígeno Disuelto (mg/L)              |           |
|--------------------------------------|-----------|
| Captación de agua La Palestina       | 6,80 mg/L |
| Dique del Río Pambay                 | 6,80 mg/L |
| Unión del Río Pambay con el Río Puyo | 6,70 mg/L |

Elaborado por: La Autora

**Gráfico 9.**



Elaborado por: La Autora

**Interpretación:** Como se observa en el Gráfico 9, este parámetro coincide en los Puntos 1 y 2 (Captación de Agua denominada La Palestina y Dique del Río Pambay) que poseen un valor de 6,80 mg/L, seguido del Punto 3 (Unión del Río Pambay con el Río Puyo) con 6,70 mg/L.

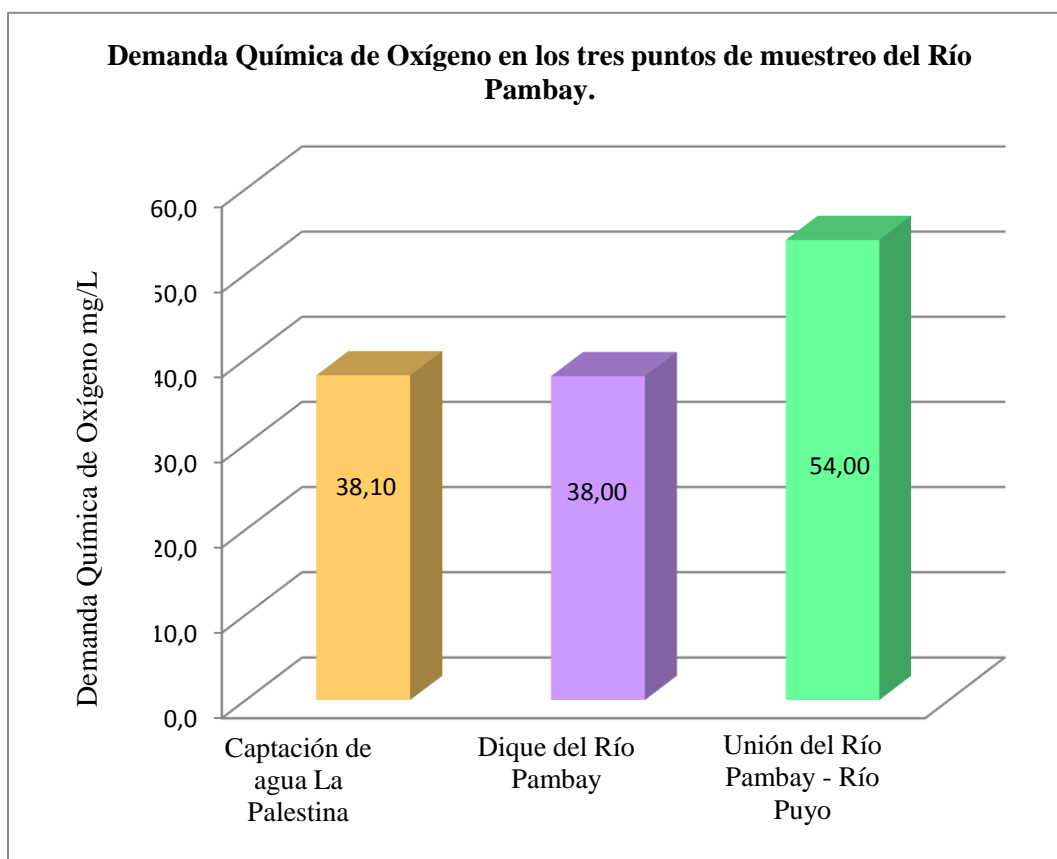
Parámetros que se encuentran dentro de los límites máximos permisibles, y según Goyenola presentan condiciones adecuadas para la vida de la gran mayoría de organismos vivos, ya que se encuentran en un rango de 5,00 - 8,00 mg/L de acuerdo a la Tabla 12.

**Tabla 18.** Demanda Química de Oxígeno en los tres puntos de muestreo del Río Pambay.

| Demanda Química de Oxígeno (mg/L)    |            |
|--------------------------------------|------------|
| Captación de agua La Palestina       | 38,10 mg/L |
| Dique del Río Pambay                 | 38,00 mg/L |
| Unión del Río Pambay con el Río Puyo | 54,00 mg/L |

Elaborado por: La Autora

**Gráfico 10.**



Elaborado por: La Autora

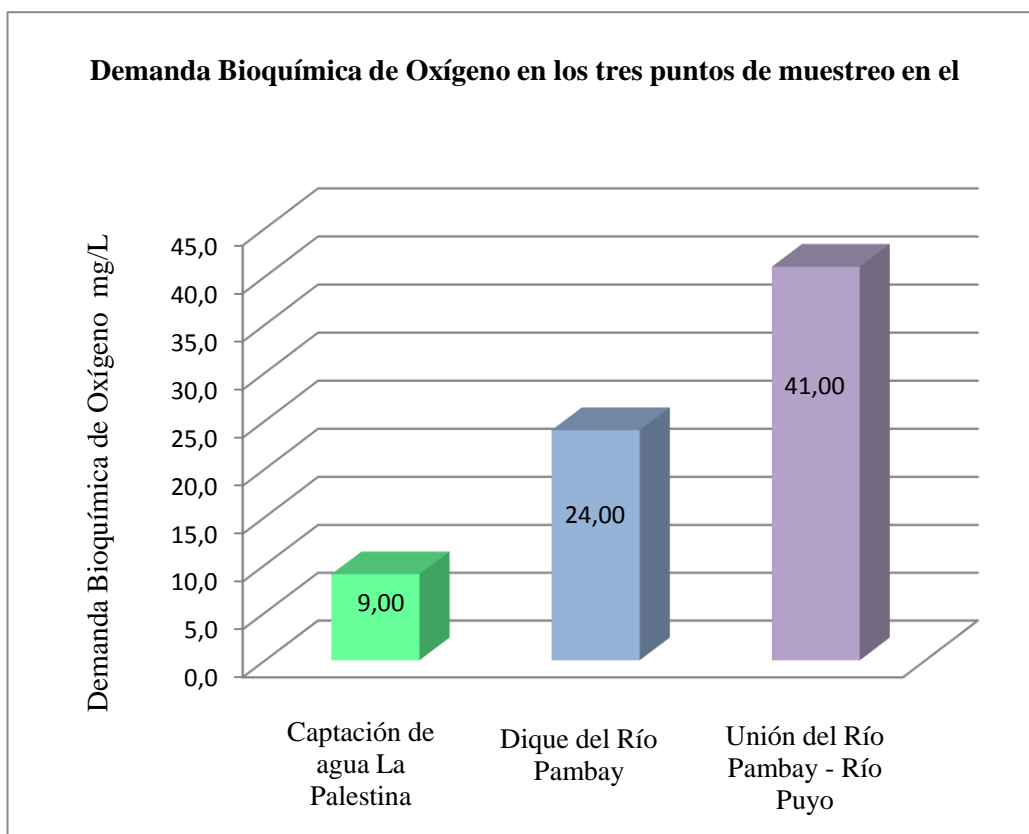
**Interpretación:** Como se observa en el Gráfico 10, el sector Captación de Agua denominada La Palestina posee un valor de 38,10 mg/L, en el Dique del Río Pambay llega a 38,00 mg/L, seguido del sector Unión del Río Pambay, con el Río Puyo con 54,00 mg/L, parámetro que se encuentran dentro de los límites máximos permisibles determinado por el Texto Unificado de Legislación Ambiental de 250,00 mg/L.

**Tabla 19.** Demanda Bioquímica en los tres puntos de muestreo en el Río Pambay.

| <b>Demanda Bioquímica de Oxígeno (mg/L)</b> |            |
|---|------------|
| Captación de agua La Palestina              | 9,00 mg/L  |
| Dique del Río Pambay                        | 24,00 mg/L |
| Unión del Río Pambay con el Río Puyo        | 41,00 mg/L |

Elaborado por: La Autora

**Gráfico 11.**



Elaborado por: La Autora

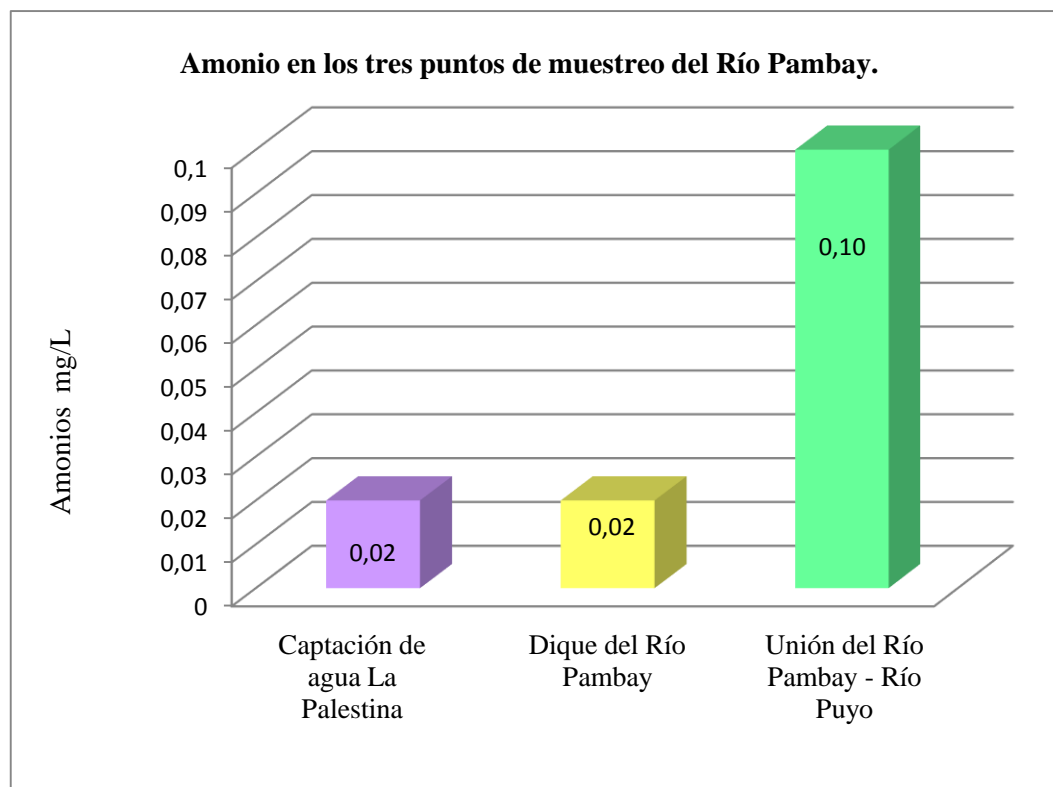
**Interpretación:** Como se observa en el Gráfico 11 en la Captación de Agua denominada La Palestina tiene el 9,00 mg/L seguido del Dique del Río Pambay con 24,00 mg/L y el sector Unión del Río Pambay con el Río Puyo con 41,00 mg/L, concluyendo que la Demanda Bioquímica de Oxígeno se encuentra bajo los límites máximos permisibles que determina el Texto Unificado de Legislación Ambiental.

**Tabla 20.** Amonios en los tres puntos de muestreo del Río Pambay.

| Amonio (mg/L)                        |           |
|--------------------------------------|-----------|
| Captación de agua La Palestina       | 0,02 mg/L |
| Dique del Río Pambay                 | 0,02 mg/L |
| Unión del Río Pambay con el Río Puyo | 0,10 mg/L |

Elaborado por: La Autora

**Gráfico 12.**



Elaborado por: La Autora

**Interpretación:** Como se observa en el Gráfico 12, este parámetro coincide en los Puntos 1 y 2 (Captación de Agua denominada La Palestina y Dique del Río Pambay) poseen 0,02 mg/L, seguido del Punto 3 (Unión del Río Pambay con el Río Puyo) con 0,10 mg/L.

El punto 1 y 2 se encuentran dentro de los límites máximos permisibles de 0,05 mg/L, el punto 3 Unión del Río Pambay con el Río Puyo se encuentra fuera de los límites permisibles determinado por el Texto Unificado de Legislación Ambiental.

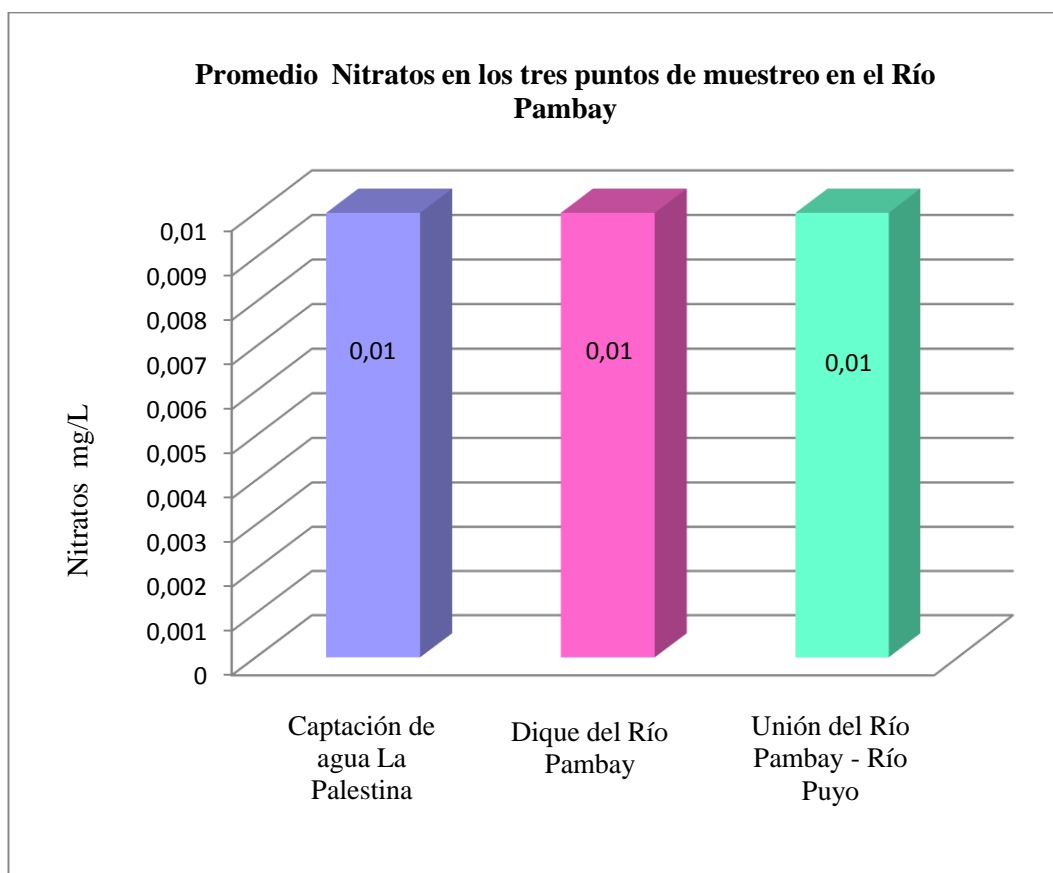


**Tabla 21.** Promedio de Nitritos en los tres puntos de muestreo en el Río Pambay.

| Nitritos (mg/L)                      |           |
|--------------------------------------|-----------|
| Captación de agua La Palestina       | 0,01 mg/L |
| Dique del Río Pambay                 | 0,01 mg/L |
| Unión del Río Pambay con el Río Puyo | 0,01 mg/L |

Elaborado por: La Autora

**Gráfico 13.**



Elaborado por: La Autora

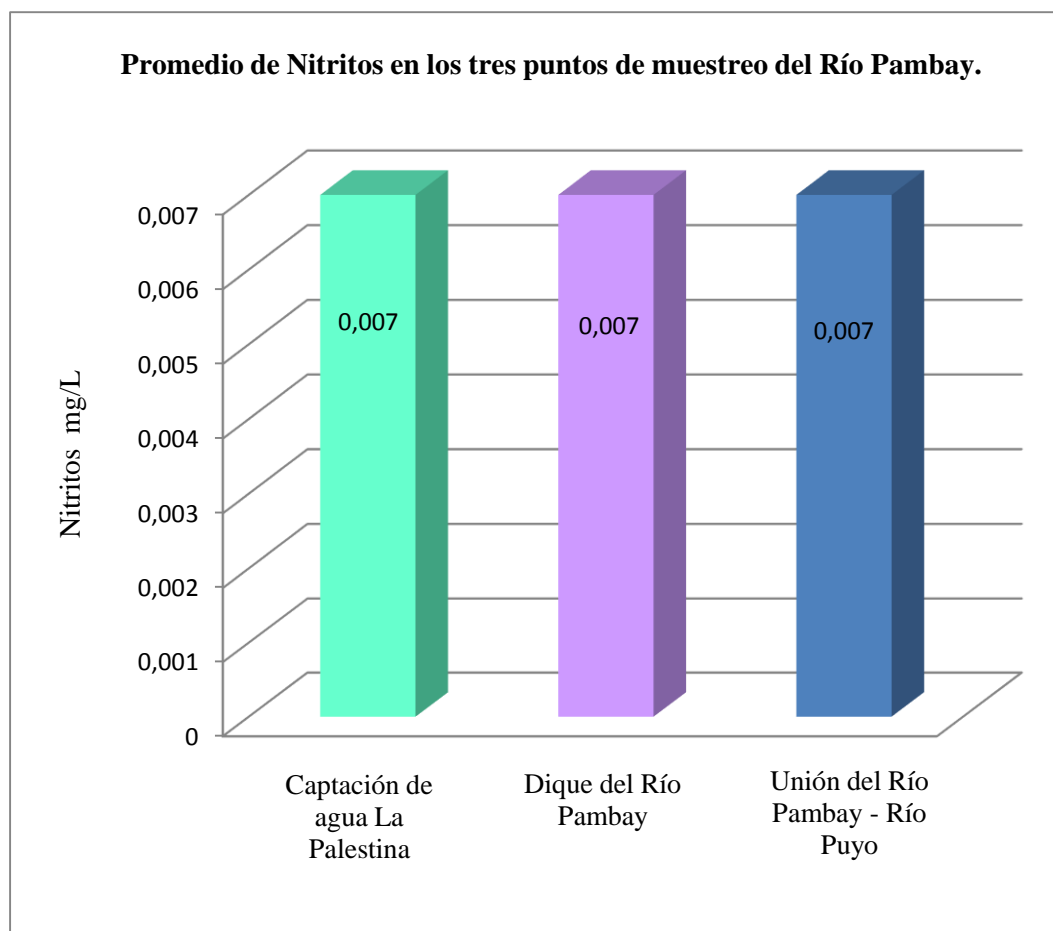
**Interpretación:** Como se observa en el Gráfico 13 este parámetro coincide en los Puntos 1, 2 y 3 (Captación de Agua denominada La Palestina, Dique del Río Pambay y Unión del Río Pambay con el Río Puyo) poseen un valor 0,01 mg/L, los mismos que están bajo los límites máximos permisibles de 10,00 mg/L determinados por el Texto Unificado de Legislación Ambiental.

**Tabla 22.** Promedio de Nitritos en los tres puntos de muestreo del Río Pambay.

| Nitritos (mg/L)                      |            |
|--------------------------------------|------------|
| Captación de agua L a Palestina      | 0,007 mg/L |
| Dique del Río Pambay                 | 0,007 mg/L |
| Unión del Río Pambay con el Río Puyo | 0,007 mg/L |

Elaborado por: La Autora

**Gráfico 14.**



Elaborado por: La Autora

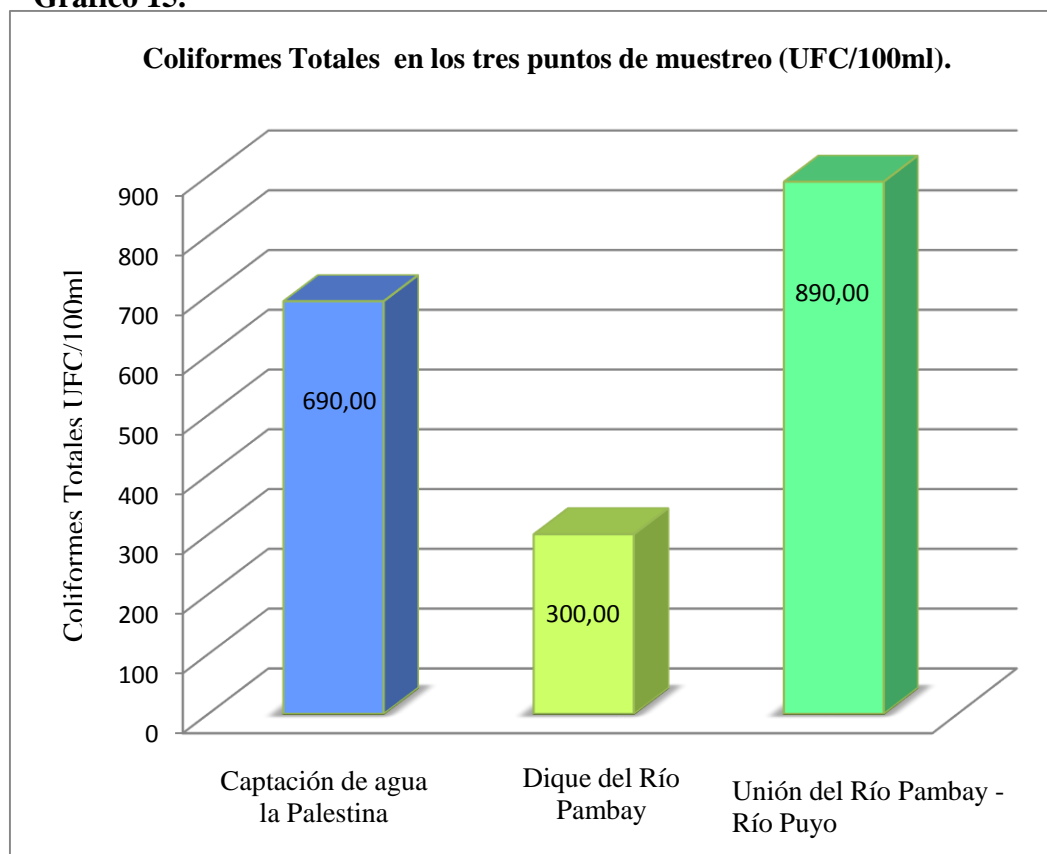
**Interpretación:** Como se observa en el Gráfico 14 los resultados obtenidos en el laboratorio, tenemos que los Puntos 1, 2 y 3 (Captación de Agua denominada La Palestina, Dique del Río Pambay y Unión del Río Pambay con el Río Puyo) poseen un valor 0,007 mg/L, mismos que se encuentran bajo los límites máximos permisibles de 1,00 mg/L determinado por el Texto Unificado de Legislación Ambiental (TULAS).

**Tabla 23.** Coliformes Totales en los tres puntos de muestreo en el Río Pambay.

| Coliformes Totales (UFC/100ml)       |                  |
|--------------------------------------|------------------|
| Captación de agua La Palestina       | 690,00 UFC/100ml |
| Dique del Río Pambay                 | 300,00 UFC/100ml |
| Unión del Río Pambay con el Río Puyo | 890,00 UFC/100ml |

Elaborado por: La Autora

**Gráfico 15.**



Elaborado por: La Autora

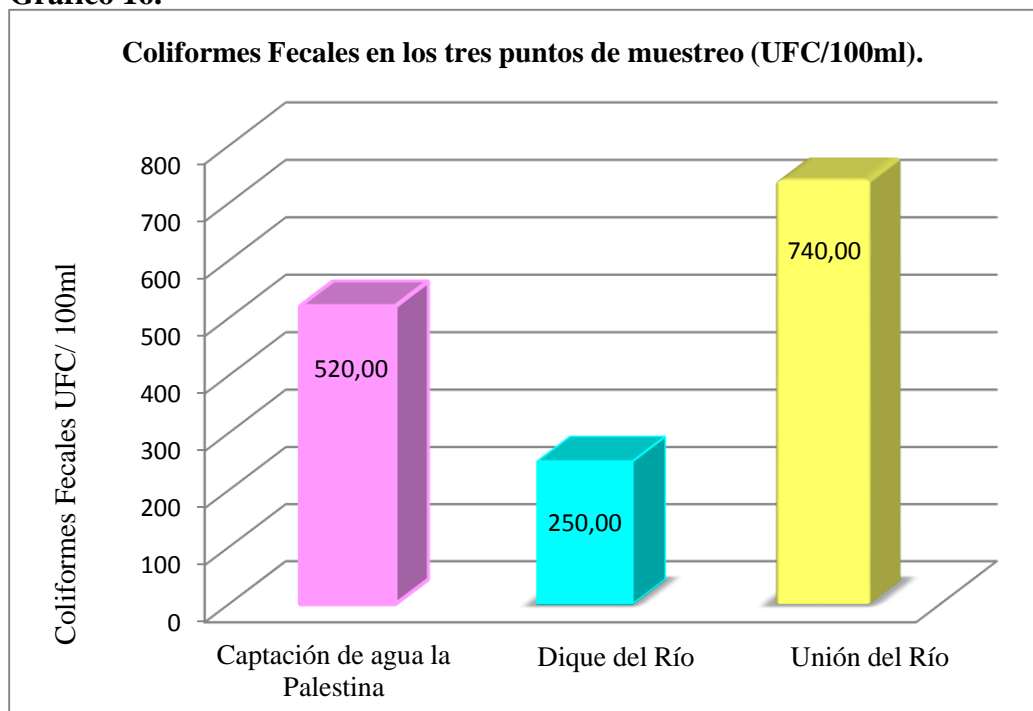
**Interpretación:** Como se observa en el Gráfico 15, en el sector de Captación denominado La Palestina se determinó un valor de 690,00 UFC/100 ml, en el sector Dique del Río Pambay con el 300,00 UFC/100 ml y la Unión del Río Pambay con el Río Puyo con el 890,00 UFC/100 ml mismas que se encuentran dentro del límite máximos permisible determinado por el Texto Unificado de Legislación Ambiental de 3000,00 UFC/100 ml.

**Tabla 24.** Coliformes fecales en los tres puntos de muestreo en el Río Pambay.

| Coliformes Fecales (UFC/100ml)       |                  |
|--------------------------------------|------------------|
| Captación de agua La Palestina       | 520,00 UFC/100ml |
| Dique del Río Pambay                 | 250,00 UFC/100ml |
| Unión del Río Pambay con el Río Puyo | 740,00 UFC/100ml |

Elaborado por: La Autora

**Gráfico 16.**



Elaborado por: La Autora

**Interpretación:** Como se observa en el Gráfico 16, los resultados obtenidos en el laboratorio, tenemos que el sector Captación de agua denominada La Palestina tiene un valor de 520,00 UFC/100 ml, seguido del Dique del Río Pambay con 250,00 UFC/100 ml y el sector de la Unión del Río Pambay con el Río Puyo con 740,00 UFC/100 ml.

En la Captación de agua la Palestina y el sector del Dique del Río Pambay se encuentran dentro de los límites máximos permisibles de 600,00 UFC/100 ml, en el sector de la Unión del Río Pambay con el Río Puyo pasan los límites permisibles terminados por el Texto Unificado de Legislación Ambiental (TULAS).

### **6.3. Elaborar una propuesta de Plan de Manejo Ambiental para recuperar y controlar la calidad de agua del Río Pambay.**

#### **a. Introducción**

El agua es un recurso natural fundamental e irremplazable, sin el cual no es posible la vida, ni la actividad del hombre Nelson R. (2005); por ser un elemento básico en los procesos productivos biológicos, participa en forma directa en todas las actividades socioeconómicas asociadas con su aprovechamiento. Es uno de los recursos imprescindibles para el funcionamiento de los ecosistemas, los cuales son la base de sustento natural para las actividades antrópicas, el bienestar social y el desarrollo económico.

Es por ello que en el presente trabajo de investigación se plantea un manejo sostenido de las fuentes hídricas entre ellas el Río Pambay que debe ser prioridad para todos los habitantes de sus alrededores y los gobiernos seccionales puesto que representan ecosistemas esenciales para la subsistencia del hombre. Con los antecedentes mencionados se formula la presente Propuesta de Plan de Manejo Ambiental del Río Pambay, en el que se incluye el diseño de las medidas técnicamente factibles para conservar, proteger, recuperar y restaurar el ecosistema actual. El plan consta de varios programas y proyectos, que ayudan a identificar que se debe aprovechar, rescatar, mejorar, adecuar y optimizar ambientalmente. Los programas y proyectos se organizaron a partir de la información que se recopiló del lugar. Como línea base se tomó la caracterización espacial, la identificación de los componentes bióticos, abióticos y de actividad humana que envuelven el ecosistema, mismos que se encuentran presentes al inicio del presente trabajo investigativo.

El Plan de Manejo Ambiental es una herramienta dinámica y por tanto variable en el tiempo, por lo que es necesario que sea actualizado y mejorado permanentemente, en la medida en que las actividades cambien o se modifiquen.

Esto implica un compromiso de parte de la administración del proceso, para el mejoramiento continuo de los aspectos ambientales relacionados con el desarrollo de las actividades propuestas.

## **b. Objetivos**

### **Objetivo General**

Elaborar una Propuesta de Plan de Manejo que permita conservar, proteger, recuperar y restaurar la micro cuenca del Río Pambay, en un marco de respeto y armonía entre los diferentes factores socio-ambientales.

### **Objetivos Específicos**

- Plantear medidas que permitan conservar, proteger, recuperar y restaurar los ecosistemas presente en el área de estudio.
- Designar responsabilidades y niveles de ejecución de las medidas propuestas.
- Establecer un presupuesto para la ejecución del Plan de Manejo Ambiental (PMA).

## **c. Alcance de Plan de Manejo Ambiental**

El Plan de Manejo Ambiental, permitirá que oportunamente se puedan aplicar las medidas de: prevención, control, mitigación, rehabilitación de impactos provocados por las actividades del hombre en el Río Pambay; el Plan se enfatiza en los siguientes aspectos: educación ambiental, conservación, restauración, monitoreo ambiental, manejo de desechos, y estrategias y gestión a nivel institucional.

#### **d. Propuesta de Plan de Manejo Ambiental**

El siguiente Plan de Manejo Ambiental se diseña sobre la base de la estructura sugerida por la legislación ambiental vigente, el Plan de Manejo Ambiental comprende los siguientes programas:

- Programa de Relaciones Comunitarias.
- Programa de Educación y Capacitación Ambiental.
- Programa de Protección y Conservación.
- Programa de Monitoreo y Control.

Cada uno de estos programas tienen diferentes proyectos que se manejan con una ficha, donde se establece la prioridad, la duración, las actividades, los indicadores, las metas y los objetivos que se esperan cumplir con el proyecto; al igual que los costos y los entes responsables de la ejecución.

##### **6.3.1. Programa de Relaciones Comunitarias (PRC)**

El Programa de relaciones comunitarias permite establecer nexos de sana convivencia con las comunidades e instituciones de las Áreas de Influencia del Río Pambay, mediante la aplicación de una estrategia integral de las actividades a desarrollarse en torno al área de influencia del río, tomando en cuenta las condiciones socioculturales de la zona. El desarrollo del PRC contempla también, estrategias destinadas a la incorporación de la Comunidad e Instituciones Gubernamentales a través de acercamientos, coordinaciones y compromisos entre los habitantes del área de influencia del Río Pambay.

El PMA se ubica en un área de influencia del Río Pambay mismo que es considerado de interés social y ambiental que implica una responsabilidad colectiva tanto en la formulación, como en su posterior ejecución. Por tal razón, requiere un compromiso por parte de las instituciones del estado y la sociedad civil.

Este programa está dirigido a generar mecanismos, formas efectivas de coordinación interinstitucional.

**a) Objetivos**

- Consolidar mediante el apoyo de los diferentes actores involucrados, el desarrollo de las actividades planteadas en los diferentes PMA.
- Garantizar el apoyo de las entidades distritales, locales, en la ejecución del Plan de Manejo.

**b) Actividades**

Entre las medidas que se deben adoptar tenemos:

- Establecer acuerdos interinstitucionales entre los Gobiernos Provinciales, Cantonales y Parroquiales que permitan ejecutar acciones conjuntas, para llevar a cabo las acciones planteadas dentro del Plan de Manejo, para restaurar y conservar la calidad de agua del Río Pambay.
- Socializar los diferentes Programas de Acción propuestas por las instituciones competentes a la población del área de influencia.
- Formar grupos de gestión ambiental comunitaria (moradores, presidente, vocales, líderes, instituciones educativas, representantes de las instituciones gubernamentales), misma que dinamizara la gestión ambiental de su sector, convocará a las comunidades, y dará el control y seguimiento a las actividades.

En la Tabla 25 se indica el presupuesto estimado para su ejecución



**Tabla 25.** Presupuesto del Programa de Relaciones Comunitarias.

| <b>Actividades</b>   | <b>Responsables</b> | <b>Valor estimado (USD)</b> |
|--|---------------------|-----------------------------|
| Establecer acuerdos interinstitucionales entre los Gobiernos Provinciales, Cantonales y Parroquiales que permitan ejecutar acciones planteadas dentro del Plan de Manejo | GADPPz              | 400,00                      |
| Socializar los diferentes Programas de Acción propuestas por las instituciones   | GADPPz              | 600,00                      |
| Formar grupos de gestión ambiental comunitaria   | GADPPz              | 2.000,00                    |
| <b>TOTAL</b>   |                     | 3.000,00                    |

Elaborado por: La Autora

- c) Medios de Verificación:** Como medios de verificación de la ejecución del presente programa tenemos; los acuerdos interinstitucionales, Fotografías, registro de firmas, Registros mensuales de la ejecución de las reuniones con la comunidad, proyectos, presupuestos (fotografías, lista de participantes con sus firmas, número de cédula).

### **6.3.2. Programa de Educación y Capacitación Ambiental.**

La educación ambiental es un mecanismo de formación que le permite al individuo comprender las relaciones de interdependencia con su entorno, a partir del conocimiento reflexivo y crítico de su realidad biofísica, social, política, económica y cultural para que a partir de la apropiación de la realidad concreta se pueda generar en él y en su comunidad actitudes de valoración y respeto por el ambiente. Estas actitudes por su puesto, deben estar enmarcadas en criterios para el

mejoramiento de la calidad de vida y en una concepción de desarrollo sostenible que satisfaga las necesidades de las generaciones presentes, asegurando el bienestar de las generaciones futuras.

Este lineamiento busca reducir los impactos sobre los ecosistemas y ganar aliados en los procesos de conservación y recuperación de la calidad de agua del Río Pambay.

#### **a) Objetivo**

- Orientar a los habitantes de las riberas del Río Pambay en la toma de conciencia, el desarrollo de valores y actitudes frente a la protección, el medio ambiente, sobre todo en la responsabilidad para adoptar medidas adecuadas de la conservación y recuperación ambiental de la calidad de agua del río.
- Diseñar e implementar un programa de sensibilización ambiental que procure la apropiación y protección del ecosistema.
- Promover en el ciudadano hábitos de una buena práctica en el manejo de desechos sólidos.

#### **b) Actividades**

Las acciones consideradas en el presente programa son las siguientes:

- Talleres de capacitación sobre Educación Ambiental y buenas prácticas ambientales, dirigidas a los habitantes de las zonas aledañas al Río Pambay.

Los talleres se desarrollarán en temas relativos al ambiente tales como: Conservación del recurso agua, manejo de desechos sólidos, beneficios de la reforestación en las microcuencas, tendrá una duración de una hora pedagógica (45 minutos).

- Ejecutar campañas de sensibilización y educación ambiental dirigido a los centros educativos y habitantes del área de influencia del Río Pambay, la campaña cuenta con las siguientes acciones:
  - a. Realizar capacitaciones a las escuelas, colegios y comunidad en temas de reciclaje, con el siguiente contenido.
  - b. Gestionar incentivos para premiar a los grupos que más recolecten la basura y reciclen.
  - c. Formar grupos o brigadas de 30 personas para la recolección de basura en el área de influencia del Río Pambay.
  - d. Realizar un programa de finalización de la campaña al final de la jornada en el cual se entregue los incentivos a los grupos ganadores.

En la Tabla 26 se indica el presupuesto estimado para la ejecución del Programa de Educación y Capacitación Ambiental.

**Tabla 26.** Presupuesto del Programa de Educación y Capacitación Ambiental.

| <b>Actividades</b>   | <b>Responsables</b> | <b>Valor estimado (USD)</b> |
|--|---------------------|-----------------------------|
| Talleres de capacitación sobre Educación Ambiental y buenas prácticas ambientales. | GADPPz              | 1.500,00                    |
| Ejecutar campañas de sensibilización y educación ambiental.                        | GADPPz              | 2.500,00                    |
| <b>TOTAL</b>   |                     | 4.000,00                    |

**Elaborado por:** La Autora

- c) **Medios de Verificación:** Como medios de verificación de la ejecución del presente programa tenemos Fotografías, registro de firmas.

### **6.3.3. Programa de Protección y Conservación.**

A continuación se encuentran las acciones y actividades a desarrollarse con el fin de rehabilitar las áreas degradadas, deforestadas o erosionadas en las márgenes derecho e izquierdo del Río Pambay. Los daños están asociados con las actividades agroproductivas y el avance de la frontera agrícola hacia áreas marginales; además hay que tener en cuenta que existe un desarrollo urbano e industrial no planificado, la construcción de vías de comunicación y la falta de tratamiento de los efluentes y residuos de las industrias y áreas urbanas.

#### **a) Objetivos**

Recuperar las áreas afectadas por las actividades antrópicas y naturales presentes en el área de influencia del Río Pambay, con el fin de obtener un equilibrio armónico entre la sociedad y el medio ambiente.

#### **b) Actividades**

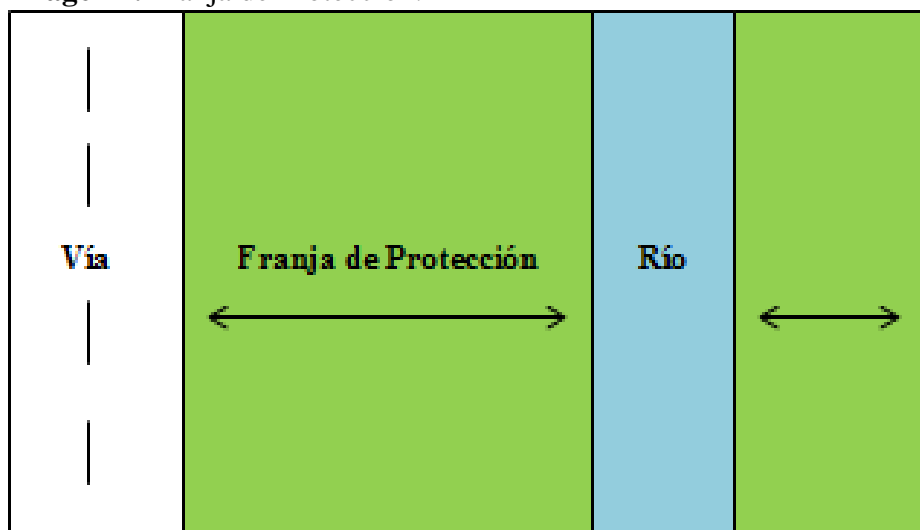
Las acciones consideradas en el presente programa son las siguientes:

- Coordinar con los grupos de gestión ambiental comunitaria (moradores, presidente, vocales, líderes, institución educativa, representantes instituciones GAD y MAE) conformados en el sector, las acciones a desarrollarse en el presente programa.
- Establecer un registro de las industrias (mecánicas) y viviendas que descargan sus aguas residuales en el Río Pambay. Gestionar ante la entidad competente (GAD Municipal de Pastaza) el tratamiento de las aguas que se depositan en la microcuenca, mediante la implementación de un sistema de recolección de aguas residuales.
- Identificar y cuantificar las áreas que se encuentren degradadas (deforestadas o erosionadas), con el fin de establecer la cantidad de especies

forestales a implantar en la zona, como barrea de protección del Río Pambay..

- Organizar con los grupos de gestión ambiental comunitaria jornadas de reforestación con los centros educativos escuelas y colegios. Establecer de acuerdo a la ordenanza municipal de protección de fuentes hídricas y la ley de aguas una franja de protección para así evitar que se estas áreas sean usadas en el siembra o desarrolló de cualquier actividad antrópica.

**Imagen 7.** Franja de Protección.



**Elaborado por:** La Autora

- Implementar letreros con leyendas tales como “No arroje Basura al río”, “cuidemos la naturaleza”, “espacios libre de basura”, entre otros que permitan crear conciencia en las personas que visitan el área de influencia del Río Pambay.

En la Tabla 27 se indica el presupuesto estimado para su ejecución.

**Tabla 27.** Programa de Protección y Conservación.

| <b>Actividades</b>   | <b>Desarrollo</b>             | <b>Responsable</b>           | <b>Valor estimado (USD)</b> |
|--|-------------------------------|------------------------------|-----------------------------|
| Coordinar con los grupos de gestión ambiental comunitaria las acciones a desarrollarse en el presente programa.  |                               | GADPPz                       | 250,00                      |
| Establecer un registro de las industrias (mecánicas) y viviendas que descargan sus aguas residuales en el Río Pambay, gestionar ante la entidad competente la implementación de un sistema de recolección de aguas residuales. | Levantamiento de información. | Grupos de Gestión Ambiental. | 400,00                      |
| Identificar y cuantificar las áreas que se encuentren degradadas (deforestadas o erosionadas).   | Verificación                  | GADPPz                       | 200,00                      |
| Reforestar las áreas degradadas para protección y restauración a lo largo del Río Pambay con especies nativas.   | Compra de plántulas           | GADPPz                       | 2.000,00                    |
| Implementar letreros que permita crear conciencia a los habitantes de la zona.   | Compra de letreros.           | GADPPz                       | 2.000,00                    |
| <b>TOTAL</b>   |                               |                              | 4.850,00                    |

**Elaborado por:** La Autora

**c) Lugar de aplicación:** Margen derecho e izquierdo del Río Pambay desde el Sector del Dique hasta su desembocadura en el Río Puyo.

**d) Medios de Verificación:** como medios de verificación de la ejecución del presente programa tenemos Fotografías, registro de firmas.

#### **6.3.4. Programa de Monitoreo y Control**

Previo a la marcha de la operación de la presente propuesta se nombrará un responsable del control del cumplimiento de los diferentes presente plan de manejo ambiental, personal que será en encargado de emitir informes técnicos con la finalidad de comunicar acontecimientos e imprevistos durante la actividad.

Las actividades del proyecto, deberán ser monitoreadas de manera permanente por el responsable del control, de manera que se cumplan con las guías o programas planteados en el presente Plan Ambiental.

El proyecto de monitoreo busca tener un registro continuo de la calidad del recurso hídrico, con el fin de verificar si el PMA se está llevando a cabo de una manera exitosa.

##### **a) Objetivos**

Diseñar un Programa de monitoreo que permita controlar las acciones establecidas para la conservación y restauración de las áreas degradadas en el Río Pambay.

##### **b) Actividades**

Las acciones consideradas en el presente programa son las siguientes:

- Previo a la ejecución del Plan de Manejo en el área de influencia del Río Pambay, se nombrará un responsable para el control del cumplimiento del Plan de Manejo Ambiental (PMA), que será nombrado por el comité interinstitucional y de acuerdo a su competencia, personal que será en encargado de emitir informes técnicos con la finalidad de comunicar acontecimientos e imprevistos durante la actividad.

- Para determinar el estado actual de la calidad de agua se realizará un análisis biológico (muestreo de macroinvertebrados) cada mes durante tres años, después de ejecutar las actividades planteadas en el Plan de Manejo donde se aplicara los índices BMWP y ETP, mediante la ejecución de las siguientes actividades:
  - a. Selección de sustratos
  - b. Toma de muestras
  - c. Limpieza de la muestra en el campo
  - d. Conservación y etiquetado de la muestra
  - e. Identificación de macroinvertebrados
  - f. Evaluar la calidad del agua mediante el análisis de macroinvertebrados en el Río Pambay
  
- Para corroborar los resultados biológicos se plantea realizar el análisis Físico, Químico y Microbiológico, una vez al mes durante tres años mediante la aplicación de las siguientes actividades:
  - a. Selección de recipientes.
  - b. Preparación de recipientes.
  - c. Llenado del recipiente.
  - d. Identificación de las muestras.
  - e. Refrigeración y congelación de las muestras.
  - f. Transporte de las muestras.
  - g. Recepción de las muestras en el laboratorio.

En la Tabla 28 se indicara el presupuesto estimado para su ejecución.



**Tabla 28.** Presupuesto del Programa de Monitoreo y Control.

| <b>Actividades</b>   | <b>Desarrollo</b>              | <b>Responsable</b> | <b>Valor estimado (USD)</b> |
|--|--------------------------------|--------------------|-----------------------------|
| Se nombrará un responsable para el control del cumplimiento del Plan de Manejo Ambiental, que será nombrado por el comité interinstitucional |                                | GADPPz             | 1.000,00                    |
| Análisis biológico (muestreo de macroinvertebrados)  | Una vez al mes durante un año. | GADPPz             | 9.600,00                    |
| Análisis Físico, Químico y Microbiológico  | Una vez al mes durante un año. | GADPPz             | 7.000,00                    |
| <b>Total</b>   |                                |                    | <b>17.600,00</b>            |

Elaborado por: La Autora

**c) Lugar de aplicación:** Margen derecho e izquierdo del Río Pambay desde el Sector del Dique hasta su desembocadura en el Río Puyo.

**d) Medios de Verificación:** como medios de verificación de la ejecución del presente programa tenemos Informes, Fotografías, registro de firmas, resultados de laboratorio.

### **6.3.5. Cronograma valorado del Plan de Manejo Ambiental (PMA)**

A continuación se presenta un cronograma tentativo que se lo estimado para 12 meses de duración, el cual podrá ser modificado de acuerdo al tiempo que se otorgue al constructor para la ejecución de la obra de hacerlo así este deberá ser aprobado por los técnicos del Gobierno Provincial de Pastaza.

**Tabla 29.** Cronograma valorado para Plan de Manejo Ambiental (PMA).

| <b>CRONOGRAMA VALORADO DEL PLAN DE MANEJO AMBIENTAL</b> |  |          |          |          |          |          |          |          |          |           |           |           |                          |           |
|---|--|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|-----------|-----------|-----------|--------------------------|-----------|
| <b>PROGRAMAS</b>  | <b>MESES</b>                                     |          |          |          |          |          |          |          |          |           |           |           | <b>PRESUPUESTO (USD)</b> |           |
|   | <b>1</b>   | <b>2</b> | <b>3</b> | <b>4</b> | <b>5</b> | <b>6</b> | <b>7</b> | <b>8</b> | <b>9</b> | <b>10</b> | <b>11</b> | <b>12</b> |                          |           |
| Programa de Relaciones Comunitarias                     | X  | X        | X        | X        | X        | X        | X        | X        | X        | X         | X         | X         | X                        | 3.000,00  |
| Programa de Educación y Capacitación Ambiental          | X  |          | X        |          |          | X        |          |          | X        |           |           |           | X                        | 4.000,00  |
| Programa de Protección y Conservación                   | X  |          |          |          |          | X        |          |          |          |           |           |           | X                        | 4.850,00  |
| Programa de Monitoreo y Control                         | X  | X        | X        | X        | X        | X        | X        | X        | X        | X         | X         | X         | X                        | 17.600,00 |
| <b>TOTAL</b>  | Veintinueve mil cuatrocientos cincuenta dólares. |          |          |          |          |          |          |          |          |           |           |           | 29.450,00                |           |

**Elaborado por:** La Autora

El cronograma del Plan arriba desarrollados, se precisará con la aprobación del presente proyecto y la contratación respectiva de la construcción.

## **G. DISCUSIÓN**

### **7.1. Definir los procedimientos y toma de muestras de Macroinvertebrados en el Río Pambay.**

Se recolectaron en la Captación de agua denominada La Palestina; Dique del Río Pambay y Unión del Río Pambay con el Río Puyo, 630 individuos, distribuidos en 10 órdenes y 17 familias, siendo el orden más representativo Ephemeroptera con 173 individuos, seguido de Trichoptera con 145 individuos y Plecoptera con 76 individuos. Corroborando que la metodología aplicada dio buen resultado para la recolección de macroinvertebrados, según lo establecido por Ramírez (2010) y Carrera & Fierro (2005).

La mayoría de macroinvertebrados corresponde al orden Ephemeroptera presente en los tres puntos de muestreo, este orden ha sido considerado por muchos autores como uno de los más sensibles ya que no aceptan contaminantes en el agua, junto con Trichoptera y Plecoptera, debido a la tolerancia que esta poseen a las condiciones ambientales. Según (Ramírez 2010), sin embargo este género puede sobrevivir en niveles altos de contaminación, razón por la cual se puede apreciar dichos órdenes en el Río Pambay estableciendo que las aguas del Río Pambay se encuentran contaminadas.

### **7.2. Evaluar la calidad del agua mediante el análisis de macroinvertebrados en el Río Pambay.**

En el sector de la captación de agua denominada La Palestina presenta aguas ligeramente contaminadas, el sector del Dique del Río Pambay aguas moderadamente contaminadas y la Unión del Río Pambay con el Río Puyo aguas fuertemente contaminadas, de acuerdo a los índices BMWP (Biological Monitoring Working Party), planteados por Roldán Pérez (2008), la Confederación Hidrográfica de Ebro (2005). Estos índices permitieron determinar el estado ecológico mediante la evolución con macroinvertebrados.

Según Carrera & Fierro (2005), el Índice de ETP (Índice Ephemeroptera, Plecóptera, Trichoptera), mediante los macroinvertebrados se puede determinar si las aguas del río tienen buena o mala calidad, demostrando que en el sector de la Captación de Agua denominada La Palestina posee un 82% de ETP, valor que indica que el agua es de muy buena calidad, el Dique del Río Pambay un 43% con agua de calidad regular y en el sector de la Unión del Río Pambay con el Río Puyo un 14% con agua de mala calidad.

Cabe mencionar que la área con mayor intervención antrópica es la Unión del Río Pambay con el Río Puyo, resultado que coincide con el índice de ETP (Ephemeroptera, Plecóptera, Trichoptera), determinando que el agua es de mala calidad. La contaminación existente es por la descarga de aguas residuales domésticas e industrial sin previo tratamiento, en el Barrio Simón Bolívar por la cual atraviesa el Río Pambay.

Según Dajoz (2005), el Potencial de Hidrógeno (pH), oscila entre un rango (5,00 - 9,00), demostrando que el agua existente en los tres puntos de muestreo (Captación de agua la Palestina, Dique del Río Pambay, Unión del Río Pambay con el Río Puyo) se encuentra dentro de los límites máximos permisibles con un rango de pH de entre 6,00 a 8,00.

De acuerdo al análisis realizado en el laboratorio se determinó que en la Captación de agua la Palestina y Dique del Río Pambay posee un valor de Oxígeno Disuelto de 6,80 mg/l, en el tercer punto de muestreo Unión del Río Pambay con el Río Puyo con un valor de 6,70 mg/l, resultados que se encuentran dentro de los límites permisibles aceptables de 5,00 – 8,00 mg/L, según establece Goyenola (2007).

La Demanda Química de Oxígeno (DQO), se encuentran dentro de un rango de 38,00 a 54,00 mg/L, por tal razón se establece que DQO en los tres puntos de muestreo se encuentran dentro de los Límites Máximos Permisibles de 250,00 mg/L, según establece el Texto Unificado de Legislación Ambiental (TULAS).

Los resultados correspondiente a la Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO), indican que en los tres puntos de muestreo (Captación de agua denominada “La Palestina”, Dique del Río Pambay, Unión del Río Pambay con el Río Puyo) presentan valores entre 9,00 a 41,00 mg/L los mismos que se encuentran bajo los límites máximos permisibles de 100,00 mg/L, conforme lo establece el Texto Unificado de Legislación Ambiental (TULAS).

Con respecto al Amonio que se presentan en las aguas del Río Pambay se determinan que los dos puntos de muestreo (Captación de agua denominada la Palestina y Dique del Río Pambay) se encuentran dentro de los límites máximos permisibles de 0,05 mg/L, el tercer punto de muestreo Unión del Río Pambay con el Río Puyo pasan los límites permisibles que establece el Texto Unificado de Legislación Ambiental (TULAS), debido a que presentan salinidad y presencia de contaminación por heces fecales.

Con respecto a los Coliformes Totales presentes en las aguas del Río Pambay se determina que los tres puntos de muestro oscilan dentro de un rango de 300,00 a 890,00 UFC/100 ml, por tal razón se establece que los Coliformes Totales se encuentran dentro de los Límites Máximos Permisibles de 3000,00 NMP/100ml que establece el Texto Unificado de Legislación Ambiental Secundaria (TULAS), al igual que se encuentra dentro de los límites permisibles establecidos por la norma INEN.

Se determinó que los Coliformes Fecales en la Captación de agua La Palestina tiene un valor de 520,00 UFC/100 ml, el Dique del Río Pambay con 250,00 UFC/100 ml valores que se encuentran dentro de los Límites Máximos Permisibles de 600,00 NMP/100ml, y el tercer punto de muestreo Sector de la Unión del Río Pambay con el Río Puyo superan los límites permisibles de Coliformes Fecales que establece el Texto Unificado de Legislación Ambiental Secundaria (TULAS). Cabe mencionar que los coliformes son indicadores de contaminación fecal.

### **7.3. Elaborar una propuesta de Plan de Manejo Ambiental para recuperar y controlar la calidad de agua del Río Pambay.**

El Plan de Manejo Ambiental según el Acuerdo Ministerial 006 (2014) y según el Libro VI del TULAS, es un instrumento de gestión en el cual se establece en detalle y en orden cronológico las acciones que se requieren conservar, proteger, recuperar y restaurar los ecosistemas presentes en el sector. El plan consta de varios programas, que permitan la recuperación de la calidad de agua del Río Pambay los cuáles son: Programa de Relaciones Comunitarias, mediante el programa de Coordinación y gestión Institucional, el Programa de Capacitación, mediante el programas de Educación Ambiental, Programa de Protección y Conservación y el Programa de Monitoreo y Control.

## H. CONCLUSIONES

- En el área de estudio, se colectaron 630 individuos, distribuidos en 10 órdenes y 17 familias, siendo el orden más representativo Ephemeroptera con 173 individuos, seguido de Trichoptera con 145 individuos y Plecoptera con 76 individuos. Los órdenes que representan una menor abundancia fueron Tricladida, Hemiptera y Lepidoptera.
- De acuerdo al índice de BMWP (Biological Monitoring Working Party) el sector de la captación de agua denominada La Palestina presenta aguas ligeramente contaminadas, el sector del Dique del Río Pambay aguas moderadamente contaminadas y la Unión del Río Pambay con el Río Puyo aguas fuertemente contaminadas.
- Según el Índice de ETP (Índice Ephemeroptera, Plecóptera, Trichoptera) el sector de la Captación de Agua denominada La Palestina posee un 82% de ETP, valor que indica que el agua es de muy buena calidad, el Dique del Río Pambay un 43% con agua de calidad regular y en el sector de la Unión del Río Pambay con el Río Puyo un 14% con agua de mala calidad.
- Se ha determinado que el índice BMWP y ETP en el sector de la Unión del Río Pambay con el Río Puyo presenta aguas muy contaminadas y de mala calidad.
- Mediante los resultados físico, químicos y biológicos obtenidos en el muestreo, se concluye que el sector de la Unión del Río Pambay con el Río Puyo presenta valores elevados de Temperatura de 23°C, pH = 8, DQO de 54 mg/L, DBO de 41 mg/L, Coliformes Totales de 890 UFC/100ml y Coliformes Fecales de 740 UFC/100ml, estos datos nos permiten señalar que el sector se encuentra muy afectado.
- El Plan de Manejo planteado en esta investigación establece medidas para conservar, proteger, recuperar y restaurar los ecosistemas presentes

en el área de influencia del Río Pambay. Con la finalidad de recuperar sus condiciones naturales y mejorar la calidad de sus aguas.



## I. RECOMENDACIONES

- Presentar una copia de la presente investigación a Gobierno Autónomo Descentralizado de la Provincia de Pastaza (GAPPz), con el fin de aportar información sobre el estado actual del Río Pambay y con ello se pueda tomar las medidas necesarias para la recuperación de las aguas del río mediante la ejecución del Plan de Manejo Ambiental, que por el momento se encuentra orientado a un sistema de recolección de aguas residuales (alcantarillado). Además se recomienda al Gobierno Autónomo Descentralizado de la Provincia de Pastaza GADPPz, complementar la propuesta planteada con la construcción de una planta de tratamiento de aguas residuales.
- Promover el uso metodológico del índice Biological Monitoring Working Party) (IBMWP) y del índice biológico de ETP (Índice Ephemeroptera, Plecóptera, Trichoptera), en estudios posteriores con el fin de ir fortaleciendo este tipo de investigaciones y crear una base de datos, para fines investigativos y educativos.
- Realizar campañas de educación Ambiental en los diferentes sectores que habitan en las riberas de las fuentes hídricas del cantón Pastaza, para generar en cada uno de sus pobladores las causa y consecuencias de la contaminación de este líquido vital.
- Las autoridades de turno deben socializar el Plan de Manejo Ambiental, conjuntamente con los actores locales, quienes son los responsables directos de conservar y proteger la calidad de agua del Río Pambay.

## J. BIBLIOGRAFÍA

- Barber , H., Gattolliat, J., Sartori, M., & Hubbard, M. (2008). *Global diversity of mayflies (Ephemeroptera, Insecta) in freshwater.*
- Carrera, C., & Fierro, K. (2005). *Manual de monitoreo. Los macroinvertebrados acuáticos como indicadores de calidad de agua* (Primera ed.). Quito, Pichincha, Ecuador: EcoCiencia.
- Confederación Hidrográfica del Ebro. (2005). *Protocolo de Muestreo y Análisis para Invertebrados Bentoncos.* Madrid, España.
- Control de riesgo en obras de construcción. (20 de Enero de 2002). *Control de riesgo en obras de construcción.* Recuperado el 22 de Septiembre de 2014, de Control de riesgo en obras de construcción.: <http://www.sigweb.cl/biblioteca/SenalesSeguridadViaPublica.pdf>
- Domínguez, E. (2009). *Macroinvertebrados bentónicos sudamericanos: sistemática y biología. Capitulo 6. Hemiptera.* (M. Lillo, Ed.)
- Echarri, L. (2007). *Contaminación del agua.* Recuperado el 20 de Agosto de 2014, de Contaminación del agua: [http://www.datateca.unad.edu.co/contenidos/358001/contaminacion\\_del\\_agua.pdf](http://www.datateca.unad.edu.co/contenidos/358001/contaminacion_del_agua.pdf)
- Elementos de la Ecología. (s.f.). *Ecología de Agua Dulce* . Recuperado el 16 de Marzo de 2014, de Ecología de Agua Dulce : <http://www.jmarcano.com/nociones/fresh2.html>
- Equipo de protección industrial en Colima. (2006). *Equipo de protección industrial en Colima.* Recuperado el 7 de Diciembre de 2014, de Equipo de protección industrial en Colima.: <http://www.colimanegocios.com/negocio.php/id=55&EQUIPOS DE PROTECCION INDUSTRIAL EN COLIMA>
- Figueroa , R., Valdovinos , C., Araya , E., & Parra , O. (Junio de 2007). Macroinvertebrados bentónicos como indicadores de calidad de agua de ríos del sur de Chile. (S. Navarrete, Ed.) *Revista Chilena de Historia Natural* 76:275-285.
- Flores, R., Herrera, L., & Hernández , V. (2008). *Ecología y medio ambiente* (Segunda ed.). (C. L. America, Ed.)

- Gabaldón, M. (2007). *Planes de manejo, conceptos y propuestas - UICN. 2002*. Recuperado el 12 de Junio de 2014, de Planes de manejo, conceptos y propuestas - UICN. 2002: <http://www.prof.usb.ve/eyerena/Descargables/AmendEtAIPLANESdeMANEJOuicnGTZ2002.pdf>.
- Gamboa, M., Reyes, R., & Arrivillaga, J. (27 de Junio de 2008). *Macroinvertebrados bentónicos como indicadores de salud ambiental*. (S. Navarrete, Editor) Recuperado el 1 de Agosto de 2014, de <http://www.scielo.org.ve/pdf/bmsa/v48n2/art01.pdf>
- García Gómez, J. (2005). *A Donde Va el Agua*. Valencia, España: Universitat de Valencia.
- Gavidia Catalán, V., & Rueda Sevilla, J. (2006). *AGUA* (Vol. Tercero). (M. berreno, Ed.) Ministerio de Educación.
- Gesta Agua. (2005). *Gesta Agua*. Recuperado el 12 de Agosto de 2014, de Gesta Agua: [http://www.digesa.minsa.gob.pe/DEPA/informes\\_tecnicos/GRUPO DE USO1.pdf](http://www.digesa.minsa.gob.pe/DEPA/informes_tecnicos/GRUPO_DE_USO1.pdf)
- Goyenola, G. (Junio de 2007). *Guia para la utilización de la Valija Viajera. Oxígeno Disuelto. Red de Monitoreo Ambiental Participativo de Sistemas Acuáticos. RED MAPSA*. Recuperado el 22 de Agosto de 2014, de Guia para la utilización de la Valija Viajera. Oxígeno Disuelto. Red de Monitoreo Ambiental Participativo de Sistemas Acuáticos. RED MAPSA: [http://imasd.fcien.edu.uy/difusion/educamb/propuestas/red/curso\\_2007/cartillas/tematicas/OD.pdf](http://imasd.fcien.edu.uy/difusion/educamb/propuestas/red/curso_2007/cartillas/tematicas/OD.pdf)
- Gutiérrez. (Diciembre de 2010). Capítulo 6. Plecoptera. . *Revista de Biología Tropical*, 143.
- Hernández Millán, A. (2000). *El cuidado del medio ambiente: análisis, reseñas, propuestas, crónicas, tesis, concepciones y paradigmas* (Primera ed.). (UAEM, Ed.) México.
- Instituto Ecuatoriano de Normalización. INEN 2 169. (24 de Julio de 1997). *Agua, Calidad de agua, Muestreo. Manejo y Conservación de la muestra*. Recuperado el 10 de Diciembre de 2014, de Agua, Calidad de agua, Muestreo. Manejo y Conservación de la muestra: [www.inen.gov.ec](http://www.inen.gov.ec)

- Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología. (INAMHI) Puyo. (2014). *INAMHI*. Recuperado el 2 de Agosto de 2014, de INAMHI: <http://www.serviciometeorológico.gob.ec>
- Jiménez , G. A. (2013). *Tesis Caracterización de Biota Acuática en el curso medio del Río Puyo como Indicadores de Calidad Ambiental*. Recuperado el 12 de Junio de 2014, de Tesis Caracterización de Biota Acuática en el curso medio del Río Puyo como Indicadores de Calidad Ambiental.: <http://www.uea.edu.ec>
- Jiménez Herrero, L. (2005). *Medio Ambiente y Desarrollo Alternativo. Contaminación de Agua* (Segunda ed.). Madrid, España: IEPALA.
- López Martínez , C., Gavidia Catalán , V., & Rueda Sevilla , J. (2006). *Agua* (Marisa Barreno ed., Vol. III). (S. G. Técnica, Ed.)
- Martins, P., Sabogal , C., Flores, J., & Ortiz, E. (Agosto de 2005). *Planes simplificados de manejo: Una propuesta para los bosques latifoliados de la region centroamericana*. Recuperado el 2 de junio de 2014, de Planes simplificados de manejo: Una propuesta para los bosques latifoliados de la region centroamericana.: <http://www.orton.catie.ac.cr/repdoc/A5495E/A5495.PDF>
- Mohammad, Zabeh, B., Garza Cuevas, R., Garza Almanza, V., & Landeros Flores, J. (Enero-Febrero de 2005). *Los Indicadores Biológicos en la Evaluación de la Contaminación por Agroquímicos en Ecosistemas Acuáticos y Asociados*. Recuperado el 26 de Noviembre de 2014, de CULCyT:<http://www.uacj.mx/IIT/CULCYT/Enero-Febrero2005/5ArtPrin.pdf>
- Nelson, R. (2005). *¿Qué es el Agua?* (Ilustrada ed.). (Lerner, Ed., & J. Cisneros, Trad.)
- Océano. (s.f.). *Enciclopedia "El Mundo de la Ecología". Habitat y Nicho Ecológico*. Barcelona, España : Grupo Océano.
- Organismo Mundial de la Salud. (2006). *Guías para la Calidad de Agua Potable. Monitoreo de Claidad Ambiental*. Recuperado el 16 de Marzo de 2014, de Guías para la Calidad de Agua Potable. Monitoreo de Claidad Ambiental: [http://www.who.int/water\\_sanitation\\_health/resources/wqmonitor/es/](http://www.who.int/water_sanitation_health/resources/wqmonitor/es/)

- Oxfam. (2009). *Oxfam Internacional*. Recuperado el 19 de Agosto de 2014, de Oxfam Internacional: [http://www.oxfam.org/sites/www.oxfam.org/files/file\\_attachments/story/oxfam\\_internacional\\_-\\_informe\\_anual\\_2009-2010\\_0.pdf](http://www.oxfam.org/sites/www.oxfam.org/files/file_attachments/story/oxfam_internacional_-_informe_anual_2009-2010_0.pdf)
- Paredes , P. (2011). *ECAPAG*. Recuperado el 11 de 04 de 2014, de ECAPAG: [http://www.pnuma.org/agua-miaac/CODIA CALIDAD DE LAS AGUAS/MATERIAL ADICIONAL/POTENCIAS/PARTICIPANTES/Ecuador/CALIDAD AGUAS-ECUADOR.pdf](http://www.pnuma.org/agua-miaac/CODIA_CALIDAD_DE_LAS_AGUAS/MATERIAL_ADICIONAL/POTENCIAS/PARTICIPANTES/Ecuador/CALIDAD_AGUAS-ECUADOR.pdf)
- Perera Merino, R. (2011). *EL AGUA alimento vital para sus células*. (Palibrio, Ed.) Estados Unidos de América.
- Pérez, J. B. (Julio-Septiembre de 2008). Potencial de algas verdes para la producción fotobiológica de hidrógeno. *Ciencia y Sociedad Republica Dominicana, XXXIII(3)*, 319.
- Plásticos HADDAD S.A. (2008). *Plásticos HADDAD S.A.* Recuperado el 07 de Diciembre de 2014, de Plásticos HADDAD S.A.: <http://www.haddad.cl>
- Pulgar , I., Izco , J., & Jadán, O. (2010). *Flores selectas de los pajonales de Loja, Ecuador*. (A. Yala, Ed.) Loja, Loja , Ecuador .
- Ramírez , A. (Diciembre de 2010). Capítulo 5. Odonata. *Revista de Biología Tropical.*, 97-136.
- Roldán Pérez , G. (2008). *Bioindicación de la Calidad de agua en Colombia: Propuesta para el uso del método BMWP Col* (Primera ed.). (U. d. Antioquia, Ed.) Colombia.
- Sánchez , L., Paolini, J., & Rodríguez , P. (Junio de 2010). Dinámica de las propiedades del suelo en bosques de *Rhizophora mangle* L. en la isla de margarita , Venezuela. *Revista de biología tropical(58)*.
- Sierra , R. (2005). *La vegetación de los Andes del Ecuador*. Quito, Pichincha , Ecuador.
- Smith, T., & Smith, R. (2007). *Ecología* (Sexta ed.). (Miguel, Martín, Romo, Edits., Elena, San José, & Román, Trads.) Madrid, España: PEARSON EDUCACIÓN S.A.
- Springer, M. (Diciembre de 2010). Revista de biología tropical. Capítulo 7. Trichoptera. *Revista de biología tropical.*, 151-198.

- Texto Unificado de Legislación Ambiental Secundaria. (1 de Noviembre de 2012).  
*Libro VI Anexo 1*. Recuperado el 19 de Julio de 2014, de Libro VI Anexo 1:  
<http://www.fao.org/docs/pdf/ecu112180.pdf>
- Tirira , D. (2008). *Nombres de los mamíferos del Ecuador* (Vol. V). (M. Blanco, Ed.)
- UDLA. (2011). *Universidda de las Americas*. Recuperado el 19 de Julio de 2014, de Universidda de las Americas:  
<http://despace.udla.edu.ec/bitstream/123456789/132/1/TIA-2011-16.pdf>.
- Varó, P., & Segura, M. (2009). *Curso de manipulador de agua de consumo humano*. (U. d. Alicante, Ed.)
- Velásquez, H. (29-31 de Octubre de 2008). *XI Congreso Ecuatoriano de la Ciencia del Suelo*. Recuperado el 19 de Enero de 2015, de XI Congreso Ecuatoriano de la Ciencia del Suelo:  
<http://www.secsuelo.org/XICongreso/Simposios/Documento/Ponencias/10.ing.Hernan Velasquez.pdf>
- Villarino Marín. (2010). Nutricion hospitalaria. *Importancia del agua en la hidratación de la población española: Documento FESNAD 2010*, 62.

## K. ANEXOS

**Anexo 1.** Límites máximos permisibles para aguas de consumo humano y sus usos domésticos, que únicamente requieren tratamiento.

| Parámetros                            | Expresado Como                | Unidad            | Límite Máximo Permissible   |
|---------------------------------------|-------------------------------|-------------------|---|
| Aceites y Grasas                      | Sustancias solubles en hexano | mg/l              | 0,3   |
| Aluminio                              | Al                            | mg/l              | 0,2   |
| Amoniaco                              | N-Amoniacal                   | mg/l              | 1,0   |
| Amonio                                | NH <sub>4</sub>               | mg/l              | 0,05  |
| Arsénico (total)                      | As                            | mg/l              | 0,05  |
| Bario                                 | Ba                            | mg/l              | 1,0   |
| Cadmio                                | Cd                            | mg/l              | 0,01  |
| Cianuro (total)                       | CN <sup>-</sup>               | mg/l              | 0,1   |
| Cloruro                               | Cl                            | mg/l              | 250   |
| Cobre                                 | Cu                            | mg/l              | 1,0   |
| Coliformes Totales                    | nmp/100 ml                    |                   | 3000  |
| Coliformes Fecales                    | nmp/100 ml                    |                   | 600   |
| Color                                 | Color real                    | Unidades de color | 100   |
| Compuestos fenólicos                  | Fenol                         | mg/l              | 0,002   |
| Cromo hexavalente                     | Cr <sup>+6</sup>              | mg/l              | 0,05  |
| Demanda Bioquímica de Oxígeno (5días) | DBO <sub>5</sub>              | mg/l              | 2.0   |
| Dureza                                | CaCO <sub>3</sub>             | mg/l              | 500   |
| Bifenilo policlorados/PCBs            | Concentración de PCBs totales | µg/l              | 0,0005  |
| Fluoruro (total)                      | F                             | mg/l              | 1,5   |
| Hierro (total)                        | Fe                            | mg/l              | 1,0   |
| Manganeso (total)                     | Mn                            | mg/l              | 0,1   |
| Materia flotante                      |                               |                   | Ausencia  |
| Mercurio (total)                      | Hg                            | mg/l              | 0,001   |
| Nitrato                               | N-Nitrato                     | mg/l              | 10,0  |
| Nitrito                               | N-Nitrito                     | mg/l              | 1,0   |
| Olor y sabor                          |                               |                   | Es permitido olor y sabor removibles por tratamiento convencional |

Continúa...

Continuación...

| Parámetros                       | Expresado Como                            | Unidad | Límite Máximo Permissible                                     |
|----------------------------------|---|--------|---|
| Oxígeno disuelto                 | O.D.                                      | mg/l   | No menor al 80% del oxígeno de saturación y no menor a 6 mg/l |
| Plata (total)                    | Ag  | mg/l   | 0,05  |
| Plomo (total)                    | Pb  | mg/l   | 0,05  |
| Potencial de hidrógeno           | pH.                                       |        | 6 - 9   |
| Selenio (total)                  | Se  | mg/l   | 0,01  |
| Sodio                            | Na  | mg/l   | 200   |
| Sólidos disueltos totales        |   | mg/l   | 1000  |
| Sulfatos                         | SO <sub>4</sub> <sup>=</sup>              | mg/l   | 400   |
| Temperatura                      |   | °C     | Condición Natural + 0-3 grados                                |
| Tensoactivos                     | Sustancias activas al azul de metileno    | mg/l   | 0,5   |
| Turbiedad                        |   | UTN    | 100   |
| Zinc                             | Zn  | mg/l   | 5,0   |
| * Productos para la desinfección |   | mg/l   | 0,1   |
| <b>Hidrocarburos Aromaticos</b>  |   |        |   |
| Benceno                          | C <sub>6</sub> H <sub>6</sub>             | µg/l   | 10,0  |
| Benzo(a) pireno                  |   | µg/l   | 0,01  |
| Etilbenceno                      |   | µg/l   | 700   |
| Estireno                         |   | µg/l   | 100   |
| Tolueno                          |   | µg/l   | 1000  |
| Xileno (totales)                 |   | µg/l   | 10000   |
| <b>Pesticidas y herbicidas</b>   |   |        |   |
| Carbamatos totales               | Concentración de carbamatos totales       | mg/l   | 0,1   |
| Órganoclorados totales           | Concentración de organoclorados totales   | mg/l   | 0,01  |
| Organofosforados totales         | Concentración de organofosforados totales | mg/l   | 0,1   |
| Dibromocloropropano (DBCP)       | Concentración total de DBCP               | µg/l   | 0,2   |
| Dibromoetileno (DBE)             | Concentración total de DBE                | µg/l   | 0,05  |
| Dicloropropano (1,2)             | Concentración total de dicloropropano     | µg/l   | 5   |



Continuación...

| Parámetros                    | Expresado Como | Unidad | Límite Máximo Permisible |
|-------------------------------|----------------|--------|--------------------------|
| Diquat                        |                | µg/l   | 70                       |
| Glifosato                     |                | µg/l   | 200                      |
| Toxafeno                      |                | µg/l   | 5                        |
| <b>Compuestos Halogenados</b> |                |        |                          |
| Tetracloruro de carbono       |                | µg/l   | 3                        |
| Dicloroetano (1,2-)           |                | µg/l   | 10                       |
| Dicloroetileno (1,1-)         |                | µg/l   | 0.3                      |
| Dicloroetileno (1,2-cis)      |                | µg/l   | 70                       |
| Dicloroetileno (1,2-trans)    |                | µg/l   | 100                      |
| Diclorometano                 |                | µg/l   | 50                       |
| Tetraclororetileno            |                | µg/l   | 10                       |
| Tricloroetano (1,1,1-)        |                | µg/l   | 200                      |
| Tricloroetileno               |                | µg/l   | 30                       |
| Clorobenceno                  |                | µg/l   | 100                      |
| Diclorobenceno (1,2-)         |                | µg/l   | 200                      |
| Diclorobenceno (1,4-)         |                | µg/l   | 5                        |
| Hexaclorobenceno              |                | µg/l   | 0.01                     |
| Bromoximil                    |                | µg/l   | 5                        |
| Diclorometano                 |                | µg/l   | 50                       |
| Tribrometano                  |                | µg/l   | 2                        |

**Fuente:** (Texto Unificado de Legislación Ambiental Secundaria(TULAS), 2012).

**Anexo 2.** Criterios de Calidad admisibles para la preservación de la flora y fauna en aguas dulces, frías o cálidas, y en aguas marinas y de estuario.

| Parámetros                                   | Expresados como               | Unidad | Límites máximo permisible           |                                     |                                     |
|--|-------------------------------|--------|-------------------------------------|-------------------------------------|-------------------------------------|
|  |                               |        | Agua fría dulce                     | Agua cálida dulce                   | Agua marina y de estuario           |
| Clorofenoles                                 |                               | mg/l   | 0,5                                 | 0,5                                 | 0,5                                 |
| Bifenilos policlorados/PCBs                  | Concentración total de PCBs   | mg/l   | 0,001                               | 0,001                               | 0,001                               |
| Oxígeno Disuelto                             | O.D.                          | mg/l   | No menor al 80% y no menor a 6 mg/l | No menor al 60% y no menor a 5 mg/l | No menor al 60% y no menor a 5 mg/l |
| Potencial de hidrógeno                       | pH.                           |        | 6,5 - 9                             | 6,5 - 9                             | 6,5 - 9,5                           |
| Sulfuro de hidrógeno ionizado                | H <sub>2</sub> O              | mg/l   | 0,0002                              | 0,0002                              | 0,0002                              |
| Amoniaco                                     | NH <sub>3</sub>               | mg/l   | 0,02                                | 0,02                                | 0,4                                 |
| Aluminio                                     | Al                            | mg/l   | 0,1                                 | 0,1                                 | 1,5                                 |
| Arsénico                                     | As                            | mg/l   | 0,05                                | 0,05                                | 0,05                                |
| Bario  | Ba                            | mg/l   | 1,0                                 | 1,0                                 | 1,0                                 |
| Berilio                                      | Be                            | mg/l   | 0,1                                 | 0,1                                 | 1,5                                 |
| Boro   | B                             | mg/l   | 0,75                                | 0,75                                | 5,0                                 |
| Cadmio                                       | Cd                            | mg/l   | 0,001                               | 0,001                               | 0,005                               |
| Cianuro libre                                | CN <sup>-</sup>               | mg/l   | 0,01                                | 0,01                                | 0,01                                |
| Zinc   | Zn                            | mg/l   | 0,18                                | 0,18                                | 0,17                                |
| Cloro residual                               | Cl                            | mg/l   | 0,01                                | 0,01                                | 0,01                                |
| Estaño                                       | Sn                            | mg/l   |                                     |                                     | 2,00                                |
| Cobalto                                      | Co                            | mg/l   | 0,2                                 | 0,2                                 | 0,2                                 |
| Plomo  | Pb                            | mg/l   |                                     |                                     | 0,01                                |
| Cobre  | Cu                            | mg/l   | 0,02                                | 0,02                                | 0,05                                |
| Cromo total                                  | Cr                            | mg/l   | 0,05                                | 0,05                                | 0,05                                |
| Fenoles monohídricos                         | Expresado como fenoles        | mg/l   | 0,001                               | 0,001                               | 0,001                               |
| Grasas y aceites                             | Sustancias solubles en hexano | mg/l   | 0,3                                 | 0,3                                 | 0,3                                 |
| Hierro                                       | Fe                            | mg/l   | 0,3                                 | 0,3                                 | 0,3                                 |
| Hidrocarburos Totales de Petróleo            | TPH                           | mg/l   | 0,5                                 | 0,5                                 | 0,5                                 |
| Hidrocarburos aromáticos policíclicos (HAPs) | Concentración total de HAPs   | mg/l   | 0,0003                              | 0,0003                              | 0,0003                              |

Continuación...

| Parámetros                           | Expresados como                           | Unidad | Límites Máximo Permisible |                          |                           |
|--------------------------------------|---|--------|---------------------------|--------------------------|---------------------------|
|                                      |   |        | Agua fría dulce           | Agua cálida dulce        | Agua marina y de estuario |
| Manganeso                            | Mn  | mg/l   | 0,1                       | 0,1                      | 0,1                       |
| Materia flotante                     | Visible                                   |        | Ausencia                  | Ausencia                 | Ausencia                  |
| Mercurio                             | Hg  | mg/l   | 0,0002                    | 0,0002                   | 0,0001                    |
| Níquel                               | Ni  | mg/l   | 0,025                     | 0,025                    | 0,1                       |
| Plaguicidas organoclorados totales   | Concentración de organoclorados totales   | µg/l   | 10,0                      | 10,0                     | 10,0                      |
| Plaguicidas organofosforados totales | Concentración de organofosforados totales | µg/l   | 10,0                      | 10,0                     | 10,0                      |
| Piretroides                          | Concentración de piretroides totales      | mg/l   | 0,05                      | 0,05                     | 0,05                      |
| Plata                                | Ag  | mg/l   | 0,01                      | 0,01                     | 0,005                     |
| Selenio                              | Se  | mg/l   | 0,01                      | 0,01                     | 0,01                      |
| Tensoactivos                         | Sustancias activas al azul de metileno    | mg/l   | 0,5                       | 0,5                      | 0,5                       |
| Temperatura                          | °C  |        | Condiciones naturales +3  | Condiciones naturales +3 | Condiciones naturales +3  |
| Coliformes Fecales                   | nmp/100 ml                                |        | Máxima 20<br>200          | Máxima 32<br>200         | Máxima 32<br>200          |

**Fuente:** (Texto Unificado de Legislación Ambiental Secundaria(TULAS), 2012).

**Anexo 3.** Criterios de calidad para aguas destinadas para fines recreativos.

| Parámetros  | Expresado como   | Unidad | Límite máximo permisible   |
|---|--|--------|--|
| Coliformes fecales                                    | nmp por cada 100 ml                                    |        | 200  |
| Coliformes totales                                    | nmp por cada 100 ml                                    |        | 1000   |
| Compuestos fenólicos                                  | Expresado como fenol                                   | mg/l   | 0.002  |
| Oxígeno disuelto                                      | O.D.   | mg/l   | No menor al 80% de Concentración de saturación y no menor a 6 mg/l |
| Material flotante                                     | Visible  |        | Ausencia   |
| Potencial de hidrógeno                                | pH.  |        | 6,5 – 8,5  |
| Metales y otras sustancias tóxicas                    |  | mg/l   | cero   |
| Organofosforados y carbamatos (totales)               | Concentración de organofosforados y carbamatos totales | mg/l   | 0,1 (para cada compuesto detectado)                                |
| Organoclorados (totales)                              | Concentración de organoclorados totales                | mg/l   | 0,2 (para cada compuesto detectado)                                |
| Residuos de petróleo                                  | Visible  |        | Ausencia   |
| Tensoactivos  | Sustancias activas al azul de metileno                 | mg/l   | 0,5  |
| Grasas y aceites                                      | Sustancias solubles en hexano                          | mg/l   | 0,3  |
| Transparencia de las aguas medias con el disco secchi |  |        | Mínimo 2,0 m   |
| Relación hidrógeno, fósforo orgánico                  |  |        | 15:01  |

**Fuente:** (Texto Unificado de Legislación Ambiental Secundaria(TULAS), 2012).

**Anexo 4.** Registros climáticos históricos del Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología (2002-2013).

| <b>PRECIPITACION (mm)</b> |              |              |              |              |              |              |              |              |              |              |              |              |
|---------------------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|
|                           | <b>2002</b>  | <b>2003</b>  | <b>2004</b>  | <b>2005</b>  | <b>2006</b>  | <b>2007</b>  | <b>2008</b>  | <b>2009</b>  | <b>2010</b>  | <b>2011</b>  | <b>2012</b>  | <b>2013</b>  |
| <b>ENERO</b>              | 319,2        | 346,9        | 246,4        | 395,8        | 334,3        | 360,7        | 255,7        | <b>661,2</b> | 252,7        | 252,7        | 410,0        | 244,8        |
| <b>FEBRERO</b>            | 367,2        | 280,7        | 144,7        | 557,5        | 466,1        | 167,0        | 381,0        | 462,8        | 370,0        | 370,0        | 437,3        | 374,3        |
| <b>MARZO</b>              | 443,5        | 371,0        | 441,3        | 439,1        | 391,2        | 453,0        | 248,4        | 275,8        | 384,3        | 384,3        | 409,2        | <b>524,1</b> |
| <b>ABRIL</b>              | <b>494,6</b> | <b>562,1</b> | 408,6        | 552,1        | <b>582,8</b> | <b>555,0</b> | 430,4        | <b>560,2</b> | 461,0        | <b>461,0</b> | <b>452,7</b> | 474,6        |
| <b>MAYO</b>               | 351,1        | 529,7        | <b>738,7</b> | 392,2        | 268,7        | 519,8        | <b>573,6</b> | 350,0        | <b>625,9</b> | <b>625,9</b> | 313,2        | 404,8        |
| <b>JUNIO</b>              | 392,2        | 454,7        | 432,4        | <b>595,1</b> | 349,1        | 499,1        | 432,1        | 461,8        | 340,8        | 340,8        | 205,0        | 508,8        |
| <b>JULIO</b>              | <b>624,8</b> | 363,4        | 347,1        | 276,9        | 221,1        | 280,5        | <b>452,5</b> | 331,3        | 358,2        | 358,2        | 342,7        | 498,4        |
| <b>AGOSTO</b>             | 335,4        | 230,9        | 255,3        | 202,2        | 389,0        | 436,8        | 368,4        | 384,6        | 125,4        | 125,4        | 148,8        | 464,7        |
| <b>SEPTIEMBRE</b>         | 269,7        | 335,7        | 398,6        | 261,5        | 488,1        | 182,3        | 361,1        | 276,7        | 145,0        | 145,0        | 224,1        | 366,5        |
| <b>OCTUBRE</b>            | 388,9        | 275,3        | 522,3        | 331,3        | 478,0        | 387,5        | 342,9        | 476,5        | 244,6        | 244,6        | 383,2        | <b>493,7</b> |
| <b>NOVIEMBRE</b>          | 338,0        | 398,1        | <b>693,5</b> | <b>635,6</b> | 323,8        | <b>582,6</b> | 361,1        | 241,0        | 292,8        | 292,8        | <b>491,0</b> | 421,6        |
| <b>DICIEMBRE</b>          | 375,8        | <b>461,8</b> | 400,9        | 546,8        | <b>500,6</b> | 458,5        | 295,4        | 331,6        | 430,7        | 430,7        | 361,8        | 332,9        |
| <b>TOTAL</b>              | 4700,4       | 4610,3       | 5029,8       | 5186,1       | 4792,8       | 4882,8       | 4502,6       | 4813,5       | 4031,4       | 4031,4       | 4179,0       | 5109,2       |
| <b>PROMEDIO</b>           | <b>391,7</b> | <b>384,2</b> | <b>419,2</b> | <b>432,2</b> | <b>399,4</b> | <b>406,9</b> | <b>375,2</b> | <b>401,1</b> | <b>336,0</b> | <b>336,0</b> | <b>348,3</b> | <b>425,8</b> |

**Fuente:** (Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología. (INAMHI) . Estación Meteorológica Puyo, 2014).

**Elaborado por:** La Autora.

| <b>HUMEDAD</b>    |             |             |             |             |             |             |             |             |             |             |             |             |
|-------------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|
|                   | <b>2002</b> | <b>2003</b> | <b>2004</b> | <b>2005</b> | <b>2006</b> | <b>2007</b> | <b>2008</b> | <b>2009</b> | <b>2010</b> | <b>2011</b> | <b>2012</b> | <b>2013</b> |
| <b>ENERO</b>      | 89          | 90          | 86          | 87          | 90          | 92          | 89          | 92          | 86          | 90          | 92          | 87          |
| <b>FEBRERO</b>    | 92          | 89          | 86          | 90          | 90          | 85          | 90          | 91          | 86          | 86          | 85          | 90          |
| <b>MARZO</b>      | 92          | 91          | 90          | 89          | 90          | 89          | 89          | 89          | 87          | 88          | 86          | 88          |
| <b>ABRIL</b>      | 90          | 89          | 88          | 90          | 88          | 90          | 89          | 89          | 88          | 87          | 88          | 89          |
| <b>MAYO</b>       | 91          | 91          | 88          | 88          | 89          | 88          | 91          | 88          | 89          | 86          | 88          | 88          |
| <b>JUNIO</b>      | 89          | 89          | 90          | 87          | 89          | 90          | 90          | 90          | 89          | 88          | 90          | 86          |
| <b>JULIO</b>      | 91          | 88          | 89          | 88          | 87          | 88          | 88          | 88          | 87          | 86          | 88          | 88          |
| <b>AGOSTO</b>     | 86          | 89          | 86          | 85          | 86          | 85          | 85          | 87          | 87          | 87          | 87          | 88          |
| <b>SEPTIEMBRE</b> | 86          | 88          | 87          | 85          | 86          | 86          | 85          | 84          | 88          | 86          | 85          | 85          |
| <b>OCTUBRE</b>    | 87          | 85          | 88          | 87          | 86          | 86          | 85          | 87          | 86          | 86          | 88          | 88          |
| <b>NOVIEMBRE</b>  | 88          | 88          | 89          | 89          | 89          | 89          | 87          | 87          | 89          | 88          | 87          | 87          |
| <b>DICIEMBRE</b>  | 92          | 90          | 89          | 89          | 91          | 88          | 88          | 88          | 88          | 91          | 89          | 89          |
| <b>TOTAL</b>      | 1073        | 1067        | 1056        | 1054        | 1061        | 1056        | 1056        | 1060        | 1050        | 1049        | 1053        | 1053        |
| <b>PROMEDIO</b>   | <b>89,4</b> | <b>88,9</b> | <b>88,0</b> | <b>87,8</b> | <b>88,4</b> | <b>88</b>   | <b>88,0</b> | <b>88,3</b> | <b>87,5</b> | <b>87,4</b> | <b>87,8</b> | <b>87,8</b> |

**Fuente:** (Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología. (INAMHI) . Estación Meteorológica Puyo, 2014).

**Elaborado por:** La Autora

| TEMPERATURA (°C)  |             |             |             |             |             |             |             |             |             |             |             |             |
|-------------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|
|                   | 2002        | 2003        | 2004        | 2005        | 2006        | 2007        | 2008        | 2009        | 2010        | 2011        | 2012        | 2013        |
| <b>ENERO</b>      | 21,2        | 21,3        | 22,3        | 22,0        | 21,0        | 21,4        | 21,0        | 20,7        | 22,2        | 22,2        | 21,4        | 21,5        |
| <b>FEBRERO</b>    | 21,1        | 21,7        | 21,8        | 21,7        | 21,4        | 22,2        | 20,7        | 20,6        | 22,6        | 22,6        | 21,1        | 21,1        |
| <b>MARZO</b>      | 20,9        | 21,2        | 21,6        | 21,6        | 21,1        | 21,5        | 21,0        | 21,4        | 22,4        | 22,4        | 21,0        | 21,7        |
| <b>ABRIL</b>      | 21,3        | 21,5        | 21,7        | 21,6        | 21,5        | 21,6        | 21,3        | 21,4        | 22,1        | 22,1        | 21,6        | 21,6        |
| <b>MAYO</b>       | 21,2        | 20,8        | 21,6        | 21,9        | 20,8        | 21,5        | 20,7        | 21,5        | 21,7        | 21,7        | 21,1        | 21,5        |
| <b>JUNIO</b>      | 20,5        | 20,8        | 20,5        | 21,3        | 20,6        | 20,3        | 20,7        | 20,8        | 21,2        | 21,2        | 21,0        | 20,9        |
| <b>JULIO</b>      | 20,3        | 20,3        | 20,6        | 20,4        | 20,6        | 20,8        | 20,5        | 21,0        | 21,0        | 21,0        | 20,5        | 20,4        |
| <b>AGOSTO</b>     | 20,9        | 20,6        | 20,5        | 20,8        | 21,1        | 21,2        | 21,2        | 21,2        | 21,6        | 21,6        | 21,4        | 20,7        |
| <b>SEPTIEMBRE</b> | 21,2        | 21,2        | 20,9        | 21,3        | 21,2        | 20,7        | 21,3        | 21,8        | 21,7        | 21,7        | 21,2        | 21,4        |
| <b>OCTUBRE</b>    | 21,4        | 22,3        | 21,7        | 21,5        | 22,3        | 21,5        | 21,8        | 22,3        | 22,1        | 22,1        | 22          | 21,9        |
| <b>NOVIEMBRE</b>  | 21,4        | 21,7        | 22,0        | 21,9        | 21,6        | 21,3        | 22,0        | 22,5        | 22,0        | 22,0        | 21,8        | 22,3        |
| <b>DICIEMBRE</b>  | 21,1        | 21,3        | 21,6        | 21,5        | 21,5        | 21,4        | 21,5        | 21,9        | 21,4        | 21,4        | 21,3        | 21,8        |
| <b>TOTAL</b>      | 252,5       | 254,7       | 256,8       | 257,5       | 254,7       | 255,4       | 253,7       | 257,1       | 262         | 262,0       | 255,4       | 256,8       |
| <b>PROMEDIO</b>   | <b>21,0</b> | <b>21,2</b> | <b>21,4</b> | <b>21,5</b> | <b>21,2</b> | <b>21,3</b> | <b>21,1</b> | <b>21,4</b> | <b>21,8</b> | <b>21,8</b> | <b>21,3</b> | <b>21,4</b> |

**Fuente:** (Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología. (INAMHI) . Estación Meteorológica Puyo, 2014).

**Elaborado por:** La Autora

| <b>HELIOFANIA</b> |             |              |             |             |             |             |             |             |              |             |             |             |
|-------------------|-------------|--------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|--------------|-------------|-------------|-------------|
|                   | <b>2002</b> | <b>2003</b>  | <b>2004</b> | <b>2005</b> | <b>2006</b> | <b>2007</b> | <b>2008</b> | <b>2009</b> | <b>2010</b>  | <b>2011</b> | <b>2012</b> | <b>2013</b> |
| <b>ENERO</b>      | 101,1       | 38,3         | 118,1       | 116,0       | 74,3        | 57,2        | 61,5        | 48,3        | 112,2        | 108,0       | 64,4        | 54,2        |
| <b>FEBRERO</b>    | 76,4        | 40,3         | 68,2        | 63,0        | 50,8        | 103,5       | 61,5        | 44,8        | 78,0         | 45,6        | 39,0        | 31,8        |
| <b>MARZO</b>      | 76,4        | 61,1         | 45,6        | 54,8        | 70,7        | 68,0        | 70,8        | 66,6        | 98,5         | 78,4        | 60,4        | 39,0        |
| <b>ABRIL</b>      | 76,4        | 84,4         | 85,1        | 54,8        | 77,3        | 86,1        | 81,6        | 62,4        | 98,2         | 103,2       | 96,1        | 68,6        |
| <b>MAYO</b>       | 76,4        | 41,4         | 95,3        | 97,0        | 80,5        | 90,9        | 67,4        | 118,2       | 98,8         | 70,4        | 85,2        | 78,6        |
| <b>JUNIO</b>      | 76,4        | 65,5         | 62,6        | 84,8        | 76,9        | 45,3        | 83,6        | 68,5        | 73,2         | 88,4        | 122,1       | 98,4        |
| <b>JULIO</b>      | 76,4        | 67,8         | 81,0        | 118,5       | 96,3        | 132,8       | 81,8        | 107,3       | 110,4        | 78,8        | 91,0        | 88,3        |
| <b>AGOSTO</b>     | 76,4        | 75,9         | 110,1       | 139,8       | 118,0       | 120,6       | 128,8       | 115,5       | 96,3         | 134,9       | 145,4       | 92,1        |
| <b>SEPTIEMBRE</b> | 76,4        | 84,6         | 97,0        | 130,5       | 146,6       | 102,1       | 119,8       | 153,3       | 153,5        | 120,4       | 114,3       | 78,6        |
| <b>OCTUBRE</b>    | 76,4        | 115,8        | 129,6       | 101,2       | 139,8       | 101,7       | 129,3       | 145,7       | 131,9        | 131,9       | 124,2       | 130,6       |
| <b>NOVIEMBRE</b>  | 76,4        | 101,3        | 116,6       | 111,7       | 102,3       | 104,5       | 104,9       | 116,9       | 114,0        | 126         | 97,6        | 116,7       |
| <b>DICIEMBRE</b>  | 76,4        | 60,0         | 103,8       | 101,6       | 75,3        | 88,6        | 91,9        | 88,1        | 81,3         | 84,2        | 84,5        | 88,1        |
| <b>TOTAL</b>      | 76,4        | 836,4        | 1113,0      | 1173,7      | 1108,8      | 1101        | 1083        | 1136        | 1246,3       | 1170,2      | 1124,2      | 965,0       |
| <b>PROMEDIO</b>   | <b>6,4</b>  | <b>69,70</b> | <b>92,8</b> | <b>97,8</b> | <b>92,4</b> | <b>91,8</b> | <b>90,2</b> | <b>94,6</b> | <b>103,9</b> | <b>97,5</b> | <b>93,7</b> | <b>80,4</b> |

**Fuente:** (Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología. (INAMHI) . Estación Meteorológica Puyo, 2014).

**Elaborado por:** La Autor



**Anexo 5. Puntaje para las Familias de BMWP.**

| <b>ORDEN</b> | <b>FAMILIA</b>   | <b>PUNTAJE</b> |   |
|--------------|--|----------------|---|
| P            | Perlidae   | 10             |   |
| E            | Oligoneuridae, Euthyplociidae, Polymtarcyidae.   |                |   |
| T            | Odontoceridae, Glossosomatidae, Rhyacophilidae, Calamoceratidae, Hydroptilidae, Anomalopsychidae, Atriplectididae. |                |   |
| C            | Psephenidae, Ptilodactylidae, Lampyridae.  |                |   |
| O            | Polythoridae.  |                |   |
| U            | Unionidae. (Cl: Bivalvia o Pelecypoda)   |                |   |
| Ac           | Lymnessiidae. (Cl: Arachnoidea o Hidracarina).   |                |   |
| Hi           | Hidridae. (Cl: Hydrozoa)   |                |   |
| E            | Leptophlebiidae, Efemeridae.   |                | 9 |
| T            | Hydrobiosidae, Philopotamidae, Xiphocentronidae.   |                |   |
| C            | Gyrinidae. Scirtidae.  |                |   |
| O            | Gomphidae, Megapodagrionidae, Coenagrionidae..   |                |   |
| D            | Simullidae.  |                |   |
| G            | Gordiidae, Chordodidae. (Cl: Nematomorpha)   |                |   |
| L            | Pyralidae  |                |   |
| Me           | Ampullariidae. (Cl: Gastrópoda).   |                |   |
| Hir          | Hirudinae. (Cl: Hirudinea)   |                |   |
| E            | Baetidae, Caenidae,  | 8              |   |
| T            | Hidropsychidae, Leptoceridae, Helicopsychidae.   |                |   |
| C            | Dytiscidae, Dryopidae.   |                |   |
| O            | Lestidae, Calopterygidae.  |                |   |
| H            | Pleidae. Saldidae, Guerridae, Veliidae, Hebridae   |                |   |
| D            | Dixidae.   |                |   |
| De           | Palaemonidae, Pseudothelphusidae. (Cl Crustácea)   |                |   |
| B            | Chilinnidae. (Cl: Gastrópoda)  |                |   |
| E            | Tricorythidae, Leptohiphidae.  |                | 7 |
| T            | Polycentropodidae.   |                |   |
| C            | Elmidae, Staphylinidae   |                |   |
| O            | Aeshnidae.   |                |   |
| H            | Naucoridae, Notonectidae, Mesolveiidae, Corixidae.   |                |   |
| D            | Psychodidae  |                |   |
| B            | Ancylidae, Planorbidae. (Cl: Gastrópoda)   |                |   |
| Me           | Melaniidae, Hydrobiidae, (Cl: Gastrópoda)  |                |   |
| Arc          | Neritidae. .. (Cl: Gastrópoda)+  |                |   |
| C            | Limnichidae, Lutrochidae.  | 6              |   |
| O            | Libellulidae,  |                |   |
| H            | Belostomatidae, Hydrometridae, Gelastocoridae, Nepidae,  |                |   |
| D            | Dolichopodidae.  |                |   |
| M            | Corydalidae, Sialidae..  |                |   |

Continuación...

|    |   |   |
|----|---|---|
| De | Atyidae. . (Cl Crustácea)                         |   |
| An | Hyaellidae. . (Cl Crustácea)                      |   |
| Tr | Planariidae, Dugesiidae..                         |   |
| C  | Chrysomelidae, Haliplidae, Curculiónidae.         | 5 |
| D  | Tabanidae, Stratiomyidae, Empididae.              |   |
| B  | Thiaridae. (Cl: Gastrópoda)                       |   |
| C  | Hidrophilidae, Noteridae, Hydraenidae, Noteridae. | 4 |
| D  | Tipulidae, Ceratopogonidae.                       |   |
| B  | Limnaeidae, Sphaeridae.. (Cl: Gastrópoda).        |   |
| D  | Culícidae, Muscidae, Sciomizidae.                 | 3 |
| B  | Physidae. (Cl: Gastrópoda).                       |   |
| Gl | Glossiphoniidae, Cyclobdellidae, Cylicobdellidae  |   |
| D  | Chironomidae, Ephydriidae, Syrphidae.             | 2 |
| He | Todas las familias (Excepto tubifex)              |   |
| Ha | Tubificidae (Tubifex)                             | 1 |

Fuente: (Roldán Pérez , 2008)

**Anexo 6. Índice ETP (Hoja de campo).**

| Índice ETP                      |   |   |
|---------------------------------|---|---|
| <b>Sitio de Colección:</b>      |   |   |
| <b>Nombre del río:</b>          |   |   |
| <b>Fecha de colección:</b>      |   |   |
| <b>Personas que colectaron:</b> |   |   |
| <b>Clasificación</b>            | <b>Abundancia ( Número de individuos)</b> | <b>ETP Presentes</b>  |
| Anisoptera                      |   |   |
| Bivalva                         |   |   |
| Baetidae                        |   |   |
| Ceratopogonidae                 |   |   |
| Chironomidae                    |   |   |
| Corydalidae                     |   |   |
| Elmidae                         |   |   |
| Euthyplociidae                  |   |   |
| Gastropoda                      |   |   |
| Glossosomatidae                 |   |   |
| Gordioidea                      |   |   |
| Hirudinea                       |   |   |
| Hydrachnidae                    |   |   |
| Hydrobiosidae                   |   |   |
| Hydropsichidae                  |   |   |
| Leptoceridae                    |   |   |
| Leptohyphidae                   |   |   |
| Leptophlebiidae                 |   |   |
| Naucoridae                      |   |   |
| Oligochaeta                     |   |   |
| Oligoneuridae                   |   |   |
| Perlidae                        |   |   |
| Philopotamidae                  |   |   |
| Psephenidae                     |   |   |
| Ptilodactylidae                 |   |   |
| Pyralidae                       |   |   |
| Simuliidae                      |   |   |
| Tipulidae                       |   |   |
| Turbelaria                      |   |   |
| Veliidae                        |   |   |
| Zygoptera                       |   |   |
| Otros grupos                    |   |   |
| TOTAL                           |   |   |
| ETP TOTAL ÷ ABUNDANCIA TOTAL    | ABUNDANCIA TOTAL                          | TOTAL DE ETP PRESENTES ÷ ABUNDANCIA TOTAL = (EL RESULTADO SE MULTIPLICA POR 100 Y SE OBTIENEN EL PORCENTAJE |

**Fuente:** (Carrera & Fierro, 2005)

**Anexo 7. Índice ETP Recolectados.**

| <b>Captación de Agua denominado "La Palestina"</b> |                 |                   |                     |
|--|-----------------|-------------------|---------------------|
| <b>Orden</b>                                       | <b>Familia</b>  | <b>Abundancia</b> | <b>ETP Presente</b> |
| Coleoptera   | Hydrophilidae   | 13                |                     |
| Ephemeroptera                                      | Leptophlebiidae | 102               | 102                 |
|  | Baetidae        | 28                | 28                  |
| Trichoptera  | Leptoceridae    | 70                | 70                  |
|  | Hydrobiosidae   | 29                | 29                  |
| Diptera  | Tabanidae       | 6                 |                     |
| Plecoptera   | Perlidae        | 51                | 51                  |
| Tricladida   | Dugesidae       | 9                 |                     |
| Hemiptera  | Naucoridae      | 8                 |                     |
| Odonata  | Polythoridae    | 23                |                     |
|  | Gomphidae       | 3                 |                     |
| <b>TOTAL</b>                                       |                 | <b>342</b>        | <b>280</b>          |
| <b>ETP TOTAL ÷ ABUNDANCIA TOTAL</b>                |                 | <b>0,82</b>       |                     |
| <b>TOTAL (%)</b>                                   |                 | <b>82</b>         |                     |

**Elaborado por:** La Autora

| <b>Dique del Río Pambay</b>         |                |                  |                      |
|-------------------------------------|----------------|------------------|----------------------|
| <b>Orden</b>                        | <b>Familia</b> | <b>Aundancia</b> | <b>ETP Presentes</b> |
| Coleoptera                          | Elmidae        | 23               |                      |
|                                     | Psephenidae    | 7                |                      |
| Diptera                             | Tipulidae      | 14               |                      |
|                                     | Chironomidae   | 32               |                      |
| Trichoptera                         | Leptoceridae   | 43               | 43                   |
|                                     | Hydroptilidae  | 3                | 3                    |
| Ephemeroptera                       | Baetidae       | 38               | 38                   |
| Megaloptera                         | Corydalidae    | 56               |                      |
| Plecoptera                          | Perlidae       | 25               | 25                   |
| Lepidoptera                         | Pyralidae      | 4                |                      |
| Odonata                             | Polythoridae   | 6                |                      |
| <b>TOTAL</b>                        |                | <b>251</b>       | <b>109</b>           |
| <b>ETP TOTAL ÷ ABUNDANCIA TOTAL</b> |                | <b>0,43</b>      |                      |
| <b>TOTAL (%)</b>                    |                | <b>43</b>        |                      |

**Elaborado por:** La Autora

| <b>Unión del Río Pambay con el Río Puyo</b> |                |                   |                      |
|---|----------------|-------------------|----------------------|
| <b>Orden</b>                                | <b>Familia</b> | <b>Abundancia</b> | <b>ETP Presentes</b> |
| Coleoptera                                  | Elmidae        | 10                |                      |
| Ephemeroptera                               | Baetidae       | 5                 | 5                    |
| Diptera                                     | Chironomidae   | 17                |                      |
| Odonata                                     | Gomphidae      | 5                 |                      |
| <b>TOTAL</b>                                |                | <b>37</b>         | <b>5</b>             |
| ETP TOTAL ÷ ABUNDANCIA TOTAL                |                | <b>0,14</b>       |                      |
| <b>TOTAL (%)</b>                            |                | <b>14</b>         |                      |

Elaborado por: La Autora

**Anexo 8. Análisis Químico del agua del Río Pambay (Captación de agua La Palestina).**



**INFORME DE ANÁLISIS DE AGUAS**

Análisis solicitado por: Srta. Luisa De la Cruz

Fecha de Análisis: 13 de junio de 2014

Fecha de Entrega de Resultados: 25 de junio de 2014

Tipo de muestras: Agua superficial Rio Pambay Captación (50 metros antes)

Localidad: Puyo

Código 101-14

**Análisis Químico**

| Determinaciones               | Unidades       | *Método    | **Límites    | Resultados |
|-------------------------------|----------------|------------|--------------|------------|
| pH                            | Und.           | 4500-B     | 6.5 – 8.5    | 6.52       |
| Conductividad                 | $\mu$ Siems/cm | 2510-B     |              | 38.7       |
| Demanda Química de Oxígeno    | mg/L           | 5220-C     |              | 38.1       |
| Demanda Bioquímica de Oxígeno | mg/L           | 5210-B     |              | 9          |
| Oxígeno Disuelto              | mg/L           | 4500-O-C   | No menor a 6 | 6.8        |
| Amonios                       | mg/L           | 4500-NH4-C |              | 0.06       |
| Nitratos                      | mg/L           | 4500-NO3-C | 10           | 0.01       |
| Nitritos                      | mg/L           | 4500-NO2-B | 1            | 0.007      |
| Fosfatos                      | mg/L           | 4500-P-D   | 0.3          | 0.30       |
| Sólidos Totales Disueltos     | mg/L           | 2540-C     | 1000         | 19.3       |

\*Métodos Normalizados. APHA, AWWA, WPCF 17 ed.

TABLA 1. Límites máximos permisibles para aguas de consumo humano y uso doméstico, que únicamente requieren tratamiento convencional

Observaciones:

Atentamente.



Dra. Gina Álvarez R.

Nota: El presente informe afecta solo a la muestra analizada.

## Anexo 9. Análisis Químico del agua del Dique del Río Pambay.



### INFORME DE ANÁLISIS DE AGUAS

Análisis solicitado por: Srta. Luisa De la Cruz

Fecha de Análisis: 13 de junio de 2014

Fecha de Entrega de Resultados: 25 de junio de 2014

Tipo de muestras: Agua superficial Río Pambay. Antes del Dique Pambay (100 m)

Localidad: Puyo

Código 102-14

### Análisis Químico

| Determinaciones               | Unidades       | *Método    | **Límites    | Resultados |
|-------------------------------|----------------|------------|--------------|------------|
| pH                            | Und.           | 4500-B     | 6.5 - 9      | 6.12       |
| Conductividad                 | $\mu$ Siems/cm | 2510-B     |              | 32.1       |
| Demanda Química de Oxígeno    | mg/L           | 5220-C     |              | 38         |
| Demanda Bioquímica de Oxígeno | mg/L           | 5210-B     |              | 24         |
| Oxígeno Disuelto              | mg/L           | 4500-O-C   | No menor a 6 | 6.8        |
| Amonios                       | mg/L           | 4500-NH4-C | 0.2          | 0.02       |
| Nitratos                      | mg/L           | 4500-NO3-C |              | 0.01       |
| Nitritos                      | mg/L           | 4500-NO2-B |              | 0.007      |
| Fosfatos                      | mg/L           | 4500-P-D   |              | 0.44       |
| Sólidos Totales Disueltos     | mg/L           | 2540-C     |              | 18.3       |

\*Métodos Normalizados. APHA, AWWA, WPCF 17 ed.

TABLA 3. Criterios de Calidad admisibles para la preservación de la flora y fauna en aguas dulces, frías o cálidas, y en aguas marinas y de estuario.

Observaciones:

Atentamente.



Dra. Gina Álvarez R.

Nota: El presente informe afecta solo a la muestra analizada.

**Anexo 10.** Análisis Químico del agua de la Unión entre el Río Pambay con el Río Puyo.



**INFORME DE ANÁLISIS DE AGUAS**

Análisis solicitado por: Srta. Luisa De la Cruz

Fecha de Análisis: 13 de junio de 2014

Fecha de Entrega de Resultados: 25 de junio de 2014

Tipo de muestras: Agua superficial Río Pambay. Antes de la unión del Río Puyo (100 m)

Localidad: Puyo

Código 103-14

**Análisis Químico**

| Determinaciones               | Unidades       | *Método    | **Límites    | Resultados |
|-------------------------------|----------------|------------|--------------|------------|
| pH                            | Und.           | 4500-B     | 6.5 - 9      | 6.41       |
| Conductividad                 | $\mu$ Siems/cm | 2510-B     |              | 36.4       |
| Demanda Química de Oxígeno    | mg/L           | 5220-C     |              | 54         |
| Demanda Bioquímica de Oxígeno | mg/L           | 5210-B     |              | 41         |
| Oxígeno Disuelto              | mg/L           | 4500-O-C   | No menor a 6 | 6.7        |
| Amonios                       | mg/L           | 4500-NH4-C | 0.2          | 0.1        |
| Nitratos                      | mg/L           | 4500-NO3-C |              | 0.01       |
| Nitritos                      | mg/L           | 4500-NO2-B |              | 0.007      |
| Fosfatos                      | mg/L           | 4500-P-D   |              | 0.19       |
| Sólidos Totales Disueltos     | mg/L           | 2540-C     |              | 19.1       |

\*Métodos Normalizados. APHA, AWWA, WPCF 17 ed.

TABLA 3. Criterios de Calidad admisibles para la preservación de la flora y fauna en aguas dulces, frías o cálidas, y en aguas marinas y de estuario.

Observaciones:

Atentamente.



Dra. Gina Álvarez R.

Nota: El presente informe afecta solo a la muestra analizada.




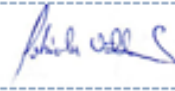
**Anexo 11.** Análisis Microbiológico del agua de la Captación La Palestina.



Contáctanos: 093387300 - 032924322 ó 0984648617 – 03360-260  
 Av. 11 de Noviembre y Milton Reyes  
 Riobamba – Ecuador

**EXAMEN MICROBIOLÓGICO DE AGUA**

**CÓDIGO 327-14**

|  |                         |  |                  |
|--|-------------------------|--|------------------|
| CLIENTE: Luisa de la Cruz  |                         |  |                  |
| DIRECCION: Puyo  |                         | TELÉFONO:  |                  |
| TIPO DE MUESTRA: Captación de Agua a 100 m antes   |                         |  |                  |
| FECHA DE RECEPCION: 13 de Octubre del 2014   |                         |  |                  |
| FECHA DE MUESTREO: 13 de Octubre del 2014  |                         |  |                  |
| <b>EXAMEN FISICO</b>   |                         |  |                  |
| COLOR: Incoloro  |                         |  |                  |
| OLOR: Inoloro  |                         |  |                  |
| ASPECTO: Libre de material extraño   |                         |  |                  |
| <b>PARÁMETROS</b>  | <b>MÉTODO</b>           | <b>VALOR REFERENCIAL</b>   | <b>RESULTADO</b> |
| <i>Coliformes totales UFC/100mL</i>  | Filtración por membrana | ---  | 690              |
| <i>Coliformes fecales UFC/100mL</i>  | Filtración por membrana | <1   | 520              |
| <b>NORMA INEN 1108:2011</b>  |                         |  |                  |
| OBSERVACIONES:   |                         |  |                  |
| FECHA DE ANALISIS: 13 de Octubre del 2014  |                         |  |                  |
| FECHA DE ENTREGA : 14 de Octubre del 2014  |                         |  |                  |
| <b>RESPONSABLES:</b>   |                         |  |                  |
| <br><b>Dra. Gina Álvarez R.</b>                                       |                         | <br><b>Dra. Fabiola Villa</b> |                  |
| El informe sólo afecta a la muestra solicitada a ensayo, el informe no deberá reproducirse sino en su totalidad previo autorización de los responsables. |                         |  |                  |


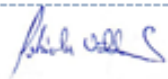
**Anexo 12.** Análisis Microbiológico del agua del Dique del Río Pambay.



Contáctanos: 093387300 - 032924322 ó 0984648617 – 03360-260  
 Av. 11 de Noviembre y Milton Reyes  
 Riobamba – Ecuador

**EXAMEN MICROBIOLÓGICO DE AGUA**

**CÓDIGO 328-14**

|  |                         |  |                  |
|--|-------------------------|--|------------------|
| <b>CLIENTE:</b> Luisa de la Cruz   |                         |  |                  |
| <b>DIRECCION:</b> Puyo   |                         | <b>TELÉFONO:</b>   |                  |
| <b>TIPO DE MUESTRA:</b> Dique del Río Pambay   |                         |  |                  |
| <b>FECHA DE RECEPCION:</b> 13 de Octubre del 2014  |                         |  |                  |
| <b>FECHA DE MUESTREO:</b> 13 de Octubre del 2014   |                         |  |                  |
| <b>EXAMEN FISICO</b>   |                         |  |                  |
| <b>COLOR:</b> Incoloro   |                         |  |                  |
| <b>OLOR:</b> Inoloro   |                         |  |                  |
| <b>ASPECTO:</b> Libre de material extraño  |                         |  |                  |
| <b>PARAMETROS</b>  | <b>MÉTODO</b>           | <b>VALOR REFERENCIAL</b>   | <b>RESULTADO</b> |
| <i>Coliformes totales UFC/100mL</i>  | Filtración por membrana | ---  | 300              |
| <i>Coliformes fecales UFC/100mL</i>  | Filtración por membrana | <1   | 250              |
| <b>NORMA INEN 1108:2011</b>  |                         |  |                  |
| <b>OB SERVACIONES:</b>   |                         |  |                  |
| <b>FECHA DE ANALISIS:</b> 13 de Octubre del 2014   |                         |  |                  |
| <b>FECHA DE ENTREGA :</b> 14 de Octubre del 2014   |                         |  |                  |
| <b>RESPONSABLES:</b>   |                         |  |                  |
| <br><b>Dra. Gina Álvarez R.</b>                                       |                         | <br><b>Dra. Fabiola Villa</b> |                  |
| El informe sólo afecta a la muestra solicitada a ensayo, el informe no deberá reproducirse sino en su totalidad previo autorización de los responsables. |                         |  |                  |

**Anexo 13.** Análisis Microbiológico de agua de la Unión entre el Río Pambay con el Río Puyo.




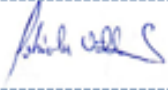
Contáctanos: 093387300 - 032924322 ó 0984648617 – 03360-260

Av. 11 de Noviembre y Milton Reyes

Riobamba – Ecuador

**EXAMEN MICROBIOLÓGICO DE AGUA**

**CÓDIGO 326-14**

|  |                         |   |                  |
|--|-------------------------|---|------------------|
| <b>CLIENTE:</b> Luisa de la Cruz   |                         |   |                  |
| <b>DIRECCION:</b> Puyo   |                         | <b>TELÉFONO:</b>  |                  |
| <b>TIPO DE MUESTRA:</b> Agua Río Pambay a 100m de la unión Río Puyo  |                         |   |                  |
| <b>FECHA DE RECEPCION:</b> 13 de Octubre del 2014  |                         |   |                  |
| <b>FECHA DE MUESTREO:</b> 13 de Octubre del 2014   |                         |   |                  |
| <b>EXAMEN FISICO</b>   |                         |   |                  |
| <b>COLOR:</b> Incoloro   |                         |   |                  |
| <b>OLOR:</b> Inoloro   |                         |   |                  |
| <b>ASPECTO:</b> Libre de material extraño  |                         |   |                  |
| <b>PARÁMETROS</b>  | <b>MÉTODO</b>           | <b>VALOR REFERENCIAL</b>  | <b>RESULTADO</b> |
| <i>Coliformes totales UFC/100mL</i>  | Filtración por membrana | --  | 890              |
| <i>Coliformes fecales UFC/100mL</i>  | Filtración por membrana | <1  | 740              |
| <b>NORMA INEN 1108:2011</b>  |                         |   |                  |
| <b>OBSERVACIONES:</b>  |                         |   |                  |
| <b>FECHA DE ANALISIS:</b> 13 de Octubre del 2014   |                         |   |                  |
| <b>FECHA DE ENTREGA :</b> 14 de Octubre del 2014   |                         |   |                  |
| <b>RESPONSABLES:</b>   |                         |   |                  |
| <br><b>Dra. Gina Álvarez R.</b>                                       |                         | <br><b>Dra. Fabiola Villa</b> |                  |
| El informe sólo afecta a la muestra solicitada a ensayo, el informe no deberá reproducirse sino en su totalidad previo autorización de los responsables. |                         |   |                  |

**Anexo 14. Certificación Laboratorio GADPPz.**



**CERTIFICACIÓN**

*En calidad de Director del departamento de Gestión Ambiental del Gobierno Autónomo Descentralizado Provincial de Pastaza y a petición verbal de la parte interesada;*

**CERTIFICO:**

*Que: la señorita **LUISA MARGOTÁ DE LA CRUZ SHÍNGON**, portador de la cédula de Ciudadanía No. 160068362-5, utilizó el microscopio de la Institución, para la identificación de macroinvertebrados.*

*Es todo cuanto puedo certificar en honor a la verdad, la interesada puede hacer uso del presente documento en lo que crea conveniente, excepto para trámites de orden judicial.*

*Puyo, 27 de junio de 2014*

Ingeniero Marcelo Montero  
**DIRECTOR DE GESTIÓN AMBIENTAL DEL  
GOBIERNO AUTÓNOMO DESCENTRALIZADO  
PROVINCIAL DE PASTAZA**





## Anexo 15. Fotografías

**Foto 2.**



Captación de agua La Palestina

X: 830682, Y: 9838912

**Foto 3.**



Dique del Río Pambay

X: 833174, Y: 9837258



**Foto 4.**



Unión entre el Río Pambay con el Río Puyo.

X: 834065, Y: 9836508

**Foto 5.**



Captura de macroinvertebrados

**Foto 6.**



Limpieza de la muestra.

**Foto 7.**



Identificación de macroinvertebrados



**Foto 8.**



Identificación de macroinvertebrados mediante el microscopio.

**Foto 9.**



Separación y recuento del número de individuos recolectados.



**Foto 10.**



Recolección de muestras de agua.

X: 833174, Y: 9837258

**Foto 11.**



Etiquetado de la muestra.

X: 833174, Y: 9837258

**Foto 12.**



**Foto 13.**



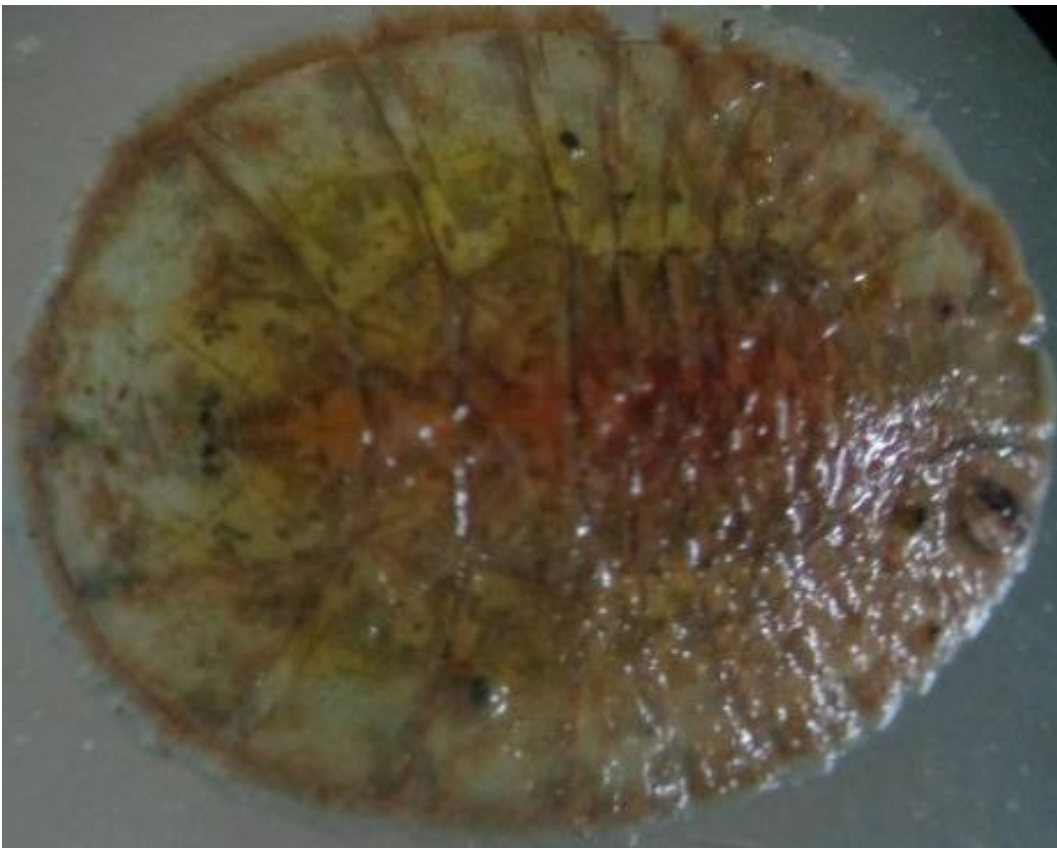
Familia Hydrophilidae del Orden Coleoptera.

**Foto 14.**



Familia Elmidae del Orden Coleoptera.

**Foto 15.**



Familia Psephenidae del Orden Coleoptera.



**Foto 16.**



Familia Leptophebiidae del Orden Ephemeroptera.

**Foto 17.**



Familia Baetidae del Orden Ephemeroptera.

**Foto 18.**



Familia Leptoceridae del Orden Trichoptera.

**Foto 19.**



Familia Hidropsychidae del Orden Trichoptera.

**Foto 20.**



Familia Tabanidae del orden Diptera.

**Foto 21.**



Familia Tipulidae del orden Diptera.

**Foto 22.**



Familia Chironomidae del orden Diptera.

**Foto 23.**



Familia Perlidae del orden Plecoptera.



**Foto 24.**



Familia Dugesiidae del orden Tricladida.

**Foto 25.**



Familia Naucoridae del orden Hemiptera.



**Foto 26.**



Familia Polythoridae del orden Odonata.

**Foto 27.**



Familia Gomphidae del orden Odonata.

**Foto 28.**



Familia Coenagrionidae del orden Odonata.

**Foto 29.**



Familia Corydalidae del orden Megaloptera.

**Foto 30.**



Familia Pyralidae del orden Lepidoptera.