



**UNIVERSIDAD NACIONAL DE LOJA**

**ÁREA AGROPECUARIA Y DE RECURSOS NATURALES  
RENOVABLES**

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

**EVALUACIÓN DE LA CALIDAD DE AGUA DE LA  
MICROCUCNA CAYAMATZA DEL CANTÓN EL PANGUL,  
A TRAVÉS DEL USO DE BIOINDICADORES**

*Tesis de grado previo a la obtención  
del título de: Ingeniero en Manejo y  
Conservación del Medio Ambiente*

**RESPONSABLE:** Verónica Elizabeth Olaya Valdiviezo

**DIRECTORA:** Ing. Magaly Castillo



**LOJA - ECUADOR  
2013**

## CERTIFICACIÓN

En calidad de Directora de la tesis titulada “**EVALUACIÓN DE LA CALIDAD DE AGUA DE LA MICROCUENCA CAYAMATZA DEL CANTÓN EL PANGUI, A TRAVÉS DEL USO DE BIOINDICADORES**”, de autoría de la señora egresada de la carrera de Ingeniería en Manejo y Conservación del Medio Ambiente Verónica Elizabeth Olaya Valdiviezo, ha sido dirigida, revisada y aprobada en su integridad, por lo que autorizo su presentación y publicación.

Loja, 8 de febrero de 2013

Atentamente

Ing. Magaly Castillo

**DIRECTORA DE TESIS**

## CERTIFICACIÓN

En calidad de Tribunal Calificador de la Tesis **“EVALUACIÓN DE LA CALIDAD DE AGUA DE LA MICROCUENCA CAYAMATZA DEL CANTÓN EL PANGUI, A TRAVÉS DEL USO DE BIOINDICADORES”**, de autoría de la señora Verónica Elizabeth Olaya Valdiviezo, egresada de la carrera de Ingeniería en Manejo y Conservación del Medio Ambiente, han incorporado todas las sugerencias efectuadas por el Tribunal Calificador y luego de su revisión se ha procedido a la respectiva calificación y aprobación.

Por lo tanto autorizo a la señorita egresada, su publicación y difusión.

Loja, 14 de febrero de 2013

Atentamente,

Ing. Diego Armijos Ojeda, Mg. Sc.

**PRESIDENTE**

\_\_\_\_\_

Ing. Johana Muñoz Chamba, Mg. Sc.

**VOCAL**

\_\_\_\_\_

Ing. Diana Ochoa Gordillo, Mg. Sc.

**VOCAL**

\_\_\_\_\_

## **AUTORÍA**

Las ideas y conceptos que contiene el presente trabajo de Investigaciones de exclusiva responsabilidad intelectual de la autora.

El presente material puede ser usado citando la fuente.

Verónica Elizabeth Olaya Valdiviezo

## **DEDICATORIA**

La presente tesis se la dedico a mi familia, a mis padres, en especial a la memoria de mi madre Sabina Valdiviezo, quien fue la que me incentivo a estudiar, me brindo todo su apoyo y ha sido ejemplo de perseverancia. A mis hermanos José y Diany por su apoyo moral.

A mi esposo, José Luis quien me brindo su amor, cariño y gracias al apoyo constante e incondicional logré concluir una gran meta en mi vida, culminar mi carrera universitaria, para poder apoyar el desarrollo de nuestro país, de manera especial a mi hijo Joseph quien me ha acompañado en este largo proceso y ha sido fuente de inspiración.

## **AGRADECIMIENTO**

Al culminar el presente trabajo, quiero expresar mi gratitud imperecedera a quienes de una u otra forma contribuyeron en la exitosa culminación, en especial:

A la Ing. Magaly Castillo, directora de tesis quien con sus conocimientos, experiencia y su disposición para orientarme en el desarrollo del presente trabajo investigativo. A la Universidad Nacional de Loja, al personal docente y administrativo de la Carrera de Ingeniería en Manejo y Conservación del Medio Ambiente, por haberme acogido y permitido culminar los estudios universitarios y haberme impartido los conocimientos necesarios para desarrollarme en la vida profesional.

## ÍNDICE

N°	TITULO	Pag.
1	INTRODUCCIÓN.....	1
2	REVISIÓN DE LITERATURA.....	5
2.1	EL AGUA.....	5
2.2	LA IMPORTANCIA DEL AGUA.....	5
2.3	EL AGUA EN EL ECUADOR.....	6
2.4	CAUSAS DE LA CONTAMINACIÓN.....	7
2.5	CALIDAD DEL AGUA.....	8
2.6	MONITOREO DEL AGUA.....	8
2.7	BIOINDICADORES.....	9
2.8	MACROINVERTEBRADOS ACUÁTICOS.....	9
2.9	ESTRUCTURA DE LOS MACROINVERTEBRADOS.....	12
2.10	CARACTERÍSTICAS DE LOS PRINCIPALES MACROINVERTEBRADOS.....	12
2.10.1	Orden Plecoptera.....	12
2.10.2	Orden Ephemeroptera.....	13
2.10.3	Orden Trichoptera.....	13
2.10.4	Orden Lepidoptera.....	14
2.10.5	Orden Megaloptera (Neuroptera).....	14
2.10.6	Orden Tricladia.....	14
2.10.7	Orden Diptera.....	15
2.10.8	Orden Coleoptera.....	15
2.10.9	Orden Hemiptera (Chinches de agua).....	16
2.10.10	Orden Odonata.....	16
2.10.11	Orden Bivalvia.....	16
2.10.12	Clase Oligochaeta.....	17
2.10.13	Clase Gastropoda.....	17
2.11	IMPORTANCIA DE LOS MACROINVERTEBRADOS.....	17
2.12	HÁBITAT.....	18

2.13	STREAM VISUAL ASSESSMENT PROTOCOL (SVAP) .....	19
2.14	PRINCIPALES CARACTERÍSTICAS QUE SE EVALÚAN EN UN RÍO O QUEBRADA .....	19
2.14.1	Apariencia del agua .....	19
2.14.2	Sedimentos .....	20
2.14.3	Zona Ribereña .....	20
2.14.4	Sombra (cobertura boscosa) .....	21
2.14.5	Pozas .....	21
2.14.6	Condición del Cauce .....	21
2.14.7	Alteración Hidrológica (desbordes) .....	22
2.14.8	Estabilidad en las Orillas .....	22
2.14.9	Barreras al Movimiento de Peces .....	23
2.14.10	Presión de Pesca .....	23
2.14.11	Presencia de Desechos Sólidos .....	23
2.14.12	Refugio para Peces .....	24
2.14.13	Refugio para Macroinvertebrados dentro de la Quebrada .....	24
2.14.14	Presencia de Estiércol .....	25
2.14.15	Aumento de Nutrientes de Origen Orgánico .....	25
2.15	MARCO LEGAL .....	25
2.15.1	Constitución de la República del Ecuador .....	25
2.15.2	Texto Unificado de Legislación Secundaria del Ministerio del Ambiente (TULSMA) .....	29
2.15.3	Ley de Aguas .....	31
3	MATERIALES Y MÉTODOS .....	33
3.1	UBICACIÓN DEL ÁREA DE ESTUDIO .....	33
3.1.1	Ubicación Política .....	33
3.1.2	Ubicación Geográfica .....	34
3.1.3	Descripción Ecológica .....	36
3.2	METODOLOGÍA .....	37
3.2.1	Determinación de los parámetros físico-químicos y bacteriológicos de calidad del agua de la microcuenca Cayamatza obtenidos en cada uno de los muestreos .....	38



3.2.2	Determinación de la Calidad del Agua de la Microcuenca Cayamatza Mediante la Aplicación de Índices Biológicos y su Relación Comparativa con los Métodos Convencionales.....	41
3.2.2.1	Análisis EPT (Ephemeroptera, Plecoptera, Trichoptera).....	44
3.2.2.2	Análisis de sensibilidad .....	44
3.2.3	Evaluación de las Condiciones de Hábitat de las Quebradas Mediante el Sistema Stream Visual Assessment Protocol (SVAP).” .....	45
3.2.4	Difusión de la metodología y los resultados obtenidos de la evaluación de la calidad de agua de la microcuenca Cayamatza .....	47
4	RESULTADOS .....	48
4.1	ANÁLISIS FÍSICO-QUÍMICOS Y BACTERIOLÓGICOS DE LA CALIDAD DEL AGUA DE LA MICROCUENCA CAYAMATZA. ....	48
4.2	CALIDAD DE AGUA DE LA MICROCUENCA CAYAMATZA MEDIANTE LA APLICACIÓN DE ÍNDICES BIOLÓGICOS.....	52
4.2.1	Dominancia de Macroinvertebrados Acuáticos de la Microcuenca Cayamatza.....	52
4.2.2	Análisis de EPT .....	57
4.2.3	Análisis de sensibilidad.....	60
4.3	EVALUACIÓN VISUAL DEL HÁBITAT .....	62
5	DISCUSIÓN .....	64
5.1	ANÁLISIS FÍSICO-QUÍMICOS Y BACTERIOLÓGICOS DE LA CALIDAD DEL AGUA DE LA MICROCUENCA CAYAMATZA .....	64
5.2	CALIDAD DE AGUA DE LA MICROCUENCA CAYAMATZA MEDIANTE LA APLICACIÓN DE ÍNDICES BIOLÓGICOS.....	65
5.3	EVALUACIÓN VISUAL DEL HÁBITAT DE LA MICROCUENCA CAYAMATZA MEDIANTE EL SISTEMA STREAM VISUAL ASSESSMENT PROTOCOL (SVAP).....	68
6	CONCLUSIONES.....	70
7	RECOMENDACIONES.....	72
8	BIBLIOGRAFÍA .....	74
9	ANEXO .....	77

## ÍNDICE DE CUADROS

N°	TITULO	Pag.
<b>Cuadro 1.</b>	Estaciones de monitoreo para determinar de la microcuenca Cayamatza.....	38
<b>Cuadro 2.</b>	Parámetros físico – químicos y bacteriológicos que se analizaron para evaluar la calidad del agua de la microcuenca Cayamatza. ....	39
<b>Cuadro 3.</b>	Resultados de los análisis físico-químicos y bacteriológicos del agua de la microcuenca Cayamatza, 2012.....	48
<b>Cuadro 4.</b>	Macroinvertebrados acuáticos encontrados en la microcuenca Cayamatza. ....	53
<b>Cuadro 5.</b>	EPT presentes en la microcuenca Cayamatza.....	57
<b>Cuadro 6.</b>	Análisis Visual de la calidad del hábitat en cada una de las estaciones de monitoreo de la microcuenca Cayamatza, durante el periodo de muestreo, mediante el sistema Stream Visual Assessment Protocol (SVAP).....	62

## ÍNDICE DE FIGURAS

N°	TITULO	Pag.
<b>Figura 1.</b>	Forma de los macroinvertebrados.....	11
<b>Figura 2.</b>	Numero de patas de los macroinvertebrados.....	11
<b>Figura 3.</b>	Estructura externa de un macroinvertebrado.....	12
<b>Figura 4.</b>	Ubicación política de la zona de estudio, 2012. ....	34
<b>Figura 5.</b>	Mapa base de la microcuenca Cayamatza, El Panguí, 2012.....	35
<b>Figura 6.</b>	Ubicación de los sitios de muestreo, para los análisis físico-químico y microbiológico en la microcuenca Cayamatza.....	40
<b>Figura 7.</b>	Ubicación de los sitios de muestreo para macroinvertebrados en la microcuenca Cayamatza.....	42
<b>Figura 8.</b>	Red surber para la captura de macroinvertebrados. ....	41
<b>Figura 9.</b>	Captura de invertebrados con red surber. ....	43
<b>Figura 10.</b>	Lámina para la identificación de macroinvertebrados.....	43
<b>Figura 11.</b>	Ubicación de los sitios ed muestreo para la evaluacion del habitat en la microcuenca Cayamatza. ....	46
<b>Figura 12.</b>	Amonio de la microcuenca microcuenca Cayamatza, 2012.....	50
<b>Figura 13.</b>	Silice de la microcuenca Cayamatza, 2012.....	51
<b>Figura 14.</b>	Fosfato de la microcuenca Cayamatza, 2012. ....	51
<b>Figura 15.</b>	Gérmenes totales amonio de la microcuenca Cayamatza, 2012. ....	52
<b>Figura 16.</b>	Abundanciademacroinvertebradosdurante el periodo de muestreo de la microcuenca Cayamatza, 2012.....	54
<b>Figura 17.</b>	Abundancia de macroinvertebrados, durante los tres meses de monitoreo. ....	55
<b>Figura 18.</b>	Taxón dominante por estación de monitoreo correspondiente al mes de Julio de la microcuenca Cayamatza.....	55
<b>Figura 19.</b>	Taxón dominante por estación de monitoreo correspondiente al mes de septiembre de la microcuenca Cayamatza. ....	56
<b>Figura 20.</b>	Taxón dominante por estación de monitoreo correspondiente al mes de octubre de la microcuenca Cayamatza.....	57
<b>Figura 21.</b>	Indice de EPT presentes, correspondiente al mes de julio. ....	58
<b>Figura 22.</b>	Indice de EPT presentes, correspondiente al mes de septiembre.....	59
<b>Figura 23.</b>	Indice de EPT presentes, correspondiente al mes de octubre. ....	60
<b>Figura 24.</b>	Índice de sensibilidad, correspondiente al mes de julio. ....	61

<b>Figura 25.</b> Índice de sensibilidad, correspondiente al mes de septiembre. ....	61
<b>Figura 26.</b> Índice de sensibilidad, correspondiente al mes de octubre.....	62
<b>Figura 27.</b> Análisis Visual de la calidad del hábitat en cada una de las estaciones de monitoreo de la microcuenca Cayamatza.....	63

## ÍNDICE DE ANEXOS

N°	TITULO	Pag.
Anexo 1.	Hojas de campo para determinar la calidad de agua mediante macroinvertebrados. .	77
Anexo 2.	Parámetros para la evaluación del hábitat.....	79
Anexo 3.	Resultados del laboratorio de los análisis físico – químicos y microbiológicos de la microcuenca Cayamatza, El Panguí, 2013. ....	81
Anexo 4.	Normas de la calidad del agua.....	87
Anexo 5.	Parámetros evaluados para la calidad del hábitat en cada una de las estaciones de monitoreo de la microcuenca Cayamatza, mediante el sistema Stream Visual Assessment Protocol (SVAP), El Panguí, 2013. ....	90
Anexo 6.	Ubicación de la estación de monitoreo EM1 de la microcuenca Cayamatza, El Panguí, 2013.....	93
Anexo 7.	Ubicación de la estación de monitoreo EM2 de la microcuenca Cayamatza, El Panguí, 2013.....	94
Anexo 8.	Ubicación de la estación de monitoreo EM3 de la microcuenca Cayamatza, El Panguí, 2013.....	96
Anexo 9.	Ubicación de la estación de monitoreo EM4 de la microcuenca Cayamatza, El Panguí, 2013.....	98
Anexo 10.	Ubicación de la estación de monitoreo EM5 de la microcuenca Cayamatza, El Panguí, 2013.....	98
Anexo 11.	Ubicación de la estación de monitoreo EM7 de la microcuenca Cayamatza, El Panguí, 2013.....	100
Anexo 12.	Macroinvertebrados identificados en la microcuenca Cayamatza, El Panguí, 2013. ....	102
Anexo 13.	Lámina de identificación para macroinvertebrados. ....	110
Anexo 14.	Guía para la evaluación del hábitat. ....	111

## RESUMEN

El presente estudio se llevó a cabo en la microcuenca Cayamatza, que se encuentra ubicado al noroeste de la provincia de Zamora Chinchipe, en la parroquia y cantón El Pangui, con una altitud de 740 a 2178msnm y una superficie de 2612,1 ha. El objetivo principal fue contribuir a la gestión del recurso hídrico a través de la evaluación de la calidad de agua de la microcuenca Cayamatza en el cantón El Pangui, mediante la aplicación de indicadores biológicos acuáticos, cuya fase de campo se realizó en los meses de julio, septiembre y octubre del 2011. Se determinó la calidad del agua mediante la aplicación de dos índices (<sup>1</sup>EPT y de Sensibilidad), y para la evaluación del hábitat mediante el Sistema Stream Visual Assessment Protocol (SVAP). Además se realizaron análisis físico-químico y microbiológico.

Para ello se estableció siete estaciones de monitoreo. Los individuos colectados se identificaron y clasificaron en base a la lámina de Carrera y Fierro (2001), además se usó como referencia la descripción de taxones y guía de identificación de Oscoz, *et al.*(2009); para la valoración del hábitat se utilizó la guía para evaluaciones ecológicas rápida de Mafla (2005); y, para la determinación de los parámetros físico-químico y microbiológicos, las muestras colectados fueron analizadas en el laboratorio de Aguas y Suelo de la ciudad de Loja. De los análisis físico-químico y microbiológico del agua, en la parte media y baja de la microcuenca los parámetros que sobrepasaron los límites permisibles fueron: amonio, fosfato, sílice y gérmenes totales. Con respecto a los macroinvertebrados acuáticos se registraron 31 familias congregadas en 12 órdenes. Para el análisis de EPT, en la parte alta de la microcuenca en la estación EM1 la calidad de agua fue muy buena y en la estación EM2 con buena calidad de agua, permitiendo

---

<sup>1</sup>EPT. Ephemeroptera, Plecoptera, Trichoptera

que familias como Leptophlebiidae, Perlidae y Leptoceridae se desarrollen en buenas condiciones debido a que en el área aun se conserva ciertas características naturales, en comparación con la parte media y baja en las cuales las estaciones EM3, EM4, EM5, EM6 y EM7 la calidad de agua fue regular, encontrándose especies como Baetidae e Hydropsychidae que prefieren aguas con cierto grado de contaminación. En el análisis de sensibilidad la estación EM2 la calidad de agua fue muy buena, en EM1, EM3 y EM4 con buena; y, EM5, EM6 y EM7 como calidad de agua regular regular. En la valoración del hábitat la estación EM1 presentó una calidad de buena, en EM2 regular y en EM3, EM4, EM5, EM6 y EM7 de pobre. Los macroinvertebrados acuáticos son buenos indicadores de la calidad del agua ya que reaccionan a los cambios que se producen en el entorno en especial en área que están expuestas a la actividad antrópica.

## SUMMARY

This study was conducted in the watershed Cayamatza, which is located northwest of the province of Zamora Chinchipe, in the parish and canton The Panguí, with an altitude of 740-2178 m and an area of 2612.1 ha. The main objective was to contribute to the management of water resources through the assessment of water quality of the watershed in the canton Cayamatza The Panguí, by applying aquatic biological indicators, whose field phase was conducted in the months of July, September and October 2011. We determined the water quality by applying two indices (<sup>1</sup>EPT and Sensitivity), and for habitat assessment by Stream Visual Assessment Protocol System (SVAP). Further analyzes were conducted physico-chemical and microbiological.

This was established seven monitoring stations. The individuals collected were identified and classified based on the film Carrera and Fierro (2001), and was used as a reference the description of taxa and identification guide Oscoz, *et al.* (2009), for habitat assessment guide was used for rapid ecological assessments Mafla (2005) and, for the determination of the physico-chemical and microbiological samples collected were analyzed in the laboratory of Water and Land the city of Loja. Of physical-chemical and microbiological water, in the middle and lower watershed parameters that exceeded allowable limits were: ammonium, phosphate, silica and total germs. Regarding aquatic macroinvertebrates were 31 families gathered in 12 orders. For analysis of EPT in the upper watershed EM1 station water quality was very good and EM2 station with good water quality, allowing families as Leptophlebiidae, Leptoceridae Perlidae and develop in good condition due that in the area still retains certain natural characteristics, compared with the middle and lower stations where EM3, EM4, EM5, EM7

---

<sup>1</sup>EPT. Ephemeroptera, Plecoptera, Trichoptera



EM6 and water quality was fair, being species as Baetidae and Hydropsychidae who prefer waters with some degree of contamination. In the sensitivity analysis EM2 station water quality was very good, EM1, EM3 and EM4 with good, and, EM5, EM7 EM6 and as regular regular water quality. In assessing habitat EM1 station presented a good quality, in regular and EM2 EM3, EM4, EM5, EM7 EM6 and poor. Aquatic macroinvertebrates are good indicators of water quality because they react to the changes that occur in the environment especially in areas that are exposed to human activity.

## 1 INTRODUCCIÓN

La contaminación del agua es un problema para la salud de todos los seres vivos que habitan en el planeta. Gran parte de nuestras actividades dependen del agua, por lo tanto debemos considerar el recurso hídrico como un eje estratégico indispensable en el futuro en cuanto a su conservación y preservación.

A nivel mundial se ha empezado a dar importancia al problema de la contaminación y se están haciendo esfuerzos para involucrar a las comunidades en los diagnósticos de la calidad de agua. Por lo general, los análisis físico-químicos y bacteriológicos (<sup>2</sup>TDS, turbiedad, hierro, manganeso, pH, metales pesados, Coliformes totales y fecales, entre otros) que se realizan, consideran únicamente la calidad del agua desde su potabilidad (McLarney *et al.* 2002), pero se empieza a aplicar con gran auge el uso de bioindicadores para generar mejores resultados.

Muchos países de América Latina y el Caribe se encuentran en proceso de elaboración de nuevas leyes de aguas o de modificación de las existentes. Uno de los temas centrales, y que ha sido fuente de importantes controversias en los debates que se están realizando para avanzar en este proceso de reformas, es el diseño institucional del sistema administrativo de gestión del agua; es decir, de la estructura administrativa que debe tener el Estado para la aplicación de la legislación hídrica vigente, la evaluación de los recursos hídricos, la formulación de políticas públicas de estos recursos, el control de la contaminación hídrica, la coordinación de uso múltiple del agua, la resolución de conflictos por el uso del recurso y la fiscalización de los aprovechamientos.

---

<sup>2</sup>TDS. Sólidos Totales Disueltos

Ecuador no es ajeno a ésta realidad, pues la mayoría de los ríos de nuestro país se encuentran contaminados con desechos sólidos, aguas servidas domésticas, afluencia agrícola y aguas servidas industriales. Sólo Cuenca, la tercera ciudad más grande del país, tiene una planta de tratamiento de agua residual que procesa el 9% del agua servida de la ciudad; en términos generales, los vertidos se eliminan sin un tratamiento previo. Aunque recientemente en algunos lugares se fortalece la Legislación Ambiental Nacional, regulando estándares de calidad del agua para los diferentes usos, así como los límites máximos permisibles establecidos en el TULSMA, libro VI, Anexo I (Arce, citado por Echeverría *et al.* 2002).

El problema de la contaminación en la provincia de Zamora Chinchipe ha sido afectado por una serie de causas como: la explotación minera informal y la explotación de yacimientos primarios no organizados, produciéndose invasión y posesión de áreas de bosque primarios, en donde da inicio al proceso de colonización, deforestación y conversión del uso de suelo; el uso indiscriminado de químicos en el tratamiento de minerales metálicos producen residuos y gases que son evacuados directamente a los cuerpos de agua y también inhalados por los obreros; el inapropiado sistema de descarga de las aguas servidas, y el deficiente sistema de recolección de residuos y químicos tóxicos.

La explotación de materiales pétreos son una los mayores problemas, en la cuenca del Zamora extrayéndose a lo largo de toda la provincia, y en el cantón El Pangui principalmente en las Microcuencas Chuchumletza, El Quimi y Cayamatza. (Plan de Desarrollo y Ordenamiento Territorial 2011)

A nivel cantonal las microcuencas que se encuentran más intervenidas por las diferentes actividades del hombre (ganadería, extracción de madera, agricultura y crianza de porcinos), son las microcuencas de Pachicutza, Chuchumletza, y Cayamatza debido a que los suelos presentes en estos sectores poseen mejor fertilidad y porque cuentan con más accesos viales.

En la parte alta de la microcuenca Cayamatza dos fuentes hídricas son aprovechadas para el abastecimiento de agua potable para la ciudad de El Panguí y las comunidades de Pashkus, Charip y Michanunka. Los cauces de la parte media de la microcuenca se encuentran expuestos a la contaminación debido a que atraviesa la zona rural y urbana de la ciudad, siendo una de las principales causas para la alteración de la calidad de sus aguas, la crianza de porcinos donde las chancheras se encuentran a pocos metros o junto a las quebradas por consiguiente se producen descargas directas de los residuos y estiércol.

Las aguas residuales producidas en la zona de estudio no reciben ningún tratamiento por lo que son descargadas directamente a los recursos hídricos causando procesos de contaminación y provocando enfermedades al ser humano como: tifoidea, amebiasis, poliomiélitis, leptospirosis, hepatitis, gastroenteritis, virales, diarreas, cólera. Las actividades de la agricultura y ganadera al utilizar productos químicos, mediante escorrentías trasladan diferentes sustancias que alteran la composición química del agua. Además se evidenció otro problema que afecta a la estructura ecosistémica de la microcuenca como la extracción de materiales pétreos en las partes bajas, provocando alteración del hábitat acuático, caudal, y su composición física.

La presente investigación se orientó en analizar la calidad de agua mediante bioindicadores acuáticos en la microcuenca Cayamatza, de la parroquia el Panguí, cantón El Panguí desde el mes de marzo del 2011 hasta el mes de enero del 2013, en donde se plantearon los siguientes objetivos:

## **Objetivo General**

Contribuir a la gestión del recurso hídrico a través de la evaluación de la calidad de agua de la microcuenca Cayamatza en el cantón El Panguí, mediante la aplicación de indicadores biológicos acuáticos.

## **Objetivos Específicos**

- Determinar los parámetros físico-químicos y bacteriológicos de calidad del agua de la microcuenca Cayamatza obtenidos en cada uno de los muestreos.
- Determinar la calidad de agua de la microcuenca Cayamatza mediante la aplicación de índices biológicos y su relación comparativa con los métodos convencionales.
- Evaluar las condiciones de hábitat de las quebradas mediante el sistema Stream Visual Assessment Protocol (SVAP).
- Difundir la metodología y los resultados obtenidos de la evaluación de la calidad de agua de la microcuenca Cayamatza.

## **2 REVISIÓN DE LITERATURA**

### **2.1 EL AGUA**

El agua es imprescindible para que exista la vida, no solo porque es parte de la composición de su estructura molecular, sino que además participa en innumerables procesos y reacciones químicas, físicas y biológicas que condicionan su propia existencia. Para los seres humanos, no sólo cumple ese rol orgánico-fisiológico, sino que además las propiedades físicas y químicas propias con que cuenta han determinado que el hombre la utilice en numerosas instancias de índole social, productivo o industrial. En todas sus formas y estados, el agua es un elemento primordial e insustituible para la vida, siendo innumerables las situaciones en las cuáles comparte su existencia con otros elementos ambientales.

Es el elemento más abundante del planeta y es vital para todos los seres vivos. Los océanos, mares, lagos, ríos, quebradas y demás cuerpos de agua cubren las dos terceras partes del mundo, lo que significa un 70 %; sin embargo, de toda el agua que existe en la naturaleza la mayoría es salada y solo un pequeño porcentaje (1 %) es agua dulce (Carrera y Fierro 2001).

### **2.2 LA IMPORTANCIA DEL AGUA**

Se halla en un continuo movimiento todo el tiempo. Se evapora, se eleva en el aire, se convierte en nubes y vuelve a caer a la tierra en forma de lluvia. Penetra la tierra y, a través de ojos de agua o fuentes subterráneas, circula y vuelve a llenar ríos, lagunas, depósitos, pozas, surcos. Luego se evapora otra vez en un ciclo continuo y sin fin.

Sin embargo, para que este círculo se mantenga es necesario que funcionen algunas cosas. Lo más importante es que haya una amplia cobertura vegetal sobre la tierra, ya que las plantas atraen y reciben agua, y

luego producen vapor; este vapor forma las nubes. Además, las raíces y el suelo absorben más fácilmente el agua que luego va hacia las fuentes subterráneas. De esta forma, todo termina y comienza de nuevo sin alteraciones.

### **2.3 EL AGUA EN EL ECUADOR**

En nuestro país todavía existe un alto porcentaje de la población que no tiene una fuente segura y confiable de agua para consumo humano. Con una población cercana a 13 millones de habitantes, solo el 67 % tiene acceso al agua para el consumo humano, predominantemente en áreas urbanas (CNRH 2002). Este promedio nacional no refleja el hecho de que existen áreas donde la cobertura del servicio es muy baja, como la Costa en donde solo el 20 % de la población tiene acceso al agua (Arce y Leiva 2009).

Adicionalmente, los sistemas proveedores de agua tienen serias fallas en su operación y mantenimiento como instalaciones consolidadas insuficientes, pérdidas no contabilizadas en el sistema de distribución, falta de medidores, mala calidad de agua, servicio discontinuo y bajas presiones de agua (Lloret 2000). Las actividades de irrigación son las que más consumen agua (82 %). Pero solo el 7 % (aproximadamente 600,000 hectáreas) del área de cultivos es irrigada. Existen sistemas de irrigación comunitarios y privados, que cuentan por el 80 % del área, mientras que el resto es público. Las pérdidas de agua sobrepasan el 50 % (Andrade y Olazaval 2002). A medida que incrementa la demanda de agua para la industria las fuentes de agua cercanas a los poblados están cada día más deterioradas y se presentan conflictos con los usos agrícolas (Lloret 2000). Consecuentemente, considerando la dependencia del país en la agricultura a medida que el país se urbaniza, se agravarán los conflictos sobre el agua (Arce y Leiva 2009).

## 2.4 CAUSAS DE LA CONTAMINACIÓN

Durante millones de años el agua permaneció pura y limpia. Sin embargo, en los últimos cien años, más que en toda su historia, los seres humanos la hemos contaminado en todos los lugares del planeta.

Esta alteración ha sucedido por muchas razones y de diferentes formas; he aquí algunas:

- 🌿 Actividades como la producción agrícola o ganadera, que utiliza productos químicos como fertilizantes, plaguicidas, pesticidas, herbicidas, etcétera.
- 🌿 Destrucción de las cuencas, por el corte de árboles y la construcción de carreteras que producen exceso de escorrentía.
- 🌿 Descargas urbanas cuyo contenido incluye los desechos de nuestra vida cotidiana: productos de aseo, medicinas, etcétera, que se juntan con bacterias, metales pesados como el mercurio y el plomo y varios compuestos del petróleo.
- 🌿 A estas actividades se agregan la exploración petrolera, minera, maderera; la construcción de represas, centrales hidroeléctricas y canales de riego que, al cambiar el curso del agua, cambian también su composición y cantidad.
- 🌿 De todas éstas, hay que prestar mucha atención a la contaminación industrial. Las fábricas utilizan muchos ingredientes para hacer sus productos. Estas sustancias químicas se arrojan a los ríos o se filtran hasta las aguas subterráneas.



Todas estas actividades afectan gravemente a los seres vivos, provocan en los humanos enfermedades como la diarrea, el cólera, el cáncer, entre tantas otras, que en la mayoría de casos son mortales. Además, causan daños irreparables a la naturaleza y a sus especies animales y vegetales.

## **2.5 CALIDAD DEL AGUA**

La actividad humana produce gran variedad de desechos que son liberados a los ambientes terrestres aéreos y acuáticos. La introducción de un determinado desecho antropogénico puede o no introducir desequilibrios en un ecosistema que conduzcan a su deterioro. En general, los ecosistemas naturales poseen la capacidad de soportar alteraciones debidas a la presencia de agentes extraños mediante la autodepuración. El deterioro de un ecosistema se produce cuando la cantidad y calidad de desechos introducidos superan su capacidad de recuperación. (Arce y Leiva 2009).

## **2.6 MONITOREO DEL AGUA**

El monitoreo de un río consiste en determinar los cambios ocurridos en el agua, los animales y la tierra que le rodea, a través de varias observaciones o estudios. Así podemos descubrir las enfermedades del río y sugerir el tratamiento necesario para sanarlo.

Para que este examen sea más exacto, es importante tomar datos en diferentes partes del río. De este modo, puede compararse la calidad del agua río arriba y río abajo, o de acuerdo con los ambientes que le rodean o con las actividades que suceden en sus proximidades. Por ejemplo, el río puede estar más sano cuando pasa cerca del bosque nativo, que cuando pasa cerca de las chacras, porque los químicos usados para los cultivos

contaminan el agua; o, efectuar un examen en la cabecera, antes y después de una fábrica o plantaciones (monocultivos).

## 2.7 BIOINDICADORES

Dentro de los indicadores biológicos, los macroinvertebrados son uno de los grupos de organismos más empleados por diversas características de su biología que los hacen especialmente adecuados para la valoración de la calidad del agua. Están muy extendidos y son muy abundantes en la mayoría de hábitats acuáticos, poseen una movilidad limitada y en general tienen ciclos de vida suficientemente largos como para integrar las condiciones en un pasado más o menos reciente. Esto los hace idóneos para utilizarlos como referencia general en la comparación de amplias redes de monitorización. Además, tienen una sensibilidad distinta a diferentes contaminantes, reaccionando rápidamente con respuestas graduales ante alteraciones del hábitat, lo que permite relacionar la presencia-ausencia de ciertos taxones con la calidad del medio (Oscozet *al.* 2009).

## 2.8 MACROINVERTEBRADOS ACUÁTICOS

Los macroinvertebrados acuáticos son bichos que se pueden ver a simple vista. Se llaman **macro** porque son grandes (miden entre 2 mm y 30 cm), **invertebrados** porque no tienen huesos, y **acuáticos** porque viven en los lugares con agua dulce: esteros, ríos, lagos y lagunas. Estos inician su vida en el agua y luego se convierten en insectos de vida terrestre.

Las principales razones para su uso como indicadores biológicos:

- Sensibilidad y rapidez en la reacción ante distintos contaminantes con una amplia gradación en la respuesta frente a un variado espectro de clases y grados de estrés.

- Ubicuidad, abundancia y facilidad de muestreo. Tamaño adecuado para su determinación en laboratorio.
- Carácter relativamente sedentario, reflejando las condiciones locales de un tramo fluvial.
- Fases del ciclo de vida suficientemente largas como para ofrecer un registro de la calidad medioambiental.
- Gran diversidad de grupos faunísticos con numerosas especies, entre las cuales siempre habrá alguna que reaccione ante un cambio ambiental.

Estos animalitos pueden vivir en diferentes sitios como el fondo (bentos), sobre la arena, rocas, adheridos a troncos y vegetación sumergida, nadando activamente dentro del agua (nectos) o sobre la superficie (neuston). Los grupos más representativos de los macroinvertebrados son los siguientes: platelmintos (planarias), nematomorfos (gusanos cilíndricos), anélidos (lombriz y sanguijuela), moluscos (caracoles), insectos (zancudos, moscas, escarabajos, etc.), crustáceos (camarones y cangrejos) y arácnidos (arañas) (Mafla 2005).

El alimento de los macroinvertebrados es variado; puede ser desde plantas acuáticas, restos de otras plantas, algas, otros invertebrados, peces, pequeños restos de comida en descomposición, elementos nutritivos del suelo, animales en descomposición, elementos nutritivos del agua, plantas en descomposición (detritus) y hasta sangre de otros animales. (Mafla 2005).

Los macroinvertebrados tienen muchas formas; así, las conchas son redondeadas, los escarabajos son ovalados, las lombrices son alargadas y los caracoles tienen forma de espiral.



Fuente: Mafla 2005

**Figura 1.** Forma de los macroinvertebrados.

Algunos tienen muchas patas, por ejemplo, los camarones tienen 10, los ácaros 8 y los chicaposos 6. Otros no tienen patas, como las larvas de mosca.



Fuente: Mafla 2005

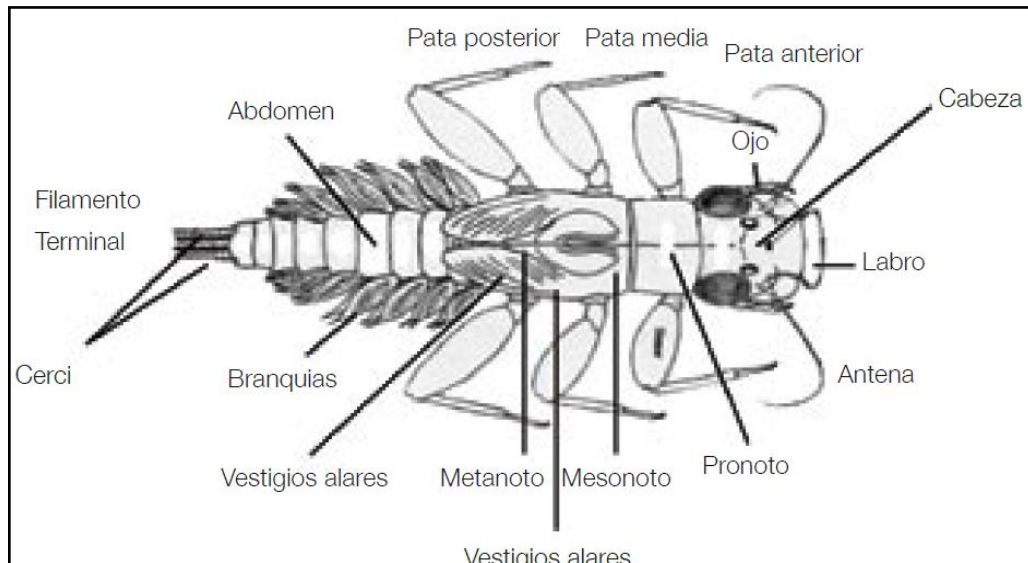
**Figura 2.** Numero de patas de los macroinvertebrados.

Casi todos los macroinvertebrados tienen colores parecidos al sitio donde viven. Por ejemplo, las conchas tienen colores oscuros, como el lodo que las rodea; las moscas de piedra son café amarillento, como las piedras cercanas.

Casi todos los macroinvertebrados tienen colores parecidos al sitio donde viven. Por ejemplo, las conchas tienen colores oscuros, como el lodo que las rodea; las moscas de piedra son café amarillento, como las piedras cercanas.

## 2.9 ESTRUCTURA DE LOS MACROINVERTEBRADOS

Las partes de un macroinvertebrado (en estado larval) se pueden divisar en la figura 3. Es recomendable conocer las partes de estos animales para identificar su familia y género.



Fuente: Mafla 2005

**Figura 3.** Estructura externa de un macroinvertebrado.

## 2.10 CARACTERÍSTICAS DE LOS PRINCIPALES MACROINVERTEBRADOS

### 2.10.1 Orden Plecoptera

Los plecópteros sudamericanos representan un grupo pequeño y poco conocido, hasta ahora se conocen solo dos familias: Gripopterygidae y Perlidae. Las ninfas se caracterizan por tener dos cerci (cercos), largas antenas, agallas torácicas en posición ventral y a veces agallas anales. Su tamaño varía entre los 10 y 30 mm y su coloración puede ser amarillo pálido, pardusco hasta café oscuro o negro. Las ninfas habitan en aguas rápidas,

bien oxigenadas, debajo de troncos, ramas y hojas; e indicadores de muy buena calidad de agua (Rengifo s.f.).

### **2.10.2 Orden Ephemeroptera**

Reciben el nombre de efemerópteros debido a su vida corta o “efímera” que llevan como adultos. Algunos pueden vivir en éste estado solo cinco minutos, pero la mayoría vive entre tres y cuatro días, durante este tiempo alcanzan la madurez sexual y se reproducen. Los huevos son depositados en la superficie del agua y poseen estructuras que les permiten fijarse al sustrato. Poseen agallas generalmente abdominales, las cuales varían en forma y número de acuerdo con la especie. Viven por lo general en aguas limpias y bien oxigenadas; solo algunas especies parecen resistir cierto grado de contaminación. En general son considerados indicadores de buena calidad. Sus ninfas se hallan en rocas, hojas o vegetación sumergida, algunas pocas especies se hallan enterradas en fondos lodosos y arenosos (Rengifo s.f.).

### **2.10.3 Orden Trichoptera**

Estos insectos se caracterizan por hacer casas o refugios que construyen en estado larval, los cuales sirven a menudo para su identificación (Roldán, citado por Mafla 2005). Por su considerable diversificación del hábitat, los Tricópteros desempeñan una importante labor ecológica en la mayoría de las aguas dulces. Sus larvas son, generalmente, intolerante a la polución y esto sirve como indicador de la calidad del agua. La mayoría de los Tricópteros viven en aguas corrientes, limpias y oxigenadas, debajo de piedras, troncos y material vegetal; algunas especies habitan en aguas quietas y remansos de ríos y quebradas (Mafla 2005).

#### **2.10.4 Orden Lepidoptera**

Hay mariposas que viven en el agua durante un estadio de su vida. Estas larvas tejen un saco el cual pegan a las piedras para alimentarse y vivir. Pueden tener un color amarillo y también se pueden encontrar en piedras que tienen el agua muy cerca (Mafla2005).

#### **2.10.5 Orden Megaloptera (Neuroptera)**

Estudios realizados por Roldán, citado por Mafla (2005), muestran que serían los insectos más grandes y llamativos que se encuentran en el agua. Su coloración, por lo general, es oscura y se caracterizan por poseer un par de mandíbulas fuertes y grandes. Comúnmente denominados “muerdededos” por su comportamiento agresivo. Las larvas son predatoras voraces de las charcas y quebradas, y se alimentan hasta de invertebrados, pequeños peces y anfibios del fondo de esta agua (Mafla 2005).

#### **2.10.6 Orden Tricladia**

A este orden pertenecen las planarias, organismos de cuerpo alargado y plano, cuyo tamaño puede alcanzar cerca de 30 mm de longitud. La mayoría de las especies de Sudamérica se caracteriza por poseer una cabeza marcadamente triangular, con dos ojos y por llevar dos proyecciones auriculares prominentes y móviles a cada lado de la cabeza. Se reportan 17 especies para Sudamérica.

Estos animales por lo general son carnívoros, la mayoría viven debajo de las piedras, troncos, ramas, hojas y sustratos similares, en aguas poco profundas, tanto corrientes como estancadas. La mayoría vive en aguas bien oxigenadas, pero algunas especies pueden resistir cierto grado de contaminación (Mafla 2005).

### **2.10.7 Orden Diptera**

Constituyen uno de los órdenes de insectos más complejos, abundantes y ampliamente distribuidos en todo el mundo. Son considerados junto con los trichópteros y lepidópteros uno de los grupos más evolucionados. Usualmente las hembras ponen los huevos bajo la superficie del agua, adheridos a rocas o vegetación flotante. Las larvas de dípteros no poseen patas torácicas. El cuerpo está formado por tres segmentos torácicos y nueve abdominales, es blando y cubierto de cerdas, espinosas apicales o corona de ganchos en prolongaciones que ayudan a la locomoción o adhesión al sustrato. La coloración es amarillenta, blanca o negra. Respiran a través de cutícula o mediante sifones aéreos; otros poseen agallas traqueales y otros pigmentos respiratorios (hemoglobina) para sobrevivir en zonas escasa de oxígeno. El periodo de desarrollo puede ser de una semana como el Simuliidae o hasta de un año como el Tipulidae (Rengifo s.f.).

Su hábitat es muy variado, se hallan en ríos, arroyos, quebradas, lagos a todas profundidades, incluso en las costas marinas. Existen representantes de aguas muy limpias como es el caso de la familia, Simuliidae y de aguas contaminadas como Tipulidae y Chironomidae. Su alimentación también es muy variada, unos son herbívoros en tanto que otros son carnívoros (Rengifo s.f.).

### **2.10.8 Orden Coleoptera**

El nombre de coleóptera se refiere a que estos insectos presentan un primer par de alas élitros los cuales cubren un segundo par que es membranoso en los adultos. Los Coleópteros acuáticos adultos se caracterizan por tener un cuerpo compacto, antenas visibles y, por general, varían en forma y número de segmentos. La mayoría vive en aguas



continentales lólicas y lénticas, representadas en ríos, quebradas, riachuelos, charcas lagunas, aguas temporales, embalses y represas (Mafla 2005).

#### **2.10.9 Orden Hemiptera (Chinches de agua)**

Los Hemípteros se caracterizan por tener las partes bucales modificadas y tener un “pico” chupador insertado cerca al extremo anterior de la cabeza (Mafla, 2005). En las ninfas y adultos, los ojos son prominentes y bien desarrollados; en algunos las antenas de 3, 4 ó 5 segmentos y son muy conspicuas, en otros son muy cortas que no se observan dorsalmente; tórax trisegmentado; el abdomen presenta espiráculos y la genitalia (Mafla, 2005). Los Hemípteros viven en remansos de ríos y quebradas; pocos resisten las corrientes rápidas. Son frecuentes también en lagos, ciénegas y pantanos. Algunas especies resisten cierto grado de salinidad y las temperaturas de las aguas termales (Mafla 2005).

#### **2.10.10 Orden Odonata**

Son insectos primitivos que pasan por un estado larval acuático seguido por la etapa adulta en la cual viven poco tiempo. La etapa de ninfa completa es acuática con excepción de algunas especies que viven en material húmedo de plantas terrestres, madrigueras, en suelos mojados o en agua que se acumula en las plantas tropicales (Mafla 2005). Las larvas de los Odonata son muy diferentes en apariencia que los adultos (Mafla 2005).

#### **2.10.11 Orden Bivalvia**

Posee una cubierta que está dividida en dos valvas y se alimentan a través de sus branquias. Como consecuencia de esto último, la cabeza está escasamente desarrollada.

El tamaño de los bivalvos varía entre 2 y 180 mm de largo, los Pisidiidae son los más pequeños y los Anodontitinae los más grandes. Su color puede ser pardo claro, verde, cobrizo o negro. Estos animales son filtradores de plancton y detritus. Los bivalvos de agua dulce se encuentran en aguas lólicas y lénticas, el orden Unionoidea es más abundante en ambientes fangosos. Es frecuente encontrarlos enterrados en el sustrato o fijados a la vegetación acuática. Por lo general, son característicos de aguas no contaminadas (Mafla 2005).

#### **2.10.12 Clase Oligochaeta**

Son un grupo complejo y poco conocido. La mayoría viven en aguas eutrofizadas, sobre fondo fangoso y con abundante cantidad de detritus. Algunas especies buscan activamente hábitats afectados por la polución orgánica y bajos niveles de oxígeno disuelto (Arce y Leiva 2009).

#### **2.10.13 Clase Gastropoda**

La mayoría de los gastropodos presentan una concha enrollada en espiral, cuyo tamaño puede variar entre 2 y 70 mm, poseen una porción muscular llamado pie (Mafla 2005). Los caracoles, en general, se alimentan de materia vegetal (fitófagos), sobre todo de algas y de materia en descomposición, y son miembros importantes de la red trófica, por ser una fuente de alimento para los peces y las aves acuáticas. También hay especies carnívoras y carroñeras.

### **2.11 IMPORTANCIA DE LOS MACROINVERTEBRADOS**

Los macroinvertebrados bentónicos se consideran útiles para la detección y seguimiento de las siguientes presiones:

- **Presiones físico-químicas** relacionadas con: contaminación térmica; cambio en la mineralización del agua; contaminación orgánica eutrofización; contaminación por metales u otros contaminantes.
- **Presiones hidromorfológicas** relacionadas con: alteración del régimen del caudal o de la tasa de renovación; alteración de la morfología del lecho fluvial o lacustre.

Indican alteración a medio y largo plazo, ya que sus especies poseen ciclos de vida entre menos de un mes hasta más de un año. Su valor indicador abarca un **ámbito temporal intermedio** que complementa el de otros elementos biológicos con tiempos de respuesta más cortos (como el fitobento) o más largo (como los peces).

## 2.12 HÁBITAT

En ecología, lugar concreto o sitio físico donde vive un organismo (animal o planta), a menudo caracterizado por una forma vegetal o por una peculiaridad física dominante (un hábitat de lagunas o un hábitat de bosque). Puede referirse a un área tan grande como un océano o un desierto, o a una tan pequeña como una roca o un tronco caído de un árbol. De manera general, los hábitats pueden dividirse en terrestres y acuáticos y en cada uno de ellos se pueden establecer, a su vez, multitud de subdivisiones: así, en el hábitat acuático se puede distinguir entre hábitats dulceacuícolas y hábitats marinos, y dentro de estos últimos entre litorales, bentónicos y pelágicos. Independientemente de su extensión, el hábitat es un área o región bien delimitada físicamente (Mafla 2005).

## **2.13 STREAM VISUAL ASSESSMENT PROTOCOL (SVAP)**

La herramienta SVAP fue desarrollado originalmente por el Departamento de Agricultura de EE.UU. y modificado para New Jersey streams by Omni Environmental Corporation (Princeton, NJ) y Rutgers Cooperative Extension Water Resources Program. SVAP ha sido ampliamente utilizado para documentar las condiciones de flujo y relacionar estas condiciones al uso del suelo, calidad del agua y el hábitat. La herramienta SVAP se utiliza para asignar un valor numérico a las condiciones de flujo en un río o quebrada, tales como la estabilidad del canal, la salud ribereña, el aspecto del agua, la eutrofización y el acceso a la llanura de inundación. La herramienta SVAP se ha aplicado también a los emisarios GPS y zanjas de drenaje que descargan al arroyo.

## **2.14 PRINCIPALES CARACTERÍSTICAS QUE SE EVALÚAN EN UN RÍO O QUEBRADA**

Un río o quebrada muestra condiciones ecológicas especiales, que se pueden evaluar de forma visual para verificar la condición del estado actual de una quebrada (Mafla 2005), al tener los resultados de las características en conjunto, nos indica la salud de hábitat. A continuación se mencionan algunos de los términos que se utilizan para la evaluación del hábitat:

### **2.14.1 Apariencia del agua**

Un río o quebrada en buen estado debe tener el agua transparente, que se pueda ver el fondo (en la pozas por la profundidad algunas veces es difícil de observar); en color se puede distinguir desde verdes, azules hasta rojos. Cuando un río o quebrada presenta colores turbios es porque la escorrentía del agua está transportando sedimentos de las riberas; esta turbidez se

puede dar después de una gran lluvia, pero cuando persiste por varios días después de pasada la lluvia esto nos indica que la zona ribereña de las partes altas está siendo afectada por deforestación o malas prácticas de agricultura o que hay “fuertes puntos” de contaminación(Mafla 2005).

### **2.14.2 Sedimentos**

Un incremento en la sedimentación en un río se debe al arrastre de sólidos generados por erosiones, que a la vez son efecto de deforestación o tala inmoderada, cambios en el uso del suelo, sobrepastoreo, etc. Esta sedimentación, que también puede ser causada por cambios en el cauce del río o quebrada, es decir por canalizaciones y bordeo de los cauces, lleva a una pérdida en la profundidad de dichos sistemas acuáticos. Esto origina eliminación de pozas profundas o, en casos extremos, pérdida total de pozas(Mafla 2005).

### **2.14.3 Zona Ribereña**

Es el segmento de vegetación alrededor del cauce en ambas orillas. Puede estar compuesta por árboles, arbustos, hierbas y zacate. La destrucción de las plantas en los márgenes de los ríos o quebradas aumenta la posibilidad de desbordes destructivos ya que la vegetación representa una barrera natural que reduce el peligro de inundaciones, dándole una cierta estabilidad a las orillas que están protegidas por las raíces de las plantas y, por lo tanto, brinda cierta estabilidad al cauce y proporciona hábitat para peces y macroinvertebrados(Mafla 2005).

#### **2.14.4 Sombra (cobertura boscosa)**

Un cauce no alterado presenta en sus orillas una vegetación natural con diferentes funciones dentro de los sistemas acuáticos. Siempre que el agua no esté muy sucia, los ríos ofrecen a los organismos, sobre todo en la parte superior de la corriente donde la temperatura es más fría, un contenido de oxígeno, ya que el agua al correr se mezcla constantemente con aire e impide que se forme una capa anóxica alrededor de los organismos que gastan el oxígeno con su respiración. Además, la corriente impide que aumente en el gradiente de temperatura desde la cabecera de los cauces hasta su desembocadura. La falta de sombra sobre los ríos o quebradas (insolación intensa), por desaparición de esta vegetación, lleva a una elevación de la temperatura en el agua que ocasiona una reducción del oxígeno sobre todo en lugares donde no hay corriente (Mafla 2005).

#### **2.14.5 Pozas**

Las pozas son las partes donde el río o quebrada es más hondo y la circulación del agua es más lenta. Este es un buen lugar para que muchos peces puedan descansar, esconderse y alimentarse. Las pozas nos pueden mostrar lo que está pasando en las partes altas de la cuenca. Por ejemplo, la deforestación se ve reflejada en la continua acumulación de sedimentos en las pozas que poco a poco van desapareciendo o haciéndose inestables (Mafla 2005).

#### **2.14.6 Condición del Cauce**

La condición natural de un cauce está regida por las curvas y meandros que se van formando con el paso del agua. Estas dos características ayudan a disipar energía al agua y crear hábitats propicios para peces y macroinvertebrados. Uno de los mayores daños que se le puede causar a

un río o quebrada es realizar una canalización porque pierde su estructura(Mafla 2005).

#### **2.14.7 Alteración Hidrológica (desbordes)**

Las inundaciones (desbordes), a pesar que pueden traer efectos negativos para el ser humano, son buenas para el ecosistema porque traen nutrientes a la zona de inundación. Estos abonos naturales al bajar las aguas se van quedando entre los árboles y nutriendo la tierra, y muchos organismos tienen ciclos de vida que dependen de un ciclo de inundación natural(Mafla 2005).

Los cambios al cauce afectan la frecuencia en que ocurren las inundaciones y su magnitud. Puede ser que haya inundaciones frecuentes, cuando el cauce es más ancho de lo necesario, asintiendo que las inundaciones frecuentes hacen que el cauce se haga más ancho. Para saber si en un lugar se han dado inundaciones recientes, debemos observar las hojas o ramas que se ha llevado el río y están guindadas en la vegetación alrededor del río(Mafla 2005).

#### **2.14.8 Estabilidad en las Orillas**

La inestabilidad de las orillas se debe a efectos directos producidos por el ser humano; al cortar la zona ribereña, la orilla se ve desprotegida y las escorrentías arrastran las orillas socavándolas y haciendo cada vez más grande el cauce. Algunas actividades en el cauce pueden socavar los bancos, como la extracción de arena y piedra(Mafla 2005).

#### **2.14.9 Barreras al Movimiento de Peces**

Los ríos sirven de camino para la migración de algunos seres vivos desde el mar hacia el agua dulce o viceversa. Es por eso que la construcción de represas y alcantarillados, entre otros, pueden tener un efecto negativo en la composición de los organismos acuáticos ya que la migración natural de estos organismos se obstruye(Mafla 2005).

#### **2.14.10 Presión de Pesca**

Cuando se hace frecuente la pesca, altera la composición de las poblaciones acuáticas, porque al darse pesca selecta por los individuos más grande, eventualmente se puede alterar la composición geneática y así cada vez las especies se ven obligadas a reproducirse más jóvenes provocando una disminución en la cantidad y el tamaño de los peces más apetecidos. Dependiendo de la forma e intensidad de pesca, se eliminan las poblaciones que tal vez son parte de la alimentación de los peces más grandes; por ejemplo, la pesca con veneno no es selectiva, afecta a todos los organismos presentes en el agua(Mafla 2005).

#### **2.14.11 Presencia de Desechos Sólidos**

En algunos ríos y quebradas hay mucha basura que arroja la población en la cercanía de la ribera. El tipo de basura va desde fundas, latas, cartón, pañales desechables hasta ropa. Contaminando así los cauces de las quebradas tanto visual como químicamente(Mafla 2005).



#### **2.14.12 Refugio para Peces**

Un río en buen estado debe tener variedad de hábitats disponibles o estar listo para servir de refugio a los peces. Muchas sustancias orgánicas (hojas, ramas, polen, frutos, etc.) llegan de la zona ribereña y en muchos casos pueden llegar a representar la principal fuente de alimentación y refugio(Mafla 2005).

Otro factor, es la eliminación de pozas profundas que cambia la estructura del hábitat, lo que ocasiona un cambio en la diversidad de especies acuáticas o del sustrato natural, que al ser alterado origina un estrés en los animales que habitan en el lugar(Mafla 2005).

#### **2.14.13 Refugio para Macroinvertebrados dentro de la Quebrada**

La descomposición de detrito, incluso la de madera, es más rápida en el agua, pero antes de servir de alimento a los macroinvertebrados el detrito sirve también como refugio para los insectos. Aquí deben considerarse los hábitat usados por los insectos acuáticos y camarones, fuente importante de comida para los peces(Mafla 2005).

Hay que tomar en cuenta que algunos tipos de hábitat son llevados con la corriente después de una tormenta. Si ha llovido recientemente, hay que fijarse si hay hojas pegadas a palos o piedras. Aún si no hay muchos paquetes de hojas presentes en el agua, la presencia de hojas significa que en un futuro será hábitat propicio para insectos, esto significa que los hábitats deben estar listos para la colonización de insectos(Mafla 2005).

#### **2.14.14 Presencia de Estiércol**

Los animales domésticos que tienen acceso al río y quebrada sin ningún control, perjudican el ecosistema por dos razones principales. La primera es que la materia fecal que depositan contamina el agua, haciendo que los peces y macroinvertebrados sean atacados por los parásitos. La segunda razón es el maltrato de las orillas mientras caminan. Aun cuando no se encuentra ganado o estiércol, las huellas de animales pueden indicar que sí son un problema en esta área(Mafla 2005).

#### **2.14.15 Aumento de Nutrientes de Origen Orgánico**

Un aumento de nutrientes en los ríos y quebradas que puede tener sus orígenes en la presencia de ganado en la zona ribereña, por desechos humanos o por efecto de químicos y fertilizantes inorgánicos que llegan a los cauces por escorrentía de las lluvias, conduce a un aumento de organismos, como algas y peces (tolerantes), y esto a una disminución del oxígeno en el agua. Por otro lado, este aumento de nutrientes puede ocasionar enfermedades o ciertas formas de parasitismo en peces y en humanos(Mafla 2005).

### **2.15 MARCO LEGAL**

Dentro de los instrumentos legales que norman la calidad de agua tenemos los siguientes:

#### **2.15.1 Constitución de la República del Ecuador**

Publicado en el Registro Oficial No. 449 del 20 de octubre del 2008.

**TITULO II**  
**DERECHOS**  
**Capitulo 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.

**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.

**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.

**TITULO 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:

- 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.

**TITULO 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.

**TITULO VII**  
**RÉGIMEN DEL BUEN VIVIR**  
**Capítulo segundo**  
**Biodiversidad y recursos naturales**  
**Sección primera**  
**Naturaleza y ambiente**

**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 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 anejo 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, el equilibrio ecológico de los ecosistemas ni el derecho al agua.

**2.15.2 Texto Unificado de Legislación Secundaria del  
Ministerio del Ambiente (TULSMA)**

**LIBRO VI**

**De la Calidad Ambiental**

**ANEXO 1**

**Norma de Calidad Ambiental y de Descargas de Efluentes al  
Recurso Agua**

La presente norma técnica ambiental revisada y actualizada 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 estos, es de aplicación obligatoria y rige en todo el territorio nacional. La presente norma técnica determina lo siguiente:

- Los criterios de calidad de las aguas para sus distintos usos.
- Los límites permisibles, disposiciones y prohibiciones para las descargas en cuerpos de aguas o sistemas de alcantarillado.
- Permisos de descarga.
- Métodos y procedimientos para determinar la presencia de contaminantes en el agua.

## **OBJETO**

La norma tiene como objetivo la Prevención y Control de la Contaminación Ambiental, en lo relativo al recurso agua.

El objetivo principal de la presente norma es proteger la calidad del recurso agua para salvaguardar y preservar los usos asignados, la integridad de las personas, de los ecosistemas y sus interrelaciones y del ambiente en general.

Las acciones tendientes a preservar, conservar o recuperar la calidad del recurso agua deberán realizarse en los términos de la presente Norma.

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

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

- 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 aplica a la selección de aguas para consumo humano y uso doméstico, que únicamente requieran de tratamiento convencional, para lo cual se deberán cumplir con los criterios indicados en la TABLA 1.

**Criterios de calidad de aguas para la preservación de la vida acuática y silvestre en aguas dulces frías o cálidas, y en aguas marinas y de estuarios.**

Se entiende por uso del agua para preservación de la vida acuática y silvestre, 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 vida acuática y silvestre en aguas dulces, frías o cálidas, aguas marinas y de estuario, se presentan en la TABLA 3 (Anexo 4).

### **2.15.3 Ley de Aguas**

#### **TITULO I**

#### **DISPOSICIONES FUNDAMENTALES**

**Art. 1.-**Las disposiciones de la presente Ley regulan el aprovechamiento de las aguas marítimas, superficiales, subterráneas y atmosféricas del territorio nacional, en todos sus estados físicos y formas.

#### **TITULO II**

#### **DE LA CONSERVACIÓN Y CONTAMINACIÓN DE LAS AGUAS**

#### **CAPITULO I**

#### **DE LA CONSERVACIÓN**

**Art. 20.-**A fin de lograr las mejores disponibilidades de las aguas, el Consejo Nacional de Recursos Hídricos, prevendrá, en lo posible, la



disminución de ellas, protegiendo y desarrollando las cuencas hidrográficas y efectuando los estudios de investigación correspondientes. Las concesiones y planes de manejo de las fuentes y cuencas hídricas deben contemplar los aspectos culturales relacionados a ellas, de las poblaciones indígenas y locales.

## **CAPITULO II DE LA CONTAMINACIÓN**

**Art. 22.-** Prohíbese toda contaminación de las aguas que afecte a la salud humana o al desarrollo de la flora o de la fauna.

El Consejo Nacional de Recursos Hídricos, en colaboración con el Ministerio de Salud Pública y las demás entidades estatales, aplicará la política que permita el cumplimiento de esta disposición.

Se concede acción popular para denunciar los hechos que se relacionan con contaminación de agua. La denuncia se presentará en la Defensoría del Pueblo.

### 3 MATERIALES Y MÉTODOS

#### 3.1 UBICACIÓN DEL ÁREA DE ESTUDIO

##### 3.1.1 Ubicación Política

El cantón El Pangui está ubicado al noroeste de la provincia de Zamora Chinchipe, tiene una extensión territorial de 2100 km<sup>2</sup>, está dividido en cuatro parroquias; Pachicutza, El Pangui, El Guismi y Tundayme.

Los límites a nivel provincial del cantón El Pangui:

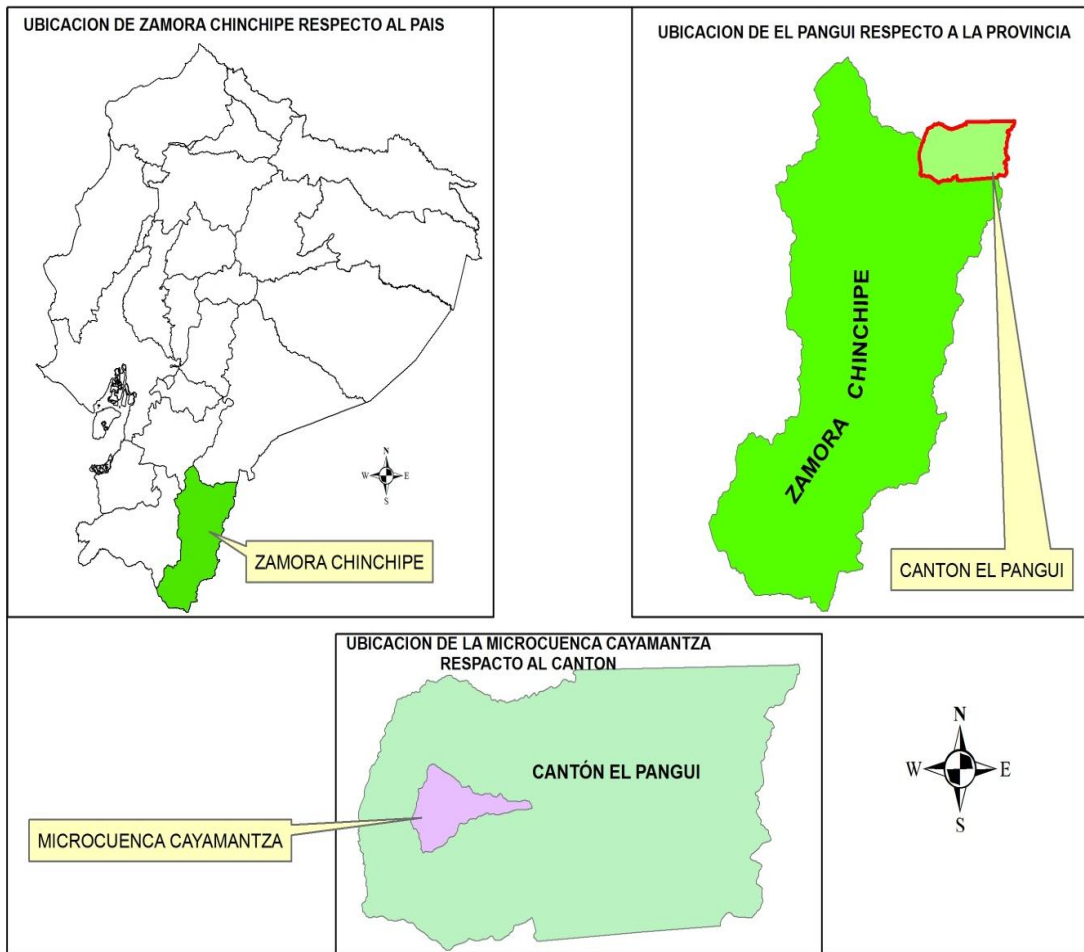
- Al Norte con el cantón Gualaquiza
- Al Sur con el cantón Yanzatza
- Al Este con el Perú
- Al Oeste con las estribaciones de la cordillera de Muchime, El Oso, Shaimi y el cantón Yanzatza.

La microcuenca Cayamatza se encuentra atravesando la ciudad de El Pangui, está conformada por los barrios: San Antonio, Namacuntza, Simón Bolívar, El Paraíso, San Miguel, El Mirador.

Límites de la microcuenca Cayamatza:

- Al Norte con la Microcuenca Quimbuimi
- Al Sur con la microcuenca Tumbaymi
- Al Oeste con la microcuenca Chuchumbleza

A continuación en la figura 4, se presenta la ubicación política de la zona de estudio.



**Figura 4.** Ubicación política de la zona de estudio, 2013.

### 3.1.2 Ubicación Geográfica

El Cantón El Pangui está ubicada en  $03^{\circ} 37' 09''$  de latitud sur y  $78^{\circ} 35' 0''$  de Longitud oeste, a 815 msnm.

La microcuenca Cayamatza está ubicada en el Datum WGS84 Zona 17 S entro de las siguientes coordenadas planas: 760131 – 770305 E y 9596153 – 9602608 N, su altitud varía entre los 740 a 2178msnm, con una superficie de 2612,1 ha.

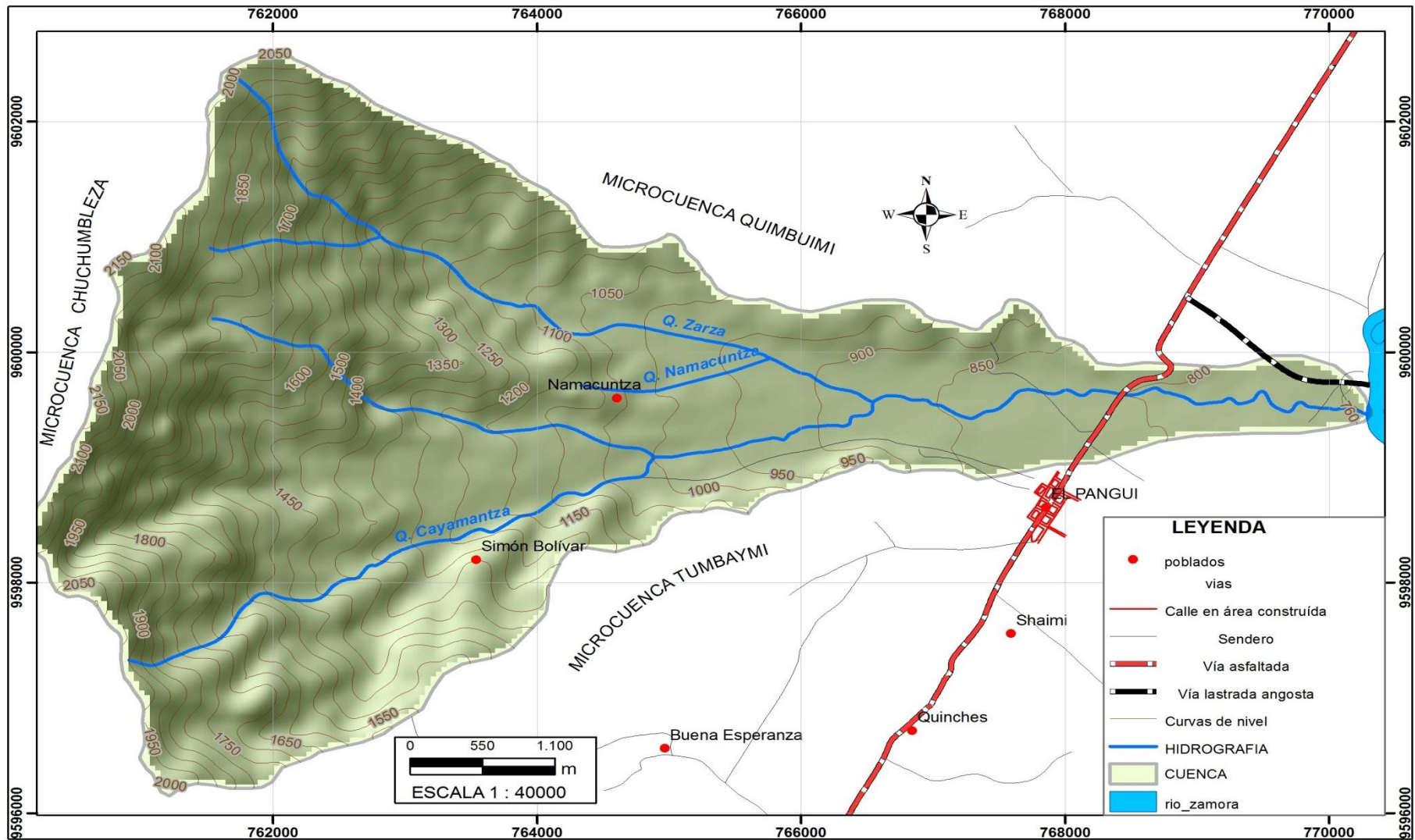


Figura 5. Mapa base de la microcuenca Cayamatza, El Pangui, 2013.

### 3.1.3 Descripción Ecológica

Varios son los factores que determinan el clima como: la situación geográfica, precipitaciones, evaporación, temperatura, vientos, heliofanía, humedad. El Pangui posee un clima bastante riguroso y variable, la estación lluviosa se extiende de 9 a 10 meses, por lo que no se puede determinar con exactitud las épocas lluviosas y secas, debido a que las precipitaciones en la región son frecuentes

Según Holdridge lo clasifica dentro del bosque húmedo tropical (Bht), el clima es cálido húmedo, con una precipitación anual que oscila entre 1750 y 2 050 mm, la temperatura media oscila entre los 20°C y 24°C. Los meses más fríos son de junio a septiembre y los meses con temperaturas más altas corresponden a octubre, noviembre y diciembre y una humedad relativa del 90%.

El bosque siempreverde de tierras bajas localizado entre 600 y 900 msnm aproximadamente su vegetación natural en estas áreas casi ha desaparecido por completo, debido a que se ha reemplazado por cultivos y pastos. Solo quedan arboles aislados en potreros o chacras como evidencias de lo que fue la vegetación original. Con respecto al bosque siempre verde piemontanoubicado entre los 800 y 1300 msnm sobre las laderas de las cordilleras, en la actualidad se presenta como una de las vegetaciones más importantes del cantón, que a pesar que en gran parte se encuentra intervenido aún se cuenta con vegetaciones que llegan a 30 m de altura.

La microcuenca Cayamatza se encuentra bañada por una serie de quebradas y que en un número de 15 afluentes alimentan con un caudal considerable el dren principal. Está constituida por vegetación secundaria siendo las más predominantes el acho *Mauritia flexuosa* L., guararo, seique, helecho arbustivo *Cyatheacaracasana*, guarumo *Cecropiasp.*,

arabisco *Jacaranda capaia*, canelo amarillo *Nectandra crasiloba*, bella Maria *Vochysia* sp., orquídeas, bromelias *Gusmania asplundi* L., *Heliconia* sp., sangre *Otoba glydicarpa*, sierra Soroceatrophoides y tomate de monte *Solanum* sp.; y cultivos como: cacao, café, cítricos, plátano, banano, guaba y naranjilla. La fauna predominante son: la guanta *Cuniculus paca*, guatusa *Dasyprocta fuliginosa*, pava del monte *Ortalis guttata*, tigrillo *Leopardus pardalis*, venado *Mazama americana*, tanagara *Thraupis episcopus coelestis* y *T. palmarum*, caciques *Cacicus cela*, garrapateros *Crotophaga ani*, gallinazos *Coragyps atratus*. En cuanto a las especies de flora y fauna, se encuentra en peligro de extinción por la explotación maderera, expansión de la frontera agrícola, extracción de especies para la comercialización y la caza en especial aquellas especies que se encuentran en categoría de amenaza (<sup>4</sup>PDOT –GADM 2011).

### 3.2 METODOLOGÍA

Para llevar a cabo el presente estudio se establecieron las estaciones de monitoreo mediante un recorrido a lo largo de la microcuenca, en sectores representativos donde se aprecian actividades que ocasionan mayor impacto al cauce y otra donde presenta buenas condiciones de hábitat, para la toma de muestras y medición de parámetros respectivos, en el cuadro 1 se presentan las estaciones de monitoreo.

---

<sup>4</sup>PDOT-GADM: Plan de Desarrollo y Ordenamiento Territorial-Gobierno Autónomo Descentralizado Municipal El Pangui

**Cuadro 1.** Estaciones de monitoreo para determinar la calidad de agua de la microcuenca Cayamatza, El Pangui 2013.

ESTACIÓN DE MONITOREO	LOCALIDAD	COORDENADAS UTM		ALTITUD (msnm)	PARÁMETROS		
		ESTE	NORTE		FÍSICO-QUÍMICO Y MICROBIOLÓGICO	BIOINDICADORES	SVAP
EM1	Captación Cayamatza	763290	9598733	1224	X	X	X
EM2	Captación Namacuntza	764779	9599633			X	X
EM3	San Antonio	766140	9599661	905		X	X
EM4	San Miguel	766928	9599608	843		X	X
EM5	El Mirador	768360	9599683	826	X	X	X
EM6	El Mirador	768552	9599683	818			
EM7	Granja MAGAP	770171	9599544	771	X	X	X

### 3.2.1 Determinación de los parámetros físico-químicos y bacteriológicos de calidad del agua de la microcuenca Cayamatza obtenidos en cada uno de los muestreos.

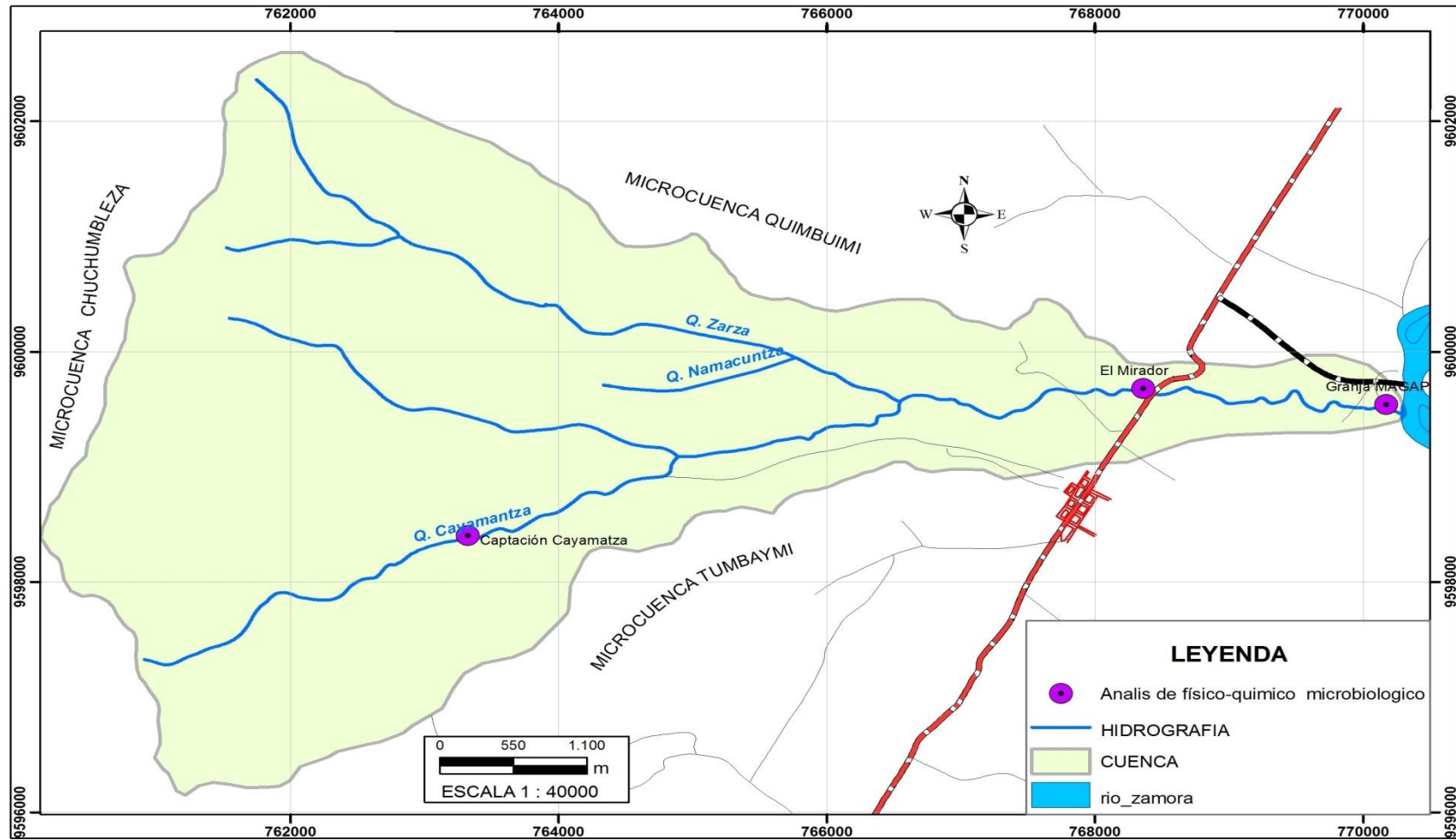
Para cumplir con este objetivo, se procedió a tomar las muestras en el mes de octubre debido a que la precipitación baja a 280 mm, por lo que se establecieron tres puntos de muestreo en la parte alta, media y baja de la microcuenca, mismos que fueron georreferenciados (Figura 6).

Para la determinación de los parámetros físico-químicos y bacteriológicos del agua, se obtuvo las muestras en botellas esterilizadas por debajo de la superficie del caudal contra la corriente, se realizó la estandarización del interior de las botellas previa homogenización. Posteriormente se volvió a introducir la botella para coleccionar la muestra tapando inmediatamente, y ser etiquetadas, membretadas y colocadas en el cooler el mismo que conservó las muestras a una temperatura de 0° a 4°C, para su posterior traslado al laboratorio de Estudios Técnicos de Aguas y Suelos en la ciudad de Loja, donde se realizaron los siguientes análisis:

**Cuadro 2.** Parámetros físico – químicos y bacteriológicos que se analizaron para evaluar la calidad del agua de la microcuenca Cayamatza.

<b>ANÁLISIS</b>	<b>PARÁMETROS</b>	<b>UNIDAD</b>
<b>FÍSICOS</b>	Conductividad	μS/cm
	Potencial de Hidrogeno	--
	Sólidos Disueltos Totales	mg/l
	Temperatura	°C
	Turbiedad	UNT
	Color	Pt-Co
	<b>QUÍMICOS</b>	Cloro Libre Residual
Fosfato		mg/l
Hierro Total		mg/l
Manganeso		mg/l
Nitrato		mg/l
Nitrito		mg/l
Sulfato		mg/l
Calcio		mg/l
<b>BACTERIOLÓGICOS</b>	Coliformes totales	NMP/100 ml
	Coliformes fecales	





**Figura 6.** Ubicación de los sitios de muestreo, para los análisis físico-químico y microbiológico en la microcuenca Cayamatza, El Pangui 2013.

Seguidamente se procedió a interpretar y analizar los resultados obtenidos, con el fin de compáralos con la legislación ambiental nacional, que regula estándares de calidad del agua para diferentes usos, como los límites máximos permisibles contemplados en el TULSMA, libro VI, anexo I

### **3.2.2 Determinación de la Calidad del Agua de la Microcuenca Cayamatza Mediante la Aplicación de Índices Biológicos y su Relación Comparativa con los Métodos Convencionales.**

Para determinar la calidad del agua con la aplicación de índices biológicos, se establecieron siete estaciones de monitoreo (figura 7), en cada una se recolectaron 3 réplicas ubicadas a 10 m de distancia cada una, luego se homogenizo cada una de las muestras. El monitoreo se lo realizo en los meses de julio, septiembre y octubre de 2011.

Para evaluar la composición de macroinvertebrados acuáticos se utilizó la metodología de Carrera & Fierro 2001, utilizando la red surber, para ello se elaboró un par de marcos, con tubo galvanizado de 30 x 30 cm cada uno, luego se unió por uno de sus lados formando una L, a uno de los marcos se colocó una red en forma de cono de 40 cm de profundidad con un ojo de malla de 0,5 a 1 mm.



**Figura 8.** Red surber para la captura de macroinvertebrados.

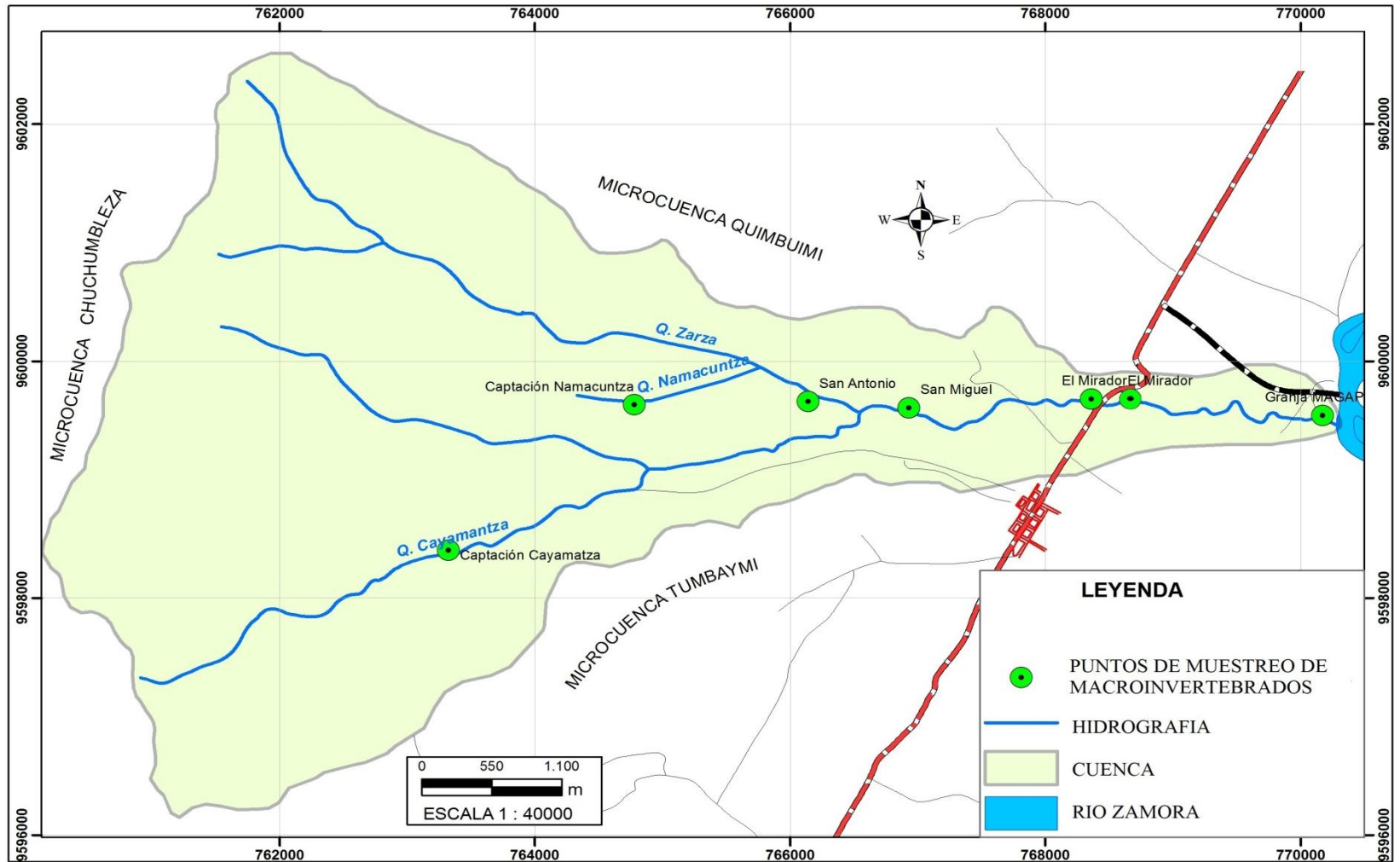


Figura 7. Ubicación de los sitios de muestro para macroinvertebrados en la microcuenca Cayamatza, El Pangui 2013.

Esta técnica consistió en colocar la red contra corriente asentando la base en el fondo del río, removiendo lo que se encuentra dentro del cuadro durante un minuto, el material removido se va depositando en la red. Todo el contenido se vertió en una bandeja de porcelana blanca con la ayuda de una pinza se procedió a separar los macroinvertebrados los mismos que fueron colocados en un frasco con alcohol al 70 %, finalmente se procedió a etiquetar cada muestra, en la que consta: el nombre de la quebrada, fecha y coordenadas. Posteriormente se realizó la identificación mediante claves o láminas de identificación de macroinvertebrados, hasta nivel de familia.



**Figura 9.** Captura de invertebrados con red surber.



**Fuente:** Carrera y Fierro 2001

**Figura 10.** Lámina para la identificación de macroinvertebrados.

Para correlacionar los resultados obtenidos en los análisis físico-químicos y microbiológicos, se aplicó los índices biológicos como el Índice de EPT y el Índice de Sensibilidad, que se detalla a continuación:

### **3.2.2.1 Análisis EPT (Ephemeroptera, Plecoptera, Trichoptera)**

El análisis se realiza mediante el uso de tres órdenes de macroinvertebrados (Ephemeroptera, Plecoptera y Trichoptera) que son indicadores de buena calidad del agua debido al grado de sensibilidad a los contaminantes.

Una vez identificados los grupos de macroinvertebrados presentes en cada área, se registra en la columna de **Abundancia de Individuos** la cantidad de macroinvertebrados frente a la clasificación que corresponda, en una última columna se coloca en las filas de coloración (celeste) los EPT presentes. A continuación se procede a dividir el total de EPT para el total de individuos cuyo valor se multiplica por 100 para obtener el porcentaje respectivo. Por último se realizó la comparación con los criterios de valoración de la calidad de agua que van desde mala a muy buena (Anexo 1) (Carrera y Fierro 2001).

### **3.2.2.2 Análisis de sensibilidad**

El análisis de sensibilidad toma en cuenta el grado de sensibilidad que tienen los diferentes grupos de macroinvertebrados a los contaminantes. El grado de sensibilidad fue establecido por un grupo de científicos. Infiriendo un rango del 1 al 10. El rango 1 indica al menos sensible, los que aceptan mucho contaminante; y así gradualmente, hasta el 10, que señala al más sensible, los que no aceptan contaminantes. Por esta razón se determinó la

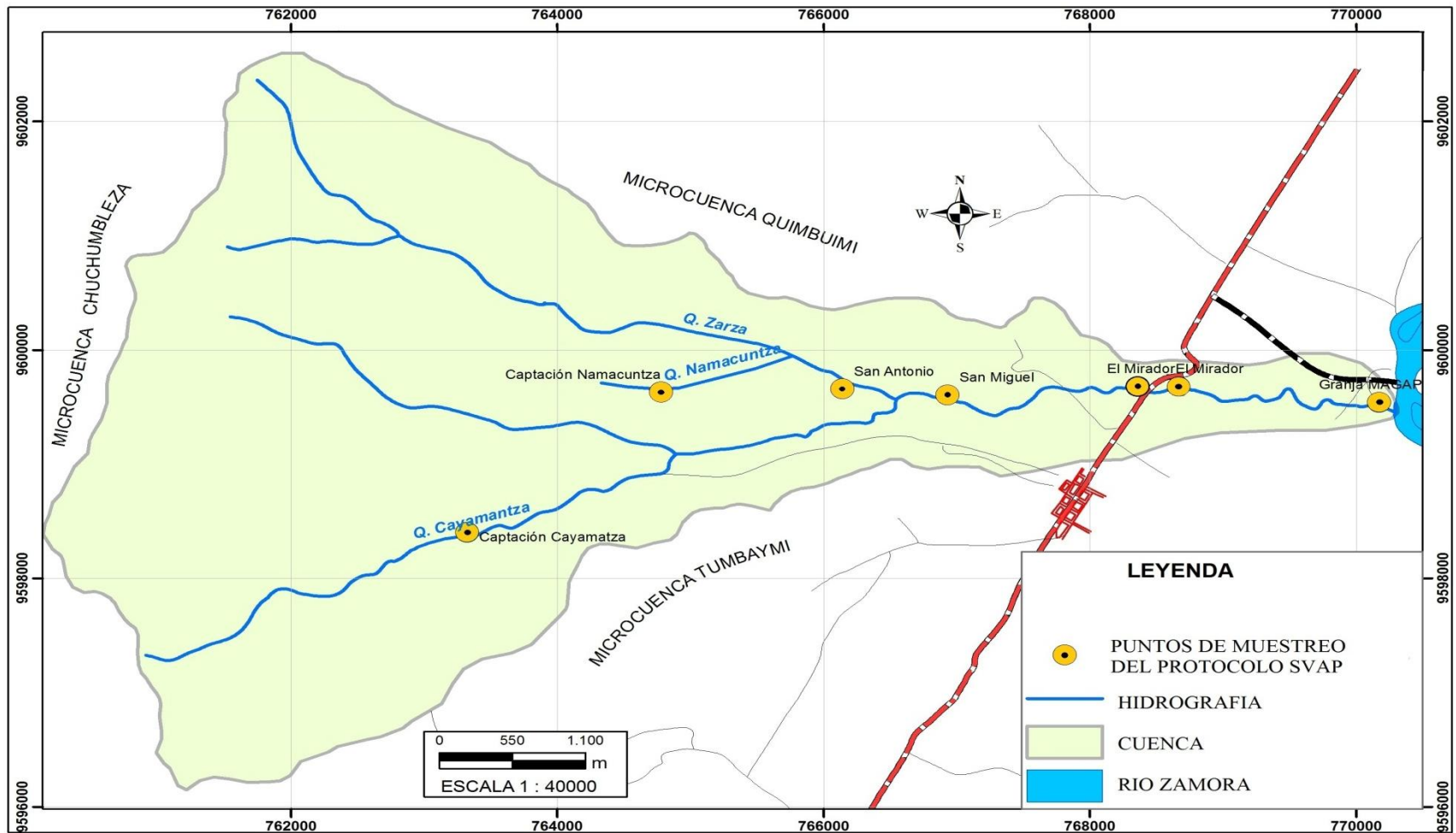
**Presencia** de los diferentes grupos de macroinvertebrados, y no el número de individuos (Abundancia) (Carrera y Fierro 2001).

Se ubican los grupos de macroinvertebrados encontradas en cada área de muestreo, para luego anotar la Sensibilidad que tiene cada familia en la columna de **Presencia**, luego se suma para su posterior comparación con los criterios de valoración de la calidad de agua que va desde muy buena a muy mala (Anexo 1) (Carrera y Fierro 2001).

### **3.2.3 Evaluación de las Condiciones de Hábitat de las Quebradas Mediante el Sistema Stream Visual Assessment Protocol (SVAP)."**

Para evaluar la composición del hábitat se utilizó la metodología de Mafla 2005, utilizando como herramienta el protocolo SVAP.

La presente técnica evalúa el hábitat físico de las quebradas mediante la asignación de puntajes entre 1 y 10 a 15 diferentes parámetros (Anexo 2). El método consistió en recorrer las siete estaciones de monitoreo establecidas (Figura 11) y valorar los parámetros. Al final del proceso se asignaron puntajes y se calculó el promedio de los 15 parámetros, aplicando altos puntajes (9,6 – 10) para quebradas que presentan condiciones sanas, y bajos puntajes (1 – 2,2) para quebradas en mal estado, luego se categorizó la calidad del hábitat (Mafla 2005).



**Figura 11.** Ubicación de los sitios ed muestreo para la evaluación del habitat en la microcuenca Cayamatza,El Pangui 2013

### **3.2.4 Difusión de la metodología y los resultados obtenidos de la evaluación de la calidad de agua de la microcuenca Cayamatza**

Para el cumplimiento del presente objetivo se socializó la metodología utilizada, así como los resultados que se obtuvieron en la Carrera de Manejo y Conservación del Medio Ambiente.



## 4 RESULTADOS

### 4.1 ANÁLISIS FÍSICO-QUÍMICOS Y BACTERIOLÓGICOS DE LA CALIDAD DEL AGUA DE LA MICROCUENCA CAYAMATZA.

En el cuadro 3, se presentan los resultados obtenidos en el laboratorio, en el cual se comparó en base al TULSMA, Libro VI, Anexo 1: Norma de Calidad Ambiental y de Descargas de Efluente al Recurso Agua, sobre los límites máximos permisibles. A más de los requisitos de agua potable, según el Instituto Ecuatoriano de Normalización (INEN 1108:2006).

**Cuadro 3.** Resultados de los análisis físico-químicos y bacteriológicos del agua de la microcuenca Cayamatza, El Pangui 2013.

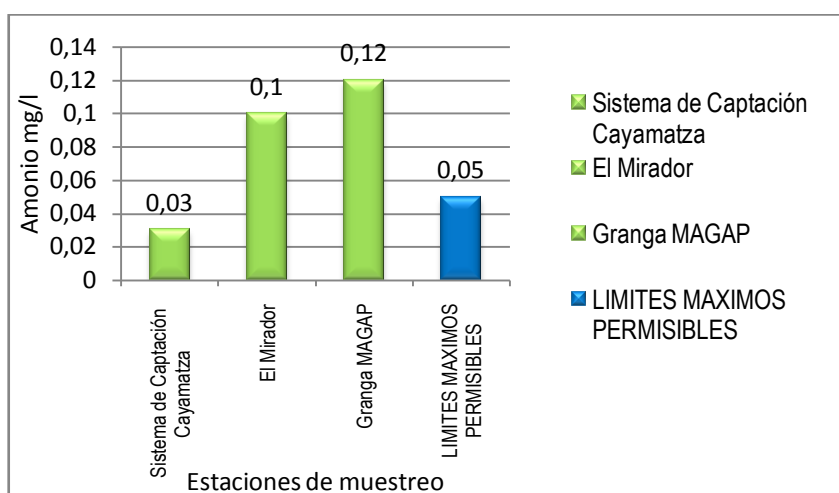
PARÁMETROS	Expresado como	RESULTADOS			LIMITES MAX. PERMISIBLES	NORMAS
		Sistema de Captación Cayamatza	El Mirador	Granja MAGAP		
<b>ANALISIS FISICOS</b>						
Olor	-	Ausencia	Ausencia	Ausencia	Ausencia	USPHS
Sabor	-	Ausencia	Ausencia	Ausencia	Inobjetable	USPHS
Color Real	U.PT-Co	0	0	0	20 - 30	TULSMA-INEN
Color aparente	U.PT-Co	10	30	38	-	USPHS-OMS
Turbiedad	NTU/FTU	1	6	8	100	TULSMA-INEN
Temperatura	°C	18,4	18,3	18,6	0-3	TULSMA
Aceites y grasas	Película visible	Ausencia	Ausencia	Ausencia	0,3 mg/l	MSP-TULSMA
Materia flotante	Materia visible	Ausencia	Ausencia	Ausencia	Ausencia	TULSMA
Sólidos totales	mg/l	50,2	55	60	-	MSP
Sólidos disuelto totales	mg/l	42	46	49	1000	TULSMA
conductividad eléctrica	umhos/cm	84	92	98	1250	IEOS
Sólidos suspendidos	mg/l	5	7	9	Ausencia	MSP
<b>ANALISIS QUIMICOS</b>						
Potencial de hidrogeno	ph	7,1	6,8	6,6	9	TULSMA
Alcalinidad total	mg/l	34	36	34	-	-

**Cuadro 3. Continuación...**

Bicarbonatos	mg/l	34	36	34	250	IEOS
Nitrógeno amoniacal	mg/l	0,02	0,08	0,09	1	TULSMA
Amoniac	mg/l	0,02	0,1	0,11	0,5	IEOS
Amonio	mg/l	0,03	0,1	0,12	0,05	TULSMA
Calcio	mg/l	12	12	12	70	INEN
Dureza cálcica	mg/l	29,9	29,6	29,6	500	OMS-IEOS
Dureza total	mg/l	40	40	40	500	TULSMA
Dureza Magnésica	mg/l	10	10,4	10,4	-	-
Magnesio	mg/l	2,45	2,53	2,53	30	INEN
Cloruros	mg/l	6,5	6,8	6,4	250	TULSMA
Sodio	mg/l	4,23	4,42	4,16	200	TULSMA
Potasio	mg/l	1,2	1,3	1,7	500	IEOS
Magnesio total	mg/l	0	0	0	0,1	TULSMA
Hierro total	mg/l	0,04	0,1	0,11	1	TULSMA
hierro soluble	mg/l	0,05	0,13	0,14	0,8	OMS-IEOS
Hierro coloidal	mg/l	0,06	0,14	0,16	-	OMS-IEOS
Hierro+ Magnesio	mg/l	0,04	0,1	0,11	0,3	USPHS
Sílice	mg/l	14	16	16	5	IEOS
Sulfatos	mg/l	3	6	6	400	TULSMA
Fosfatos	mg/l	0,28	0,35	0,38	0,3	IEOS
Fosforo	mg/l	0,09	0,12	0,13	-	-
Pentóxido fosforo	mg/l	0,22	0,27	0,29	-	-
Nitrógeno nitrato	mg/l	1,1	1,3	1,3	10	TULSMA
Nitrato	mg/l	4,84	5,72	5,72	45	INEN-USPHS
Nitrógeno nitrito	mg/l	0,01	0,01	0,01	1	TULSMA
Nitrito	mg/l	0,01	0,01	0,01	Cero	INEN
Nitratos + nitritos	mg/l	4,85	5,73	5,73	10	OMS-IEOS
Anhídrido carbónico libre	mg/l	1,3	1,8	1,9	5	IEOS
OD	mg/l	7,5	7,5	7,5	No <6	TULSMA
<b>ANÁLISIS MICROBIOLÓGICOS</b>						
Gérmes totales	UFC/ml	45000	89000	92000	30	INEN
Coliformes totales	NMP/100ml	180	480	496	3000	TULSMA

La mayoría de los parámetros analizados en el cuadro 3 para las tres áreas de muestreo se encontraron dentro de los límites máximos permisibles, evidenciando variaciones en la parte media y baja de la microcuenca. A continuación se describen los parámetros que sobrepasan los límites permisibles:

- **Amonio (mg/l):** como se puede observar en la figura 12, los resultados obtenidos en el laboratorio en cuanto al amonio y en comparación con el <sup>3</sup>TULSMA el límite máximo permisible es de 0,05 mg/l, en la parte baja de la microcuenca se registró un valor de 0,12 mg/l y en la parte media de 0,1 mg/l.

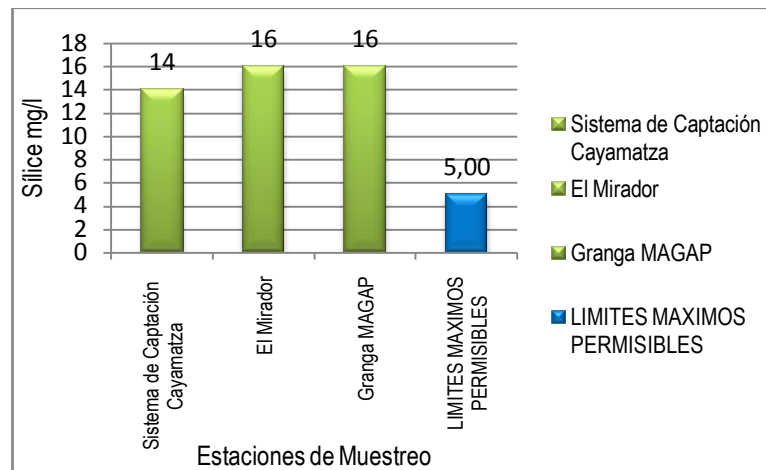


**Figura 12.** Amonio de la microcuenca microcuenca Cayamatza, El Pangui 2013.

- **Sílice (mg/l):** como se observa en la figura 13, de los resultados obtenidos en el laboratorio y comparando con la <sup>4</sup>IEOS el límite máximo permisible es de 5 mg/l, en las tres áreas de muestreo sobrepasaron los límites permisibles, registrando así en la parte alta 14 mg/l, en la parte media 16 mg/l y en la parte baja 17 mg/l.

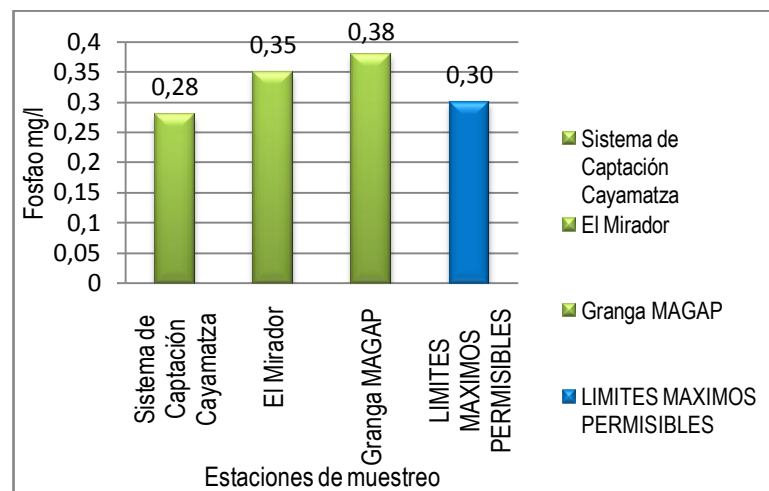
<sup>3</sup>TULSMA. Texto Unificado de Legislación Secundaria del Ministerio del Ambiente

<sup>4</sup>IEOS. Instituto Ecuatoriano de Obras Sanitarias



**Figura 13.** Sílice de la microcuenca Cayamatza, El Pangui 2013.

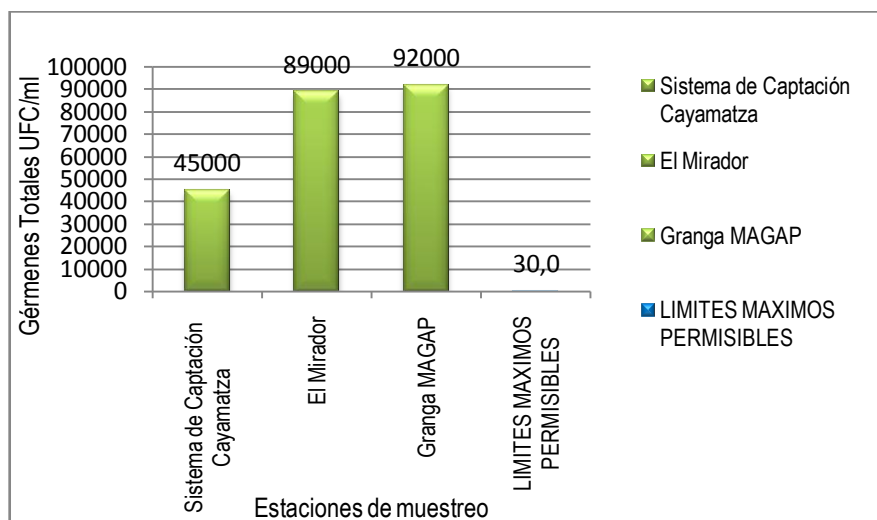
- **Fosfato (mg/l):** de acuerdo a la figura 14, según la norma EOS el límite máximo permisible del fosfato es de 0,3 mg/l, evidenciando valores altos en la parte media y baja de la microcuenca de 0,35 y 0,38 mg/l.



**Figura 14.** Fosfato de la microcuenca Cayamatza, El Pangui 2013.

- **Gérmenes totales (UFC/ml):** como se observa en la figura 15, de acuerdo a las normas INEN el límite máximo permisible de los gérmenes totales es de 30 UFC/ml, en las tres áreas de muestreo

excedieron notablemente el límite permisible registrando así en la parte alta valores de 45000, media 89000 y baja 92000 UFC/ml.



**Figura 15.** Gérmenes totales de la microcuenca Cayamatza, El Pangui 2013.

## 4.2 CALIDAD DE AGUA DE LA MICROCUENCA CAYAMATZA MEDIANTE LA APLICACIÓN DE ÍNDICES BIOLÓGICOS.

### 4.2.1 Dominancia de Macroinvertebrados Acuáticos de la Microcuenca Cayamatza

Para corroborar los resultados del laboratorio se creyó conveniente determinar la calidad del agua mediante los macroinvertebrados acuáticos, ya que son abundantes de amplia distribución y fácil de recolectar, por ser sedentarios, estar adheridos en el fondo de las corrientes y poseer ciclo de vida prolongada, nos indican las variaciones de las condiciones ecológicas en los ecosistemas acuáticos.

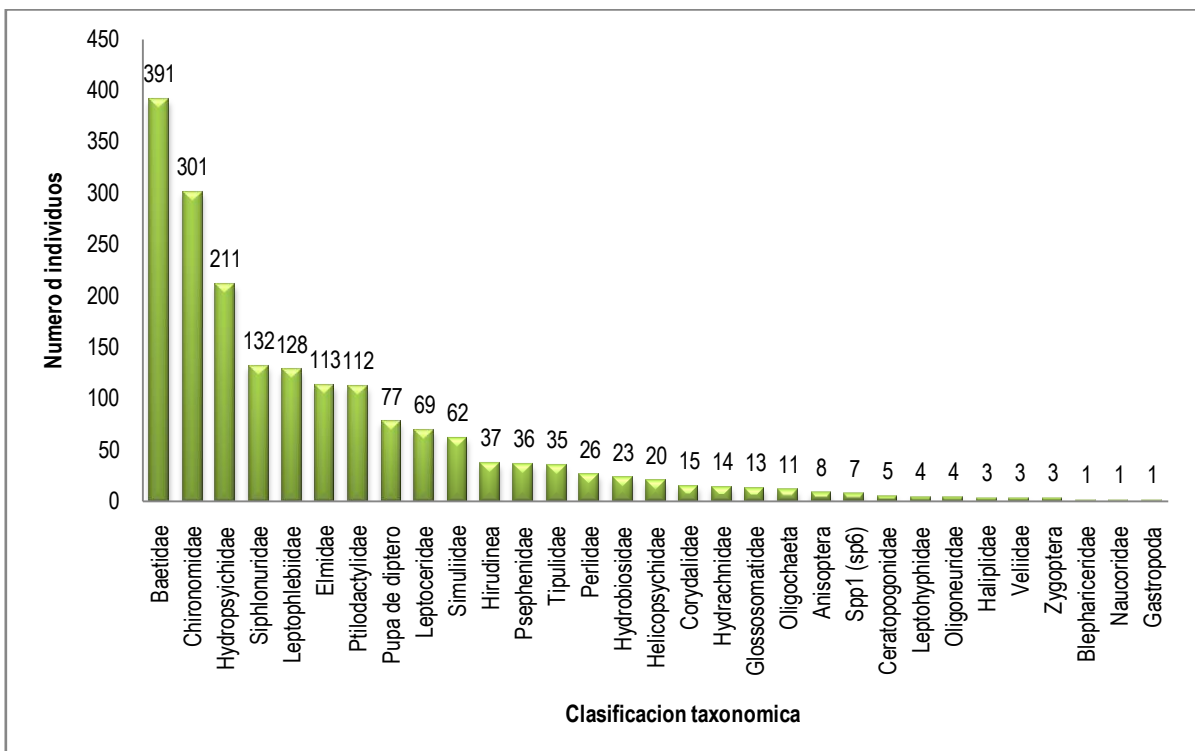
Durante el tiempo de estudio se identificaron un total de 1866 individuos, distribuidos en 3 phylum, 5 clases, 12 órdenes y 31 familias. De la clase Insecta, el orden Ephemeroptera fue el más abundante con 666 individuos,

seguido de Diptera con 481, Trichoptera con 336 y Coleoptera con 264. Estos órdenes permitieron determinar la calidad de agua.

**Cuadro 4.** Macroinvertebrados acuáticos encontrados en la microcuenca Cayamatza, El Panguí 2013.

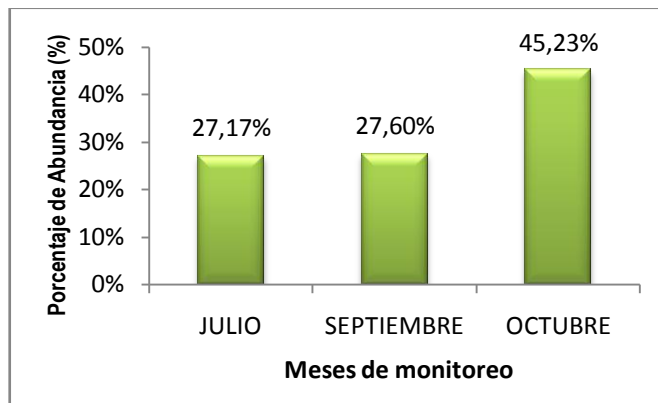
REINO	PHYLUM	CLASE	ORDEN	SUBORDEN	FAMILIA	
Animalia	Arthropoda	Arachnida	Actinedida		Hydrachnidae	14
		Insecta	Coleoptera		Haliplidae	3
				Adephaga	Elmidae	113
				Polyphaga	Psephenidae	36
					Ptilodactylidae	112
			Diptera		Blephariceridae	1
					Ceratopogonidae	5
					Chironomidae	301
					Pupa de diptero	77
					Simuliidae	62
					Tipulidae	35
				Ephemeroptera		Baetidae
					Leptohiphidae	4
					Leptophlebiidae	128
					Oligoneuridae	4
					Siphonuridae	132
					Spp1 (sp6)	7
			Hemiptera		Naucoridae	1
					Veliidae	3
			Neuroptera		Corydalidae	15
			Odonata	Anisoptera		8
		Zygoptera			3	
		Plecoptera		Perlidae	26	
		Trichoptera		Glossosomatidae	13	
				Helicopsyichidae	20	
				Hydrobiosidae	23	
				Hydropsyichidae	211	
	Leptoceridae		69			
Mollusca	Gastropoda				1	
Annelida	Hirudinea				37	
	Oligochaeta				11	
					<b>INDIVIDUOS TOTAL</b>	<b>1866</b>

Durante el tiempo de muestreo se encontraron tres familias con mayor abundancia: Baetidae (Ephemeroptera) con 391 individuos, seguido de Chironomidae (Díptera) con 301 individuos e Hydropsychidae (Trichoptera) con 211 individuos, a estas familias se las encontró en las mayoría de las estaciones de monitoreo. Por el contrario las familias con menor abundancia corresponden a Blephariceridae, Naucoridae y una familia de la clase gastropoda con un individuo cada una (Figura 16).



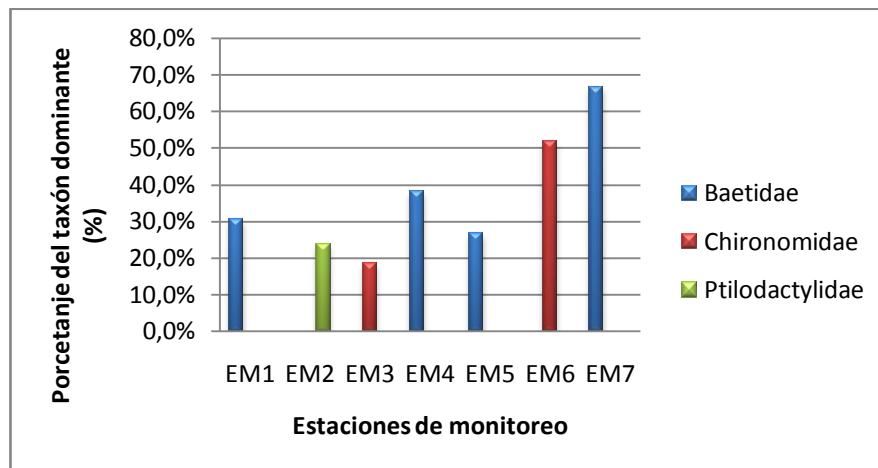
**Figura 16.** Abundancia de macroinvertebrados durante el periodo de muestreo de la microcuenca Cayamatza, El Pangui 2013.

Como se observa en la figura 17, la abundancia de macroinvertebrados para el mes de julio fue del 27,17 % observando un ligero incremento en septiembre (27,6 %) y la mayor abundancia estuvo concentrada en el mes de octubre (45,23%).



**Figura 17.** Abundancia de macroinvertebrados, durante los tres meses de monitoreo de la microcuenca Cayamatza, El Pangui 2013.

En julio se registró 22 taxas y 507 individuos. De acuerdo al porcentaje de taxón dominante en la figura 18 se observa que las familias con mayor dominancia en cada estación fueron: Baetidae con el 30,6%, 38,3%, 26,7% y 66,7 en las estaciones EM1, EM4, EM5 y EM7; seguido de Ptilodactylidae con el 24% en la estación EM2 y Chironomidae con el 18,6%, y 52% en las estaciones EM3 y EM6.

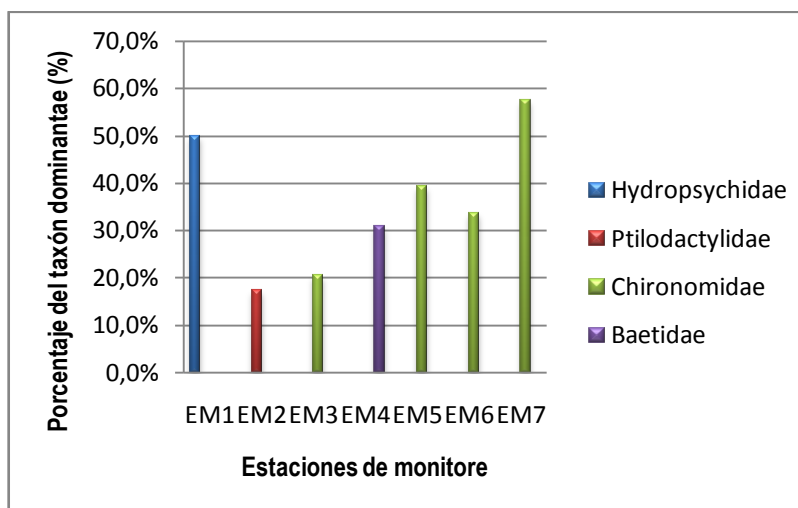


**Figura 18.** Taxón dominante por estación de monitoreo correspondiente al mes de Julio de la microcuenca Cayamatza, El Pangui 2013.

De acuerdo a septiembre se registró 25 taxas y 515 individuos. Con respecto a la figura 19, las familias más dominantes en cada estaciones de

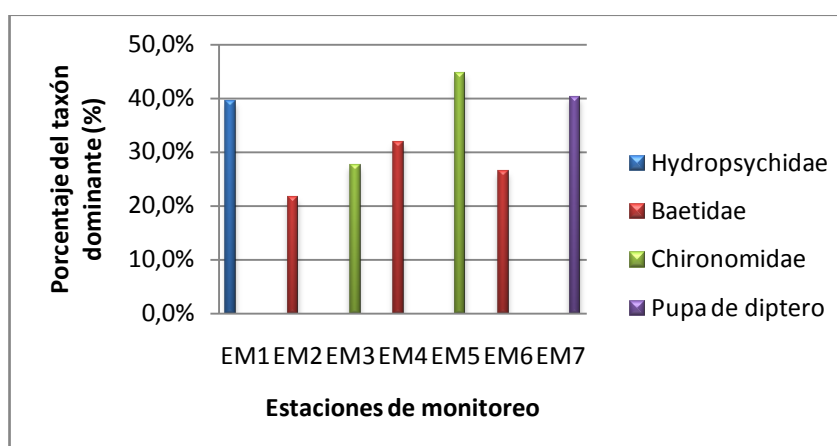


monitoreo fueron: Hydropsychidae con el 50% en la estación EM1; Ptilodactylidae con el 17,5% en la estación EM2; Chironomidae con el 20,5%, 39,4%, 33,8% y 57,7% en las estaciones EM3, EM5, EM6 y EM7; y, Baetidae con el 30,9% en la estación EM4.



**Figura 19.** Taxón dominante por estación de monitoreo correspondiente al mes de septiembre de la microcuenca Cayamatza, El Pangui 2013.

En el mes de octubre se registró 27 taxas y 844 individuos. De acuerdo a la figura 20 se registraron 3 familias dominantes las cuales fueron: Hydropsychidae con el 39,4 % en la estación EM1; Baetidae con el 21,5 %, 31,8 % y 26,4 % en las estaciones EM2, EM4 y EM6; y, Chironomidae con el 27,5 % y 44,6 % en las estaciones EM3 y EM5; en la estación EM7 se registraron mayor número de individuos de en estado de pupa correspondiente al orden DIPTERA siendo la taxa mas dominantes para dicha estación con un 40,2 %.



**Figura 20.** Taxón dominante por estación de monitoreo correspondiente al mes de octubre de la microcuenca Cayamatza, El Pangui 2013.

#### 4.2.2 Análisis de EPT

Durante el periodo de muestreo se registraron 9 de 11 familias para el análisis de EPT propuestas por Carrera y Fierro. El orden con mayor número de individuos fue EPHEMEROPTERA con 527, siendo las más representativas las familias Baetidae, Leptophlebiidae; el orden TRICHOPTERA con 316, con las familias Hydropsychidae, Leptoceridae; y, el orden PLECOPTERA con 26, siendo Perlidae única familia. La presencia de los tres órdenes en las estaciones de monitoreo nos permitió determinar la calidad de agua.

**Cuadro 5.** EPT presentes de la microcuenca Cayamatza, el Pangui 2013.

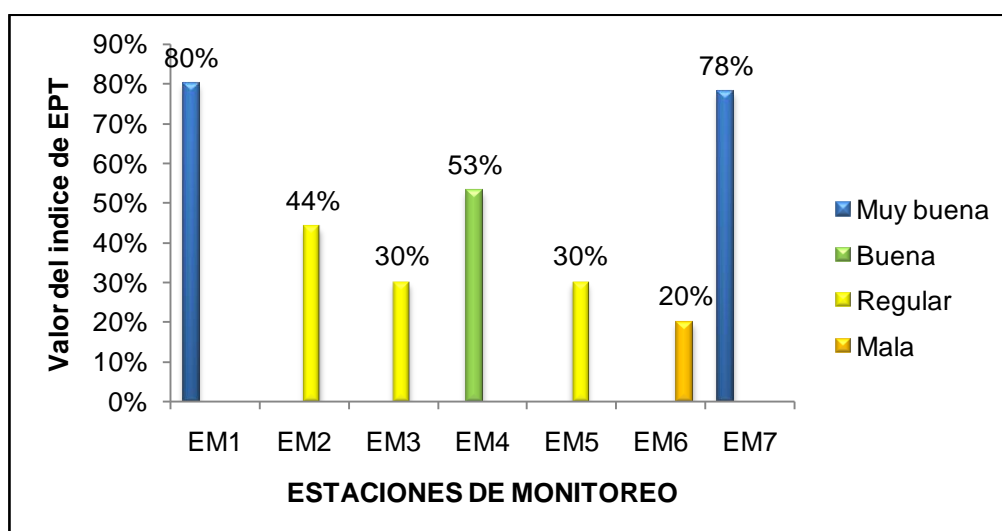
CLASIFICACIÓN		MESES DE MONITOREO		
ORDEN	FAMILIA	JULIO	SEPTIEMBRE	OCTUBRE
EPHEMEROPTERA	Baetidae	126	95	170
	Leptophlebiidae	33	30	65
	Leptohyphidae	1		3
	Oligoneuridae	1	3	
TRICHOPTERA	Hydropsychidae	67	59	85
	Leptoceridae	29	18	22
	Hydrobiosidae	17	3	3
	Glossosomatidae	6	3	4
PLECOPTERA	Perlidae	8	4	14
<b>TOTAL</b>		<b>288</b>	<b>215</b>	<b>366</b>

Los resultados obtenidos en el análisis de EPT fueron:

En el mes de julio de acuerdo con el índice de EPT, la parte alta correspondiente al sistema de captación Cayamatza (EM1) es de **muy buena** calidad de agua con un valor 80 % y antes de la desembocadura de la quebrada con el río Zamora (EM7) presentaron un valor del 78 % a pesar de ser un área alterada se registró mayor número de individuos de Baetidae en relación a la muestra total (Figura 21)

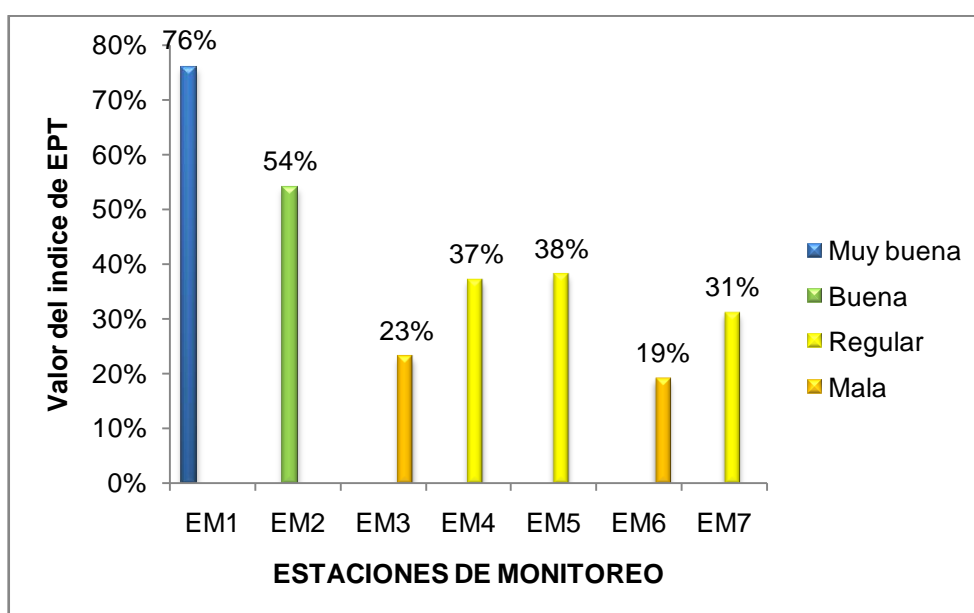
En el sector San Miguel (EM4) a la calidad de agua fue **buena** con un valor del 53 %, registrando 6 familias, obteniendo mayor número de individuos de Baetidae e Hydropsychidae. En el sector El Mirador (EM6) la calidad del agua fue **mala** con un 20 % (Figura 21).

En cuanto a la calidad de agua **regular** en los sectores San Antonio (EM3) y El Mirador (EM5) presentaron un valor del 30 %, registrando 5 y 2 familias. En el sistema de captación Namacuntaza (EM2) presentaron un valor del 44 %, con un registro de 8 familias (Figura 21).



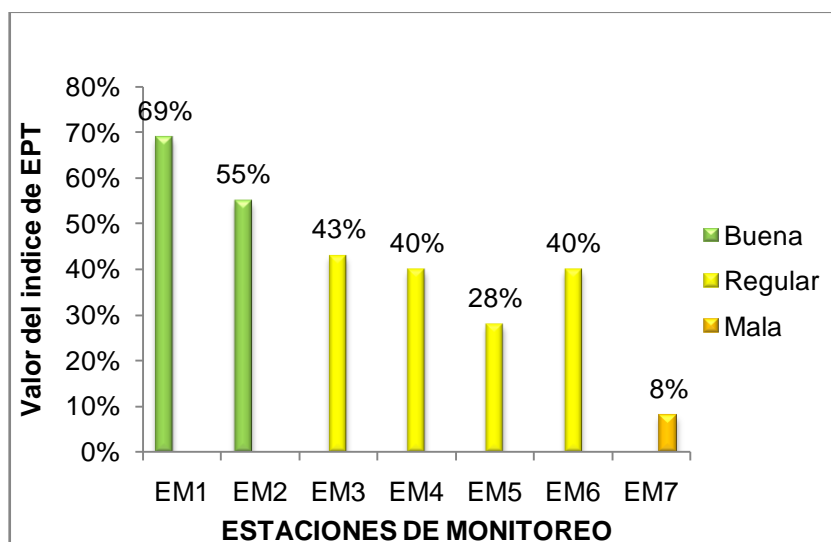
**Figura 21.** Índice de EPT presentes de la microcuenca Cayamatza, correspondiente al mes de julio, El Panguí 2013.

Con respecto a la figura 22, para el mes septiembre de acuerdo con el índice de EPT en la estación EM1 la calidad de agua fue **muy buena** (76 %), con 5 familias de EPT las mas representativas son Hydropsychidae, Baetidae y Leptophlebiidae; mientras que en la estación EM2 la calidad de agua fue **buena** (54 %), con 5 familias de EPT. En las estaciones EM4, EM5 y EM7 la calidad del agua fue **regular** con valores del 37 %, 38 % y 31 %. Las estaciones EM3 y EM6 presentaron una calidad de agua **mala** con el 23 % y 19 %



**Figura 22.** Índice de EPT presentes de la microcuenca Cayamatza, correspondiente al mes de septiembre, El Pangui 2013.

Para el mes de octubre como se observa en la figura 23, la mayoría de las estaciones (EM3, EM4, EM5 y EM6) la calidad del agua fue **regular** con un 43 %, 40 %, 28 % y 40 %. Encambio en las estaciones EM1 y EM2 la calidad fue **buena** con un 69 % y 55 %, mientras que en EM7 la calidad fue **mala** evidenciando un bajo porcentaje del 8 %.

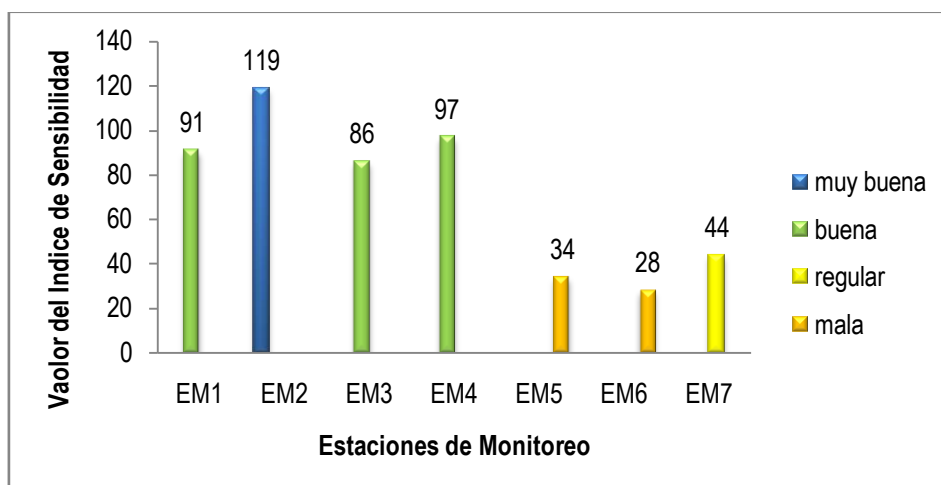


**Figura 23.** Índice de EPT presentes de la microcuenca Cayamatza, correspondiente al mes de octubre, El Pangui 2013.

#### 4.2.3 Análisis de sensibilidad

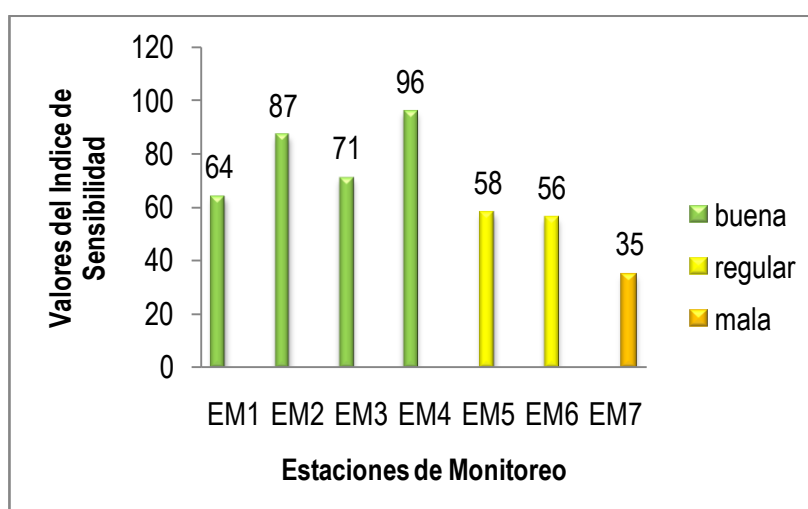
Los resultados obtenidos en el análisis de sensibilidad fueron:

De acuerdo a los valores del índice de sensibilidad para el mes de julio, la estación EM2 alcanzó el rango óptimo dando una calidad de agua **muy buena** con un valor de 119. En áreas de diferentes condiciones de hábitats coincidieron con una calidad de agua **buena** como es en EM1, EM3 y EM4 con valores de 91, 88 y 97. En la estación EM7 la calidad de agua fue **regular** con un valor de 44 y las zonas de muestreo EM5 y EM6 que se encuentran en el casco urbano presentaron una calidad de agua **mala** con valores de 34 y 28 (Figura 24).



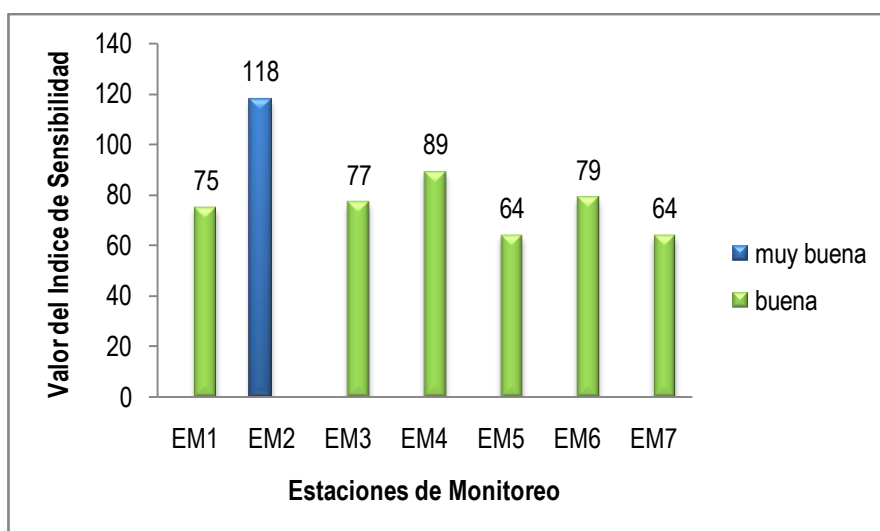
**Figura 24.** Índice de sensibilidad de la microcuenca Cayamatza, correspondiente al mes de julio, El Pangui 2013.

Para el mes de septiembre como se observa en la figura 25, ninguno de los valores obtenidos se acercaron al rango óptimo; sin embargo la mayoría de las zonas de muestreo (EM1, EM2, EM3 y EM4) la calidad del agua fue **buena** con valores de 64, 87, 71 y 96; en las zonas de muestreo (EM5 y EM6) al haber la presencia de nuevos individuos la calidad del agua fue **regular** con valores de 58 y 56, la zona más afectada fue en EM7 presentando una calidad de agua **mala** con un valor de 35.



**Figura 25.** Índice de sensibilidad de la microcuenca Cayamatza, correspondiente al mes de septiembre, El Pangui 2013.

De acuerdo con los valores del índice de sensibilidad para el mes de octubre, en la figura 26 se observa que en la zona de muestreo EM2 la calidad del agua fue **muy buena** con un valor de 118, sin embargo en la mayoría de las zonas (EM1, EM3, EM4, EM5, EM6 y EM7) la calidad del agua fue **buena** con valores de 75, 77, 89, 64, 79 y 64.



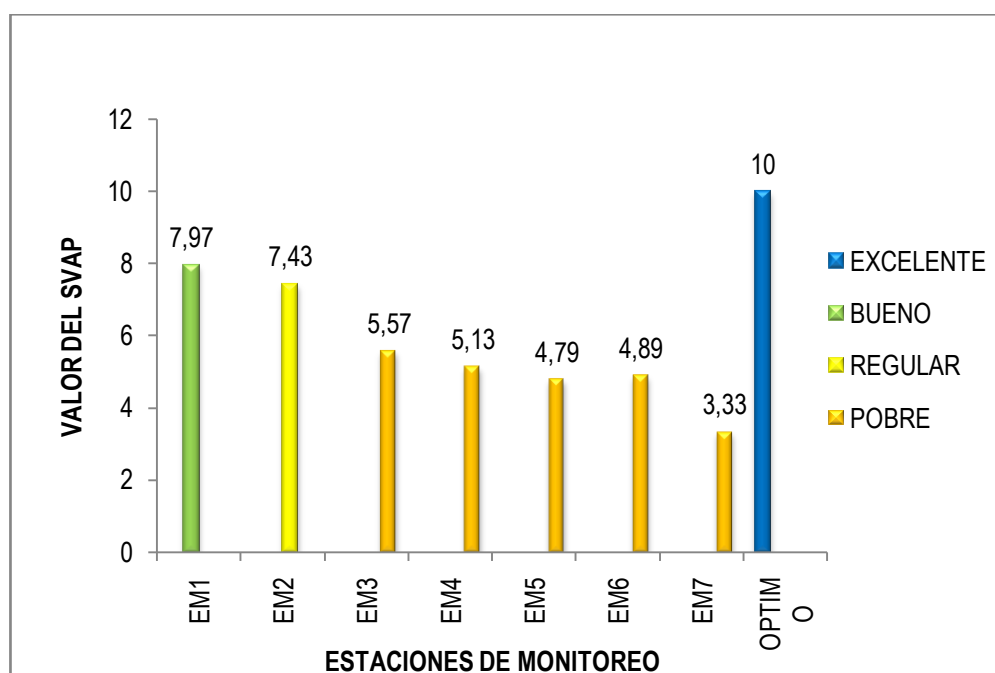
**Figura 26.** Índice de sensibilidad de la microcuenca Cayamatza, correspondiente al mes de octubre, El Panguí, 2013.

### 4.3 EVALUACIÓN VISUAL DEL HÁBITAT

**Cuadro 6.** Análisis Visual de la calidad del hábitat en cada una de las estaciones de monitoreo de la microcuenca Cayamatza, durante el periodo de muestreo, mediante el sistema Stream Visual Assessment Protocol (SVAP), El Panguí, 2013.

ESTACIONES DE MONITOREO	PROMEDIO	CLASIFICACIÓN
EM1	7,97	BUENO
EM2	7,43	REGULAR
EM3	5,57	POBRE
EM4	5,13	POBRE
EM5	4,79	POBRE
EM6	4,89	POBRE
EM7	3,33	POBRE
<b>OPTIMO</b>	<b>10</b>	<b>EXCELENTE</b>

En los resultados obtenidos de la evaluación visual del hábitat, en la figura 27, muestra que ninguna de las zonas evaluadas llegó al rango óptimo de excelente, solo una de las zonas evaluadas presenta un hábitat de calidad **buena** con un promedio de 7,97 correspondiente a la estación EM1 ubicada en el sistema de captación de la quebrada Cayamatza; en el sistema de captación de la quebrada Namacuntza (EM2) fue el único sitio con una calidad de hábitat **regular** con un promedio de 7,43. En cambio la mayoría de las zonas evaluadas, presentaron una valoración catalogada como **pobre** como en el sector de San Antonio (EM3) con un promedio de 5,57; San Miguel (EM4) con 5,13; El Mirador (EM5 y EM6) con promedios de 4,79 y 4,89; y la granja del MAGAP (EM7) con 3,33.



**Figura 27.** Análisis Visual de la calidad del hábitat en cada una de las estaciones de monitoreo de la microcuenca Cayamatza, El Pangui, 2013.



## 5 DISCUSIÓN

### 5.1 ANÁLISIS FÍSICO-QUÍMICOS Y BACTERIOLÓGICOS DE LA CALIDAD DEL AGUA DE LA MICROCUENCA CAYAMATZA

De acuerdo a los resultados obtenidos y comparando con las normas de calidad de agua, la mayoría los parámetros analizados en la tres áreas se encontraron dentro de los límites máximos permisibles, evidenciando un ligero incremento en la parte media y baja de la microcuenca. No obstante en la parte media y baja, los parámetros que sobrepasaron los límites permisibles son: el amonio procedente de la descomposición de la materia orgánica de vertidos de residuos causando daños a las fuentes hídricas ya que en forma de amoniaco interfiere en el transporte del oxígeno; y el fosfato por el uso de fertilizantes y detergentes que llegan al agua con el escurrimiento agrícola y descargas de aguas negras, en exceso el fosfato junto con el nitrito y el nitrato provocan el crecimiento excesivo de algas, lo que dificultaría la vida acuática por la falta del oxígeno; se evidencio la presencia de un número limitado de macroinvertebrados que no aceptan contaminantes como Leptoceridae y Psephenidae; y los que aceptan muy poco contaminantes como Baetidae, Leptophlebiidae, y Simuliidae. Además se registró un buen numero individuos de la familia Chironomidae , lo que nos indica que es un grupo altamente tolerante a condiciones anóxicas debido a que tienen hemoglobina la cual almacena el oxígeno, lo que les permite dominar en condiciones adversas para las demás especies como lo señala Tramaet *al.* (2009).

Por otra parte en las tres áreas de muestreo el sílice se encontró sobre los límites permisibles, debido a la degradación de las rocas que contienen sílice y a la geología de la zona, según Martin 2007, comenta que existen muchas formas de sílice en la naturaleza, pero sólo la inhalación de sílice

cristalino parece ser la única tóxica, y que la forma disuelta en agua se absorbe rápidamente, llega a los órganos blanco y es excretada por la orina.

Por último los gérmenes totales presentan valores muy elevados en especial en la parte media y baja, siendo la causa principal la descargas directas de desechos orgánicos y heces fecales producto de la crianza de porcinos, estudios realizados por Andrade y Medina (2009) señala que en zonas con presencia de residuos sólidos en las riberas contienen menor diversidad de organismos acuáticos, lo que se evidenció la presencia de familias como Chironomidae que aceptan muchos contaminantes y Baetidae los que aceptan muy poco contaminantes; además este tipo de descargas provocan graves afecciones a la salud como tifoidea, amebiasis, poliomielitis, leptospirosis, hepatitis, gastroenteritis, virales, diarreas, cólera .

Los parámetros antes mencionados se pueden comparar con análisis realizados por la municipalidad del cantón en el año 2007 en la microcuenca Cayamatza donde se observó que la mayoría de los parámetros se encontraron dentro de los límites permisibles, no así parámetros como el sílice, fosfato y gérmenes totales.

## **5.2 CALIDAD DE AGUA DE LA MICROCUENCA CAYAMATZA MEDIANTE LA APLICACIÓN DE ÍNDICES BIOLÓGICOS**

Con respecto a los macroinvertebrados acuáticos identificados en la microcuenca Cayamatza, se encuentra constituida por 31 familias y 12 órdenes siendo los más abundantes: Ephemeroptera, Diptera, Trichoptera y Coleoptera. Las familias con mayor número de individuos correspondieron a: Baetidae, Chironomidae, Hydropsychidae, Siphonuridae, Leptophlebiidae, Elmidae y Ptilodactylidae. Estudios realizados en la microcuenca El Almendral por Castillo (2007) señalan que el incremento de caudales en época lluviosa, presenta una variación cuantitativa y cualitativa de la

comunidad de macroinvertebrados. Similar comportamiento fueron observados en la microcuenca Cayamatza donde las variaciones de caudales en la época lluviosa comprendida entre los meses de julio se da una precipitación moderada, incrementando en agosto (por lo que se hace difícil el muestreo) y disminuyendo a moderada en septiembre esta variación se ve reflejada en la baja abundancia de macroinvertebrados durante los dos meses de monitoreo donde el número de individuos tuvo una pequeña diferencia en septiembre, en relación al mes de octubre (época seca) en el cual aumento notablemente la abundancia de macroinvertebrados, como lo indica en estudios realizados por Molina *et al.* (2008) que este tipo de evento de perturbación predecible, que después que se manifiesta con una frecuencia e intensidad intermedia, los hábitats son colonizados por diferentes especies.

La dominancia de la familia Baetidae en la mayoría de las estaciones y durante el periodo de monitoreo se debe a su ligera tolerancia a la contaminación como lo señala Castillo (2007), por basarse en una dieta de pequeños restos de comida en descomposición y elementos nutritivos del suelo, además por persistir en el tiempo al igual que la familia Chironomidae que a diferencia se alimenta de invertebrados, peces y animales en descomposición.

La utilización de índices bióticos, es uno de los más efectivos métodos para obtener información sobre la situación de calidad del agua de una cuenca hidrográfica en particular (Domínguez & Fernández 1998), al ser empleados en la microcuenca Cayamatza, en términos generales se obtuvo que para el índice EPT solo la estación de monitoreo EM1 presento **muy buena** calidad de agua, permitiendo que las familias de EPT como Leptophlebiidae, Perlidae, Leptoceridae se desarrollen en las condiciones óptimas, debido a que en el área de estudio aún conserva condiciones naturales, la preferencia que tienen estas familias a aguas rápidas y la disponibilidad de material alóctono, en cambio en la estación EM2 la calidad

de agua fue **buena**, a pesar de que ambas se ubican en un sistema de captación, en la segunda zona existe un mínimo grado de alteración en el aguaya que las agricultura se extiende desde las zonas ribereñas ocasionando que el número de EPT disminuya en relación a la primera zona por el arrastre de sedimentos durante las precipitaciones. Finalmente las estaciones que obtuvieron una calidad de agua **regular** se debe a las descargas directas de residuos y estiércol producto de la crianza de porcinos, encontrando especies como Baetidae, Hydropsychidae que prefieran este tipo de agua con cierto grado de contaminación, como es el caso de las estaciones EM3, EM5 y EM6, cabe recalcar que para la primera se le suma los efluentes de la piscicultura, en cambio la estación EM4 se ve afectada por la actividad ganadera, agrícola y el lavado de ropa que hacen en el lugar, por último en la zona EM7 el número de individuos de EPT disminuyen notablemente en comparación al resto de las estaciones debido a la extracción de material pétreo.

De acuerdo al índice de sensibilidad solo la estacion EM2 presento una calidad de agua **muy buena** se debe a que en el lugar hay mayor presencia de familias que no aceptan contaminantes, para las estaciones EM1, EM3 y EM4 con **buena** calidad, disminuyendo la presencia de familias que no aceptan contaminantes, comparando las cuatro áreas antes mencionadas difirieron con el índice anterior sin embargo para las estaciones que coincidieron con una calidad de agua **regular** se debe a que en la zona hay mayor asentamiento humano y por ende hay mayor descargas de residuos y estiércol de la crianza de porcinos más de los efluentes de aguas hervidas como es el caso de los puntos EM5, EM6 y en la parte baja de la microcuenca que es donde se ubica el punto EM7 en estas zonas se evidencio que familias como Chironomidae que a pesar de que aceptan mucho contaminante presentaban una coloración rojiza debido la disminución de oxígeno al igual que Psephenidae.

### 5.3 EVALUACIÓN VISUAL DEL HÁBITAT DE LA MICROCUENCA CAYAMATZA MEDIANTE EL SISTEMA STREAM VISUAL ASSESSMENT PROTOCOL (SVAP)

En cuanto al análisis visual del hábitat se determinó que solo la estación EM1 presento una calidad de hábitat **buena**. En estudios realizados por Arce y Laiva(2009) señala que a pesar de que existen zonas con mejores condiciones de hábitat, no llegan al puntaje optimo por algún grado de alteración, lo que se evidencia en EM1 alteración cerca de las zonas ribereñas donde el uso del suelo es dedicado al pastoreo, a más de la captación que existe en el lugar siendo una barrera al movimiento de peces.

En la captación de la quebrada Namacuntza (EM2) obtuvo una calidad de hábitat **regular**, al ser una captación de agua que abastece a la comunidad de El Pangui presento cierto grado de alteración debido a que en algunas partes de las zonas ribereñas hay franja de pocos árboles en las orillas, plantaciones de plátano, café y maíz.

Las áreas que obtuvieron una calidad de hábitat **pobre** como es el caso del sector San Antonio (EM3) y San Miguel (EM4) las zonas de pastoreo se extendían desde algunas secciones de las riberas dejando franja de pocos árboles, provocando mayor inestabilidad en las orillas, disminución de la sombra ya que esta permite regular la temperatura, aumento de nutrientes en el agua por la presencia de ganado en las zonas de pastoreo que llegan a la quebrada por la escorrentía de las lluvias estimulando el aumento de algas filamentosas y esto lleve a la disminución del oxígeno; en el sector el Mirador donde se ubican los puntos EM5 y EM6 las zonas ribereñas se ven cada vez más desprotegidas dichas zonas son utilizadas para la construcción de chancheras, por lo que hay descargas directas de residuos orgánicos y estiércol provocando la alteración de la calidad física y química del agua y aumento de algas filamentosas, a más de la basura que los transeúntes arrojan a la quebrada o a las orillas, la presencia de pozas no

muy profundas refleja lo que sucede aguas arriba donde las zonas ribereñas han sido taladas para diferentes actividades, a diferencia del punto EM7 las antiguas pozas han sido completamente cubiertas por sedimentos sumado a esto la extracción de material pétreo provocando alteración en el cauce, y el acceso de ganado a la quebrada.

## 6 CONCLUSIONES

- De los resultados obtenidos en los análisis físico-químico y microbiológico del agua se evidencia un deterioro en la parte media y baja de la microcuenca siendo los parámetros amonio, fosfato, sílice y gérmenes totales que sobrepasaron los límites permisibles, de acuerdo a las normas de calidad de agua (TULSMA, INEN). Teniendo en cuenta que en la parte alta los dos últimos parámetros mencionados excedieron los límites.
- Los órdenes más representativos fueron Ephemeroptera, Diptera y Trichoptera. Las familias con mayor abundancia y dominancia son Baetidae, Chironomidae e Hydropsychidae, entre las menos abundantes Blephariceridae y Naucoridae, registrándose el mayor número de individuos en el mes de octubre.
- Para el análisis de EPT se logró un buen registro de los tres órdenes, permitiendo determinar la calidad del agua, concluyendo que en la estación EM1 obtuvo un promedio de 75 % con una calidad de agua **muy buena**, en la estación EM2 un valor de 50,9 % con **buna** calidad de agua, y en las estaciones EM3, EM4, EM5, EM6 y EM7 la calidad de agua fue **regular** con valores promedios de 32,1 % 43,3 % 32 % 26,3 % y 38,9 % respectivamente.
- Durante el periodo de monitoreo en el análisis de sensibilidad solo el punto EM2 la calidad del agua fue catalogada como muy buena con un promedio de 108, en los puntos EM1 EM3 y EM4 con buena calidad de agua y promedios de 77, 78 y 94, por ultimo los puntos EM5, EM6 y EM7 la calidad de agua fue **regular** con valores promedios de 52, 54 y 48.

- En la evaluación del hábitat según el SVAP, la estación EM1 presentó una calidad de hábitat buena, en EM2 regular a pesar de ser ambas una fuente captadora de agua para la comunidad la segunda presentó un grado de alteración en ciertas áreas de las zonas ribereñas siendo remplazadas por plantaciones agrícolas. Las estaciones que obtuvieron una calidad de hábitat pobre correspondieron a EM3, EM4, EM5, EM6 y EM7.
- En la microcuenca Cayamatza se observó una disminución en cuanto a la calidad de agua como de hábitat, por lo que se puede deducir que existe una correlación entre los índices biológicos y valoración de hábitat, evidenciándose que los macroinvertebrados acuáticos se manifiestan a cualquier cambio que se produce en el ambiente en especial en aquellas áreas que están expuestas a los asentamientos humanos, a la actividad agrícola, ganadera, crianza de porcinos y extracción de material pétreo provocando alteración en las zonas ribereñas y la calidad del agua.



## 7 RECOMENDACIONES

Luego de haber realizado el presente estudio se propone las siguientes recomendaciones:

- La Unidad de Gestión Ambiental del El Gobierno Autónomo Descentralizado del El Panguí continúe con este tipo de biomonitoreos ya que son efectivos, de bajo costo y de fácil aplicación que los análisis físico-químicos, involucrando a las comunidades que se encuentran inmersa en la microcuenca para que entiendan como están afectando a la calidad del agua y poder tomar acciones encaminados a la conservación.
- El Gobierno Autónomo Descentralizado del El Panguí debe desarrollar programas de reforestación en sectores como las captaciones de agua, en especial en aquellas zonas ribereñas que se encuentran erosionadas, con especies nativas de la zona como: seique, higuerón, canelo, guararo, guabillo.
- Hacer cumplir la ordenanza en cuanto a las sanciones a quienes arrojen basura, excretas o cualquier otro tipo de desperdicio, en lugares públicos, como es el caso de la quebrada
- Toda persona que realice actividad pública, privada o mixta, y que presuma riesgo al ambiente como la extracción de material pétreo y crianza de porcinos, se deba someter a lo estipulado por el Ministerio del Ambiente, en cuanto al otorgamiento de la licencia ambiental respectiva, cumpliendo de esta manera con los requisitos, obligaciones y condiciones, para prevenir, mitigar o corregir los efectos indeseables que la actividad pueda ocasionar.

- Controlar la construcción de chancheras en las zonas ribereñas, ya que deterioran la calidad del agua y a la salud humana.
- Construir letrinas para dar un manejo adecuado a las descargas de residuos orgánico y estiércol producto de la crianza de porcinos.
- Desarrollar programas de educación ambiental con el propósito de concientizar a la ciudadanía sobre la importancia que tiene el manejo y conservación de las microcuencas.

## 8 BIBLIOGRAFÍA

- Andrade, M; Medina, M. 2009. Determinación de la calidad del agua del río Malacatos mediante fauna bentónica como bioindicadora y alternativas de mitigación de la contaminación. Tesis Ing. Ambiental Loja, Ec., Universidad Nacional de Loja, Área Agropecuaria y de Recursos Naturales Renovables. 202 p.
- Arce, M; Leiva, M. 2009. Determinación de la calidad de agua de los ríos de la ciudad de Loja y diseño de líneas generales de acción para su recuperación y manejo. Tesis Ing. Amb. Ec., Universidad Técnica Particular de Loja, Escuela de Ciencias Biológicas y Ambientales. 82 p.
- Carrera, C; Fierro, K. 2001. Manual de Biomonitorio. Los Macroinvertebrados acuáticos como indicadores de la calidad del agua. EcoCiencia. Quito, Ec. 56 p.
- Castillo, M. 2007. Estudio de flora y fauna de la microcuenca el almendral, cantón Paltas, provincia de Loja. Proyecto Binacional Catamayo – Chira. Loja, Ec. 84 p.
- PDOT - GADM El Pangui. 2011. Plan de Desarrollo y Ordenamiento Territorial: Versión preliminar. Ec.288 p.
- Giacometti, J; Fabián, V. 2006. Macroinvertebrados acuáticos y su importancia como bioindicadores de calidad del agua en el río Alambi. Sangolqui. Sangolqui, Ec. 16 p.
- Mafla H, M. 2005. Guía para Evaluaciones ecológicas rápidas con indicadores biológicos en ríos de Tamaño Mediano, Talamanca - Costa Rica. Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza (CATIE), Turrialba, CR. 86 p.

Martin, K. 2007. El sílice y sus potenciales efectos beneficiosos sobre la salud. Disponible

en:<http://www.bago.com/BagoArg/Biblio/clmedweb683.htm>

Molina, C; Gibon, F; Pinto, J; Cosales, C. 2008. Estructura de macroinvertebrados acuáticos en un río Altoandino de la Cordillera Real, Bolivia: variación anual y longitudinal en relación a factores ambientales. Departamento Académico de Biología, Universidad Nacional Agraria La Molina, Lima, Pe. Disponible en: <http://www.scielo.org.pe/pdf/ecol/v7n1-2/a13v7n1-2.pdf>

Oscoz, J; Galicia, D; Miranda, R. 2009. Macroinvertebrados de la Cuenca del Ebro: descripción de taxones y guía de identificación, Universidad de Navarra, Facultad de Ciencia Agrícolas. Departamento de Zoología y Ecología. Disponible en: [http://195.55.247.234/webcalidad/estudios/indicadoresbiologicos/2009\\_claves\\_dicotomicas.pdf](http://195.55.247.234/webcalidad/estudios/indicadoresbiologicos/2009_claves_dicotomicas.pdf)

Rengifo, C. s.f. Guía principales ordenes de macroinvertebrados. Disponible en:

[http://artemisa.unicauca.edu.co/~gerardorengifo/RH2/Guia\\_Macroinvertebrados.pdf](http://artemisa.unicauca.edu.co/~gerardorengifo/RH2/Guia_Macroinvertebrados.pdf)

Trama, F; Springer, M; Rizo, F. 2009. Macroinvertebrados bentónicos del humedal de Palo Verde, Costa Rica. Revista de Biología Tropical, vol. 57, núm. 1, noviembre, 2009, pp. 275-284. Disponible en: <http://redalyc.uaemex.mx/redalyc/pdf/449/44918950034.pdf>

<http://www.miliarum.com/prontuario/Indices/IndicesCalidadAguas.htm#BM>

<http://www.slideshare.net/jose1001/tratamiento-residuos-peligrosos>

<http://foragua.org/publicaciones/PlanNacionalDelAgua.pdf>

<http://www.bvsde.paho.org/bvsacd/cd25/ballestero.pdf>

<http://water.rutgers.edu/SVAP/SVAP.htm>

## 9 ANEXO

**Anexo 1.** Hojas de campo para determinar la calidad de agua mediante macroinvertebrados.

**Tabla 1.** Hoja de campo para el cálculo del índice de EPT.

**Sitio de colección:**

**Nombre de la quebrada:**

**Fecha de colección:**

**Personas que colectaron:**

CLASIFICACIÓN	ABUNDANCIA (Número de individuos)	EPT PRESENTES
Anisoptera		
Bivalva		
Baetidae		→
Caratopogonidae		
Chironomidae		
Corydalidae		
Elmidae		
Euthyplociidae		→
Gastropoda		
Glossosomatidae		→
Gordioidae		
Hirudinea		
Hydrachnidae		
Hydrobiosidae		→→
Hydropsychidae		→→
Leptoceridae		→→
Leptohyphidae		→→
Leptophlebiidae		→
Naucoridae		
Oligochaeta		
Oligoneuridae		→→
Perlidae		→→
Philopotamidae		→→
Psephenidae		
Ptilodactylidae		
Pyrilidae		
Simuliidae		
Tipulidae		
Turbelaria		
Veliidae		
Zygoptera		
Otros grupos		
<b>TOTAL</b>		

Fuente: Carrera y Fierro 2001

**Tabla 2.** Criterios para valorar la calidad de agua mediante el índice de EPT.

Índice de EPT (%)	CALIDAD DE AGUA
75 - 100	Muy buena
50 - 74	Buena
25 - 49	Regular
0 - 24	Mala

Fuente: Carrera y Fierro 2001

**Tabla 3.** Hoja de campo para el cálculo del índice de Sensibilidad.

Sitio de colección:  
 Nombre de la quebrada:  
 Fecha de colección:  
 Personas que colectaron:

CLASIFICACIÓN	SENSIBILIDAD	PRESENCIA
Anisoptera	8	
Bivalva	?	
Baetidae	7	
Caratopogonidae	3	
Chironomidae	2	
Corydalidae	6	
Elmidae	6	
Euthyplociidae	9	
Gastropoda	3	
Glossosomatidae	7	
Gordioidae	3	
Hirudinea	3	
Hydrachnidae	10	
Hydrobiosidae	9	
Hydropsychidae	5	
Leptoceridae	9	
Leptohyphidae	7	
Leptophlebiidae	9	
Naucoridae	7	
Oligochaeta	1	
Oligoneuridae	10	
Perlidae	10	
Philopotamidae	8	
Psephenidae	10	
Ptilodactylidae	10	
Pyralidae	5	
Simuliidae	8	
Tipulidae	3	
Turbelaria	5	
Veliidae	8	
Zygoptera	8	
Otros grupos	?	
<b>TOTAL</b>		

? se desconoce su sensibilidad  
 Fuente: Carrera y Fierro 2001

**Tabla 4.** Criterios para valorar la calidad de agua con el índice de sensibilidad.

Índice de Sensibilidad	CALIDAD DE AGUA
101 – 145	Muy buena
61 – 100	Buena
36 – 60	Regular
16 – 35	Mala
0 – 15	Muy mala

Fuente: Carrera y Fierro 2001

## Anexo 2. Parámetros para la evaluación del hábitat.

**Tabla 5.** Parámetros para la evaluación del hábitat.

PARÁMETROS	CARACTERÍSTICAS					CALIFICACIÓN
1. Apariencia del agua	Muy clara (10)	Algo turbia (7)	Muy turbia (3)	Turbia todo el tiempo (1)		
2. Sedimentos (se remueve el fondo)	El agua se mantiene clara (10)	2 segundos mientras aclara el agua (7)	5 segundos mientras aclara el agua (5)	8 segundos mientras aclara el agua (3)	No se aclara el agua (1)	
3. Zona ribereña	Bosque primario en toda la orilla (10)	Parches de algunos tipos de árboles (7)	Franja de pocos árboles en las orillas (5)	Plantaciones de cacao, café, etc. en las orillas (3)	Potreros en las orillas (1)	
4. Sombra (cobertura boscosa)	100 % del cauce con sombra (10)	Superficie del agua sombreada en un 75 % (7)	Superficie del agua sombreada en un 50 % (3)	Superficie del agua sin sombra (1)		
5. Pozas	Abundancia de pozas de 1 m de profundidad aprox. (10)	Poca presencia de pozas (7)	Presencia de pozas no muy profundas (3)	Ausencia de pozas (1)		
6. Condición del cauce	Cauce natural, no hay sedimento (10)	Evidencia de alteración en el cauce (7)	El cauce está alterado (puede ser canalizado) (3)	El cauce está muy canalizado (1)		
7. Alteración hidrológica (desbordes)	Desbordes ocurren 1 o varias veces durante la época (10)	Desbordes ocurren cada 1 a 2 años (7)	Desbordes ocurren cada 3 a 5 años (3)	No hay desbordes. El cauce está canalizado (1)		
8. Estabilidad de la orilla	Están estables, raíces de árboles protegen las orillas (10)	Moderadamente estable (7)	Poco inestable; algunos árboles están cayendo al río (3)	Orillas inestables erosionadas (1)		
9. Barreras al movimiento de peces	No hay barreras al movimiento de peces en todo el cauce (10)	Obstrucciones hechas por el ser humano (7)	Alcantarillado o puentes (3)	Represas o desviaciones de agua en cualquier parte del cauce (1)		
10. Presión de pesca	Nadie pesca aquí (10)	La pesca es poco frecuente con anzuelo, no usan redes (7)	Se pesca con frecuencia con anzuelo o atarraya. Usan veneno pocas veces (3)	Pesca indiscriminada. Uso frecuente de veneno. Usan redes para pescar (1)		
11. Presencia de residuos sólidos (basura)	No hay evidencia de basura (10)	Presencia de residuos sólidos, en los árboles después de una crecida (7)	Presencia de desechos sólidos dentro del cauce (1 o 2 tipos) (5)	Presencia moderada de basura dentro del cauce (más de 3 tipos) (3)	Abundancia de basura en todo el trayecto (1)	
12. Refugio para peces	Más de 7 tipos de refugio (10)	6 o 7 tipos de refugio (7)	4 o 5 tipos de refugio (5)	2 o 3 tipos de refugio (3)	0 o 1 tipo de refugio (1)	
13. Refugio para insectos dentro del agua	5 o más tipos. Ramas y troncos caídos en el agua (10)	3 o 4 tipos. Árboles inclinados sobre la quebrada (7)	1 o 2 tipos. Fondo del cauce cubierto de sedimento (3)	0 o 1 tipo. Hábitats no presentes (1)		
14. Presencia de estiércol	No hay estiércol o evidencias de animales cerca del cauce (10)	Ganado en las riberas. Sin acceso directo al cauce (7)	Estiércol o ganado en la quebrada. Aunque este alambrado y cerca del cauce (3)	Mucho estiércol en el cauce o tuberías que descargan aguas negras (1)		
15. Aumento de nutrientes de origen orgánico (produce algas)	No hay algas filamentosas. El agua está totalmente clara (10)	Crecimiento moderado de algas filamentosas (7)	Abundancia de algas filamentosas (3)	Exceso de algas filamentosas en todos los sustratos fijos (1)		

Fuente: Mafla 2005

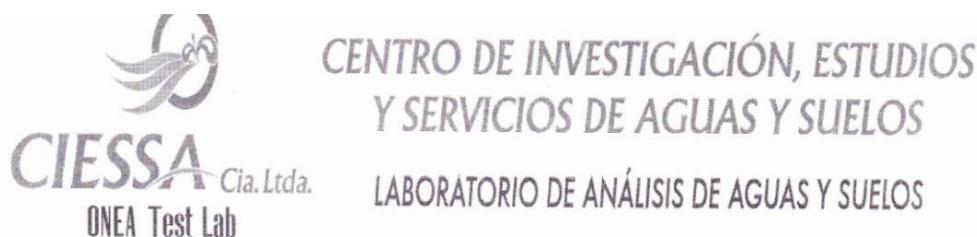


**Tabla6.** Criterios para la valoración de la calidad del hábitat mediante el SVAP

RANGO DE PUNTAJE	CLASE
9,6 – 10	Excelente
7,7 – 8,5	Bueno
6,1 – 7,0	Regular
3,1 – 5,3	Pobre
1,0 – 2,2	Muy pobre

Fuente: Mafla 2005

**Anexo 3. Resultados del laboratorio de los análisis físico – químicos y microbiológicos de la microcuenca Cayamatza, El Pangui, 2013.**



**1. INFORMACIÓN GENERAL:**

ENSAYO:	CIESSA - ONEA Test Lab - 11 - 379	SOLICITANTE:	Egda. Verónica Elizabeth Olaya V.
PROYECTO:	Evaluación de la Calidad de Agua de la Microcuenca Cayamatza del Cantón El Pangui, a través del Uso de Bioindicadores.	DIRECCIÓN:	Sr Francisca y Av. Jorge Mosquera
		TELÉFONO:	Móvil: 088660636

**2. DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA**

FECHA DE MUESTREO:	11 - 10 - 2011	MUESTRA:	Agua de la Quebrada Cayamatza		
FECHA DE INGRESO:	11 - 10 - 2011	CODIGO:	MA: 01	CANTIDAD:	1000 ml
FECHA DE ANÁLISIS:	11 - 10 - 2011	PRESENTACIÓN:	Envase plástico y Estéril		
FECHA DE REPORTE:	19- 10 - 2011	CANTON:	El Pangui	PARROQUIA:	El Pangui
FECHA DE ENTREGA:	23- 10 - 2011	PROVINCIA:	Zamora Chinchipe	SITIO/BARRIO:	Simón Bolívar

**I. REFERENCIA ANALITICA:**

*Límites Permisibles para agua Potable y Consumo Humano o Uso Doméstico que requiere Tratamiento Convencional*

**3. ANÁLISIS FÍSICO - QUÍMICO:**

**3.1. CARACTERÍSTICAS FÍSICAS:**

PARÁMETROS	EXPRESADO COMO	RESULTADOS	LÍMITE DESEABLE	LÍMITE MAX. PERMISIBLE	MÉTODO	NORMA
Olor	-	Ausencia	Ausencia	Ausencia	AWWA	USPHS
Sabor	-	Ausencia	Inobjetable	Inobjetable	AWWA	USPHS
Color Real	U.Pt- Co	0,00	5	20 - 30	APHA	TULAS-INEN
Color Aparente	U.Pt- Co	10,0	-	-	APHA	USPHS-OMS
Turbiedad	N.T.U. o F.T.U	1,00	-	100	AWWA	TULAS
Temperatura	°C	18,4	Condición	Natural+0-3°C	AWWA	TULAS
Aceites y Grasas	PELICULAVISIBLE	Ausencia	Ausencia	0,3mg/l	M S P	M S P-TULAS
Materia Flotante	MATERIAVISIBLE	Ausencia	-	Ausencia	TULAS	TULAS
Sólidos Totales	mg/l	50,2	-	-	AOAC 920.193	M S P
Sólidos Disueltos Totales	mg/l	42,0	-	1000	AOAC 920.193	TULAS
Conductividad Eléctrica	µmhos/cm	84,0	-	1250	AOAC 973.40	IEOS
Sólidos Suspensivos	mg/l	5,00	Ausencia	Ausencia	AOAC 920.193	M S P
Sólidos Sedimentables	ml/l	0,00	Ausencia	Ausencia	C. IMHOFF	M S P

**3.2. CARACTERÍSTICAS QUÍMICAS:**

PARÁMETROS	EXPRESADO COMO	RESULTADOS	LÍMITE DESEABLE	LÍMITE MAX. PERMISIBLE	MÉTODO	NORMA
Potencial de Hidrógeno	pH	7,1	6,0	9,0	AOAC 973.41	TULAS
Acidez Libre	mg/l	0,0	-	-	AOAC 973.42	-
Acidez Total	mg/l	0,0	-	-	AOAC 973.42	-
Alcalinidad a la Fenolftaleina	mg/l	0,0	-	-	AOAC 973.43	-
Alcalinidad Total	mg/l	34	-	-	AWWA	-
Bicarbonatos	mg/l	34	-	250	AWWA	IEOS
Carbonatos	mg/L	0,0	-	120	AWWA	IEOS

**Figura 1. Análisis de agua de la parte alta de la microcuenca Cayamatza, sector del sistema de captación Cayamatza, El Pangui, 2013.**

PARÁMETROS	EXPRESADO COMO	RESULTADOS	LÍMITE DESEABLE	LÍMITE MAX. PERMISIBLE	MÉTODO	NORMA
Cianuro Total	mg/l	0,00	0,00	0.10	pyridine - pyrazolone	TULAS
Ácido Sulhídrico	mg/l	0,00	0,0	0.05	SULFURO DE PLOMO	IEOS
Nitrógeno Amoniacal	mg/l	0,02	-	1.0	NESSLER	TULAS
Amoniac	mg/l	0,02	-	0.5	NESSLER	IEOS
Amonio	mg/l	0,03	-	0.05	NESSLER	TULAS
Calcio	mg/l	12,0	30	70	AWWA - ETAS	INEN
Dureza Cálcica	mg/l	29,9	150	500	AWWA - ETAS	OMS-IEOS
Dureza Total	mg/l	40,0	-	500	AWWA - ETAS	TULAS
Dureza Magnésica	mg/l	10,0	-	-	AWWA - ETAS	-
Magnesio	mg/l	2,45	12	30	AWWA - ETAS	INEN
Cloruros	mg/l	6,50	-	250	DE MOHR	TULAS
Sodio	mg/l	4,23	-	200	ARGENTOMÉTRICO	TULAS
Potasio	mg/l	1,20	10	500	ARGENTOMÉTRICO	IEOS
Manganeso Total	mg/l	0,00	-	0.1	AWWA	TULAS
Hierro Total	mg/l	0,04	-	1.0	1,10-PHENANTHROLINE	TULAS
Hierro Soluble	mg/l	0,05	0.3	0.8	1,10-PHENANTHROLINE	OMS-IEOS
Hierro Coloidal	mg/l	0,06	-	-	1,10-PHENANTHROLINE	OMS-IEOS
Hierro + Manganeso	mg/l	0,04	-	0.3	ETAS-COMB.	USPHS
Sílice	mg/l	14,0	-	5	MOLIBDATO DE SILICE	IEOS
Sulfatos	mg/l	3,00	-	400	TUBIDIMETRO	TULAS
Fosfatos	mg/l	0,28	-	0.3	ÁCIDO ASCÓRBICO	IEOS
Fósforo	mg/l	0,09	-	-	ÁCIDO ASCÓRBICO	-
Pentóxido Fósforo	mg/l	0,22	-	-	ÁCIDO ASCÓRBICO	-
Fluoruro Total	mg/l	0,00	-	1.5	SPADNS	TULAS
Cloro Libre	mg/l	0,00	0.5	0.3 - 1	AWWA	INEN
Cloro Total	mg/l	0,00	-	-	AWWA	-
Nitrógeno Nitrato	mg/l	1,10	-	10	REDUCCIÓN DE CADMIO	TULAS
Nitrato	mg/l	4,84	10	45	REDUCCIÓN DE CADMIO	INEN - USPHS
Nitrógeno Nitrito	mg/l	0,01	-	1.0	DIAZOTIZACIÓN	TULAS
Nitrito	mg/l	0,01	Cero	Cero	DIAZOTIZACIÓN	INEN
Nitratos+Nitritos	mg/l	4,85	-	10	ETAS-COMB.	OMS - IEOS
Anhídrido Carbónico Libre	mg/l	1,30	-	5	AWWA	IEOS
D B O <sub>5</sub>	mg/l	0,00	-	No > 2	AOAC 973 - 44	TULAS
D Q O	mg/l	00,0	-	-	AOAC973 - 46	IEOS
OD	mg/l	7,50	-	No < 6	AOAC 973 - 45	TULAS

4. ANÁLISIS MICROBIOLÓGICOS:

PARÁMETROS	EXPRESADO COMO	RESULTADOS	LÍMITE DESEABLE	LÍMITE MAX. PERMISIBLE	MÉTODO	NORMA
Gérmes Totales	UFC/ml	45 000	Ausencia	30	AOAC 966.23 C	INEN
Coliformes Totales	NMP/100ml	180	-	3000	APHA 9221 B	TULAS
Coliformes Fecales	NMP/100ml	0	-	600	INEN 1 529-8	TULAS
Hongos - Levaduras	UFC/ml	0	0	0	FDA Cap. 18 1992	IEOS

-Límite Máx. Permisible para el Agua de Consumo Humano y Uso Doméstico, que requiere Tratamiento Convencional, según TULAS  
 -Límite Máx. Permisible para Agua Potable de Consumo Humano, Según Normas: INEN, OMS, USPHS e IEOS.  
 -Dentro de la Norma de referencia del Límite Deseable Permisible marcadas con el signo ( - ) no contempla fuente alguna sobre criterios de Calidad Admisible en Aguas que requiere Tratamiento Convencional o de Consumo Humano y Uso Doméstico.

Tabla de Base: Manual Análisis Aguas # 10-05 entre Chile y Argentina/ La Pradera: Cadres # 25-25 entre Alicas y Laureles/ Telf: 072-

Figura 1. Continuación...

1. INFORMACIÓN GENERAL:

ENSAYO:	CIESSA - ONEA Test Lab - 11 - 380	SOLICITANTE:	Egda. Verónica Elizabeth Olaya V.
PROYECTO:	Evaluación de la Calidad de Agua de la Microcuenca Cayamatza del Cantón El Pangui, a través del Uso de Bioindicadores.	DIRECCIÓN:	Sor Francisca y Av. Jorge Mosquera
		TELÉFONO:	Móvil: 088660636

2. DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA

FECHA DE MUESTREO:	11 - 10 - 2011	MUESTRA:	Agua de la Quebrada Cayamatza
FECHA DE INGRESO:	11 - 10 - 2011	CODIGO:	MA: 02 CANTIDAD: 1000 ml
FECHA DE ANÁLISIS:	11 - 10 - 2011	PRESENTACIÓN:	Envase plástico y Estéril
FECHA DE REPORTE:	19 - 10 - 2011	CANTON:	El Pangui PARROQUIA: El Pangui
FECHA DE ENTREGA:	23 - 10 - 2011	PROVINCIA:	Zamora Chinchipe SITIO/BARRIO: Puente Cayamatza

I. REFERENCIA ANALÍTICA:

*Límites Permisibles para agua Potable y, Consumo Humano o Uso Doméstico que requiere Tratamiento Convencional*

3. ANÁLISIS FÍSICO - QUÍMICO:

3.1. CARACTERÍSTICAS FÍSICAS:

PARÁMETROS	EXPRESADO COMO	RESULTADOS	LÍMITE DESEABLE	LÍMITE MAX. PERMISIBLE	MÉTODO	NORMA
Olor	-	Ausencia	Ausencia	Ausencia	AWWA	USPHS
Sabor	-	Ausencia	Inobjetable	Inobjetable	AWWA	USPHS
Color Real	U.Pt- Co	0,00	5	20 - 30	APHA	TULAS-INEN
Color aparente	U.Pt- Co	30,0	-	-	APHA	USPHS-OMS
Turbiedad	N.T.U. o F.T.U	6,00	-	100	AWWA	TULAS
Temperatura	°C	18,3	Condición	Natural+0-3°C	AWWA	TULAS
Aceites y Grasas	PELÍCULAVISIBLE	Ausencia	Ausencia	0,3mg/l	M S P	M S P-TULAS
Materia Flotante	MATERIAVISIBLE	Ausencia	-	Ausencia	TULAS	TULAS
Sólidos Totales	mg/l	55,0	-	-	AOAC 920.193	M S P
Sólidos Disueltos Totales	mg/l	46,0	-	1000	AOAC 920.193	TULAS
Conductividad Eléctrica	µmhos/cm	92,0	-	1250	AOAC 973.40	IEOS
Sólidos Suspendidos	mg/l	7,00	Ausencia	Ausencia	AOAC 920.193	MS P
Sólidos Sedimentables	ml/l	0,00	Ausencia	Ausencia	C. IMHOFF	MS P

3.2. CARACTERÍSTICAS QUÍMICAS:

PARÁMETROS	EXPRESADO COMO	RESULTADOS	LÍMITE DESEABLE	LÍMITE MAX. PERMISIBLE	MÉTODO	NORMA
Potencial de Hidrógeno	pH	6,8	6,0	9,0	AOAC 973.41	TULAS
Acidez Libre	mg/l	0,0	-	-	AOAC 973.42	-
Acidez Total	mg/l	0,0	-	-	AOAC 973.42	-
Alcalinidad a la Fenolftaleína	mg/l	0,0	-	-	AOAC 973.43	-
Alcalinidad Total	mg/l	36	-	-	AWWA	-
Bicarbonatos	mg/l	36	-	250	AWWA	IEOS
Carbonatos	mg/L	0,0	-	120	AWWA	IEOS

Tebaida Baja: Manuel Agustín Aguirre # 19-95 entre Chile y Argentina/ La Pradera: Cedros # 25-25 entre Alisos y Laureles/Telf: 072-589 913-577 70-584 594/Telefax:072-589 913/577 707/Celular:091549877/E.mail: ciessa1@hotmail.com / eaguasysuelos1@yahoo.com

**Figura 2.** Análisis de agua de la parte media de la microcuenca Cayamatza, sector El Mirador, El Pangui, 2013.

PARÁMETROS	EXPRESADO COMO	RESULTADOS	LÍMITE DESEABLE	LÍMITE MAX. PERMISIBLE	MÉTODO	NORMA
Cianuro Total	mg/l	0,00	0,00	0,10	pyridine - pyrazolone	TULAS
Ácido Sulhídrico	mg/l	0,00	0,0	0,05	SULFURO DE PLOMO	IEOS
Nitrógeno Amoniaco	mg/l	0,08	-	1,0	NESSLER	TULAS
Amoniaco	mg/l	0,10	-	0,5	NESSLER	IEOS
Amonio	mg/l	0,10	-	0,05	NESSLER	TULAS
Calcio	mg/l	12,0	30	70	AWWA - ETAS	INEN
Dureza Cálcica	mg/l	29,6	150	500	AWWA - ETAS	OMS-IEOS
Dureza Total	mg/l	40,0	-	500	AWWA - ETAS	TULAS
Dureza Magnésica	mg/l	10,4	-	-	AWWA - ETAS	-
Magnesio	mg/l	2,53	12	30	AWWA - ETAS	INEN
Cloruros	mg/l	6,80	-	250	DE MOHR	TULAS
Sodio	mg/l	4,42	-	200	ARGENTOMÉTRICO	TULAS
Potasio	mg/l	1,30	10	500	ARGENTOMÉTRICO	IEOS
Manganeso Total	mg/l	0,00	-	0,1	AWWA	TULAS
Hierro Total	mg/l	0,10	-	1,0	1,10-PHENANTHROLINE	TULAS
Hierro Soluble	mg/l	0,13	0,3	0,8	1,10-PHENANTHROLINE	OMS-IEOS
Hierro Coloidal	mg/l	0,14	-	-	1,10-PHENANTHROLINE	OMS-IEOS
Hierro + Manganeso	mg/l	0,10	-	0,3	ETAS-COMB.	USPHS
Sílice	mg/l	16,0	-	5	MOLIBDATO DE SILICE	IEOS
Sulfatos	mg/l	6,00	-	400	TUBIDIMETRO	TULAS
Fosfatos	mg/l	0,35	-	0,3	ÁCIDO ASCÓRBICO	IEOS
Fósforo	mg/l	0,12	-	-	ÁCIDO ASCÓRBICO	-
Pentóxido Fósforo	mg/l	0,27	-	-	ÁCIDO ASCÓRBICO	-
Fluoruro Total	mg/l	0,00	-	1,5	SPADNS	TULAS
Cloro Libre	mg/l	0,00	0,5	0,3 - 1	AWWA	INEN
Cloro Total	mg/l	0,00	-	-	AWWA	-
Nitrógeno Nitrato	mg/l	1,30	-	10	REDUCCIÓN DE CADMIO	TULAS
Nitrato	mg/l	5,72	10	45	REDUCCIÓN DE CADMIO	INEN - USPHS
Nitrógeno Nitrito	mg/l	0,01	-	1,0	DIAZOTIZACIÓN	TULAS
Nitrito	mg/l	0,01	Cero	Cero	DIAZOTIZACIÓN	INEN
Nitratos+Nitritos	mg/l	5,73	-	10	ETAS-COMB.	OMS - IEOS
Anhídrido Carbónico Libre	mg/l	1,80	-	5	AWWA	IEOS
D B Os	mg/l	0,00	-	No > 2	AOAC 973 - 44	TULAS
D Q O	mg/l	00,0	-	-	AOAC973 - 46	IEOS
OD	mg/l	7,50	-	No < 6	AOAC 973 - 45	TULAS

#### 4. ANÁLISIS MICROBIOLÓGICOS:

PARÁMETROS	EXPRESADO COMO	RESULTADOS	LÍMITE DESEABLE	LÍMITE MAX. PERMISIBLE	MÉTODO	NORMA
Gérmenes Totales	UFC/ml	89 000	Ausencia	30	AOAC 966.23 C	INEN
Coliformes Totales	NMP/100ml	480	-	3000	APHA 9221 B	TULAS
Coliformes Fecales	NMP/100ml	0	-	600	INEN 1 529-8	TULAS
Hongos - Levaduras	UFC/ml	0	0	0	FDA Cap. 18 1992	IEOS

-Límite Máx. Permissible para el Agua de Consumo Humano y Uso Doméstico, que requiere Tratamiento Convencional, según TULAS

-Límite Máx. Permissible para Agua Potable de Consumo Humano, Según Normas: INEN, OMS, USPHS e IEOS.

-Dentro de la Norma de referencia del Límite Deseable Permissible marcadas con el signo ( - ) no contempla fuente alguna sobre criterios de Calidad Admisible en Aguas que requiere Tratamiento Convencional o de Consumo Humano y Uso Doméstico.

Tebaida Baja: Manuel Agustín Aguirre # 19-95 entre Chile y Argentina/ La Pradera: Cedros # 25-25 entre Alisos y Laureles/Telf: 072-589 913-577 70-584 594/Telefax:072-589 913/577 707/Celular:091549877/E.mail: ciessa1@hotmail.com / eaguasysuelos1@yahoo.com

Figura 2. Continuación...

1. INFORMACIÓN GENERAL:

ENSAYO:	CIESSA - ONEA Test Lab - 11 - 381	SOLICITANTE:	Egda. Verónica Elizabeth Olaya V.
PROYECTO:	Evaluación de la Calidad de Agua de la Microcuenca Coyamatza del Cantón El Pangui, a través del Uso de Bioindicadores.	DIRECCIÓN:	Sor Francisca y Av. Jorge Mosquera
		TELÉFONO:	Móvil: 088660636

2. DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA

FECHA DE MUESTREO:	11 - 10 - 2011	MUESTRA:	Agua de la Quebrada Coyamatza		
FECHA DE INGRESO:	11 - 10 - 2011	CODIGO:	MA: 03	CANTIDAD:	1000 ml
FECHA DE ANÁLISIS:	11 - 10 - 2011	PRESENTACIÓN:	Envase plástico y Estéril		
FECHA DE REPORTE:	19 - 10 - 2011	CANTON:	El Pangui	PARROQUIA:	El Pangui
FECHA DE ENTREGA:	23 - 10 - 2011	PROVINCIA:	Zamora Chinchipe	SITIO:	Granja del MAGAP

I. REFERENCIA ANALÍTICA:

*Límites Permisibles para agua Potable y, Consumo Humano o Uso Doméstico que requiere Tratamiento Convencional*

3. ANÁLISIS FÍSICO - QUÍMICO:

3.1. CARACTERÍSTICAS FÍSICAS:

PARÁMETROS	EXPRESADO COMO	RESULTADOS	LÍMITE DESEABLE	LÍMITE MAX. PERMISIBLE	MÉTODO	NORMA
Olor	-	Ausencia	Ausencia	Ausencia	AWWA	USPHS
Sabor	-	Ausencia	Inobjetable	Inobjetable	AWWA	USPHS
Color Real	U.Pt- Co	0,00	5	20 - 30	APHA	TULAS-INEN
Color Aparente	U.Pt- Co	38,0	-	-	APHA	USPHS-OMS
Turbiedad	N.T.U. o F.T.U	8,00	-	100	AWWA	TULAS
Temperatura	°C	18,6	Condición	Natural+0-3°C	AWWA	TULAS
Aceites y Grasas	PELICULAVISIBLE	Ausencia	Ausencia	0,3mg/l	M S P	M S P-TULAS
Materia Flotante	MATERIAVISIBLE	Ausencia	-	Ausencia	TULAS	TULAS
Sólidos Totales	mg/l	60,0	-	-	AOAC 920.193	M S P
Sólidos Disueltos Totales	mg/l	49,0	-	1000	AOAC 920.193	TULAS
Conductividad Eléctrica	µmhos/cm	98,0	-	1250	AOAC 973.40	IEOS
Sólidos Suspendidos	mg/l	9,00	Ausencia	Ausencia	AOAC 920.193	MS P
Sólidos Sedimentables	ml/l	0,00	Ausencia	Ausencia	C. IMHOFF	MS P

3.2. CARACTERÍSTICAS QUÍMICAS:

PARÁMETROS	EXPRESADO COMO	RESULTADOS	LÍMITE DESEABLE	LÍMITE MAX. PERMISIBLE	MÉTODO	NORMA
Potencial de Hidrógeno	pH	6,6	6,0	9,0	AOAC 973.41	TULAS
Acidez Libre	mg/l	0,0	-	-	AOAC 973.42	-
Acidez Total	mg/l	0,0	-	-	AOAC 973.42	-
Alcalinidad a la Fenoltaleina	mg/l	0,0	-	-	AOAC 973.43	-
Alcalinidad Total	mg/l	34	-	-	AWWA	-
Bicarbonatos	mg/l	34	-	250	AWWA	IEOS
Carbonatos	mg/L	0,0	-	120	AWWA	IEOS

Tebaida Baja: Manuel Agustín Aguirre # 19-95 entre Chile y Argentina/ La Pradera: Cedros # 25-25 entre Alisos y Laureles/Telf: 072-589 913-577 70-584 594/Telefax:072-589 913/577 707/Celular:091549877/E.mail: ciessa1@hotmail.com / eaguasysuelos1@yahoo.com

**Figura 3.** Análisis de agua de la parte baja de la microcuenca Coyamatza, sector de la Granja del MAGAP, El Pangui, 2013.

PARÁMETROS	EXPRESADO COMO	RESULTADOS	LÍMITE DESEABLE	LÍMITE MAX. PERMISIBLE	MÉTODO	NORMA
Cianuro Total	mg/l	0,00	0,00	0.10	pyridine - pyrazolone	TULAS
Ácido Sulhídrico	mg/l	0,00	0,0	0.05	SULFURO DE PLOMO	IEOS
Nitrógeno Amoniacal	mg/l	0,09	-	1.0	NESSLER	TULAS
Amoniaco	mg/l	0,11	-	0.5	NESSLER	IEOS
Amonio	mg/l	0,12	-	0.05	NESSLER	TULAS
Calcio	mg/l	12,0	30	70	AWWA - ETAS	INEN
Dureza Cálrica	mg/l	29,6	150	500	AWWA - ETAS	OMS-IEOS
Dureza Total	mg/l	40,0	-	500	AWWA - ETAS	TULAS
Dureza Magnésica	mg/l	10,4	-	-	AWWA - ETAS	-
Magnesio	mg/l	2,53	12	30	AWWA - ETAS	INEN
Cloruros	mg/l	6,40	-	250	DE MOHR	TULAS
Sodio	mg/l	4,16	-	200	ARGENTOMÉTRICO	TULAS
Potasio	mg/l	1,70	10	500	ARGENTOMÉTRICO	IEOS
Manganeso Total	mg/l	0,00	-	0.1	AWWA	TULAS
Hierro Total	mg/l	0,11	-	1.0	1,10-PHENANTHROLINE	TULAS
Hierro Soluble	mg/l	0,14	0.3	0.8	1,10-PHENANTHROLINE	OMS-IEOS
Hierro Coloidal	mg/l	0,16	-	-	1,10-PHENANTHROLINE	OMS-IEOS
Hierro + Manganeso	mg/l	0,11	-	0.3	ETAS-COMB.	USPHS
Sílice	mg/l	16,0	-	5	MOLIBDATO DE SILTICE	IEOS
Sulfatos	mg/l	6,00	-	400	TUBIDIMETRO	TULAS
Fosfatos	mg/l	0,38	-	0.3	ÁCIDO ASCÓRBICO	IEOS
Fósforo	mg/l	0,13	-	-	ÁCIDO ASCÓRBICO	-
Pentóxido Fósforo	mg/l	0,29	-	-	ÁCIDO ASCÓRBICO	-
Fluoruro Total	mg/l	0,00	-	1.5	SPADNS	TULAS
Cloro Libre	mg/l	0,00	0.5	0.3 - 1	AWWA	INEN
Cloro Total	mg/l	0,00	-	-	AWWA	-
Nitrógeno Nitrato	mg/l	1,30	-	10	REDUCCIÓN DE CADMIO	TULAS
Nitrato	mg/l	5,72	10	45	REDUCCIÓN DE CADMIO	INEN - USPHS
Nitrógeno Nitrito	mg/l	0,01	-	1.0	DIAZOTIZACIÓN	TULAS
Nitrito	mg/l	0,01	Cero	Cero	DIAZOTIZACIÓN	INEN
Nitratos+Nitritos	mg/l	5,73	-	10	ETAS-COMB.	OMS - IEOS
Anhídrido Carbónico Libre	mg/l	1,90	-	5	AWWA	IEOS
D B O <sub>5</sub>	mg/l	0,00	-	No > 2	AOAC 973 - 44	TULAS
D Q O	mg/l	00,0	-	-	AOAC973 - 46	IEOS
OD	mg/l	7,50	-	No < 6	AOAC 973 - 45	TULAS

**4. ANÁLISIS MICROBIOLÓGICOS:**

PARÁMETROS	EXPRESADO COMO	RESULTADOS	LÍMITE DESEABLE	LÍMITE MAX. PERMISIBLE	MÉTODO	NORMA
Gérmenes Totales	UFC/ml	92 000	Ausencia	30	AOAC 966.23 C	INEN
Coliformes Totales	NMP/100ml	496	-	3000	APHA 9221 B	TULAS
Coliformes Fecales	NMP/100ml	0	-	600	INEN 1 529-8	TULAS
Hongos - Levaduras	UFC/ml	0	0	0	FDA Cap. 18 1992	IEOS

-Límite Máx. Permissible para el Agua de Consumo Humano y Uso Doméstico, que requiere Tratamiento Convencional, según TULAS

-Límite Máx. Permissible para Agua Potable de Consumo Humano, Según Normas: INEN, OMS, USPHS e IEOS.

-Dentro de la Norma de referencia del Límite Deseable Permissible marcadas con el signo ( - ) no contempla fuente alguna sobre criterios de Calidad Admisible en Aguas que requiere Tratamiento Convencional o de Consumo Humano y Uso Doméstico.

Tebaida Baja: Manuel Agustín Aguirre # 19-95 entre Chile y Argentina/ La Pradera: Cedros # 25-25 entre Alisos y Laureles/Telf: 072-589 913-577 70-584 594/Telefax:072-589 913/577 707/Celular:091549877/E.mail: ciessa1@hotmail.com / eaguasysuelos1@yahoo.com

**Figura 3. Continuación...**

#### Anexo 4. Normas de la calidad del agua.

**Cuadro 1.** Límites máximos permisibles para aguas de consumo humano y uso doméstico que requieren Tratamiento Convencional, según TULAS.

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-	mg/l	0,1
Cloruro	Cl	mg/l	250
Cobre	Cu	mg/l	1,0
Coliformes Totales	nmp/100 ml		3 000
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 (5 días)	DBO <sub>5</sub>	mg/l	2,0
Dureza	CaCO <sub>3</sub>	mg/l	500
Bifenilopoliclorados/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			<b>Ausencia</b>
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 removible por tratamiento convencional
Oxígeno disuelto	O.D.	mg/l	No menor al 80% del oxígeno de saturación y no menor a 6mg/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	1 000
Sulfatos	SO <sub>4</sub> <sup>=</sup>	mg/l	400
Temperatura		°C	Condición Natural +o-3 grados



**Cuadro 1.** Continuación...

Tensoactivos	Sustancias activas al azul de metileno	mg/l	0,5
Turbiedad		UTN	100
Zinc	Zn	mg/l	5,0
<i>*PRODUCTOS PARA LA DESINFECCIÓN</i>		mg/l	0,1
<i>HIDROCARBUROS AROMÁTICOS</i>			
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	1 000
Xilenos (totales)		µg/l	10 000
<b>PESTICIDAS Y HERBICIDAS</b>			
Carbamatos totales	Concentración de carbamatos totales	mg/l	0,1
Organoclorados 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
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
Tetracloroetileno		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

**Cuadro 2.** Límites máximos permisibles para agua de consumo humano, según Normas INEN 1108:2006.

Parámetros	Unidad	Límite máximo permisible
Color	Unidades de color verdadero (UTC)	15
Turbiedad	NTU	5
Olor	-	No objetable
Sabor	-	No objetable
pH	-	6,5 – 8,5
Sólidos totales disueltos	mg/l	1000
	mg/l	
Aluminio, Al	mg/l	0,25
Amonio (N-NH <sub>3</sub> )	mg/l	1
Antimonio, Sb	mg/l	0,005
Arsénico, As	mg/l	0,01
Bario, Ba	mg/l	0,7
Boro, B	mg/l	0,3
Cadmio, Cd	mg/l	0,003
Cianuro, CN	mg/l	0,0
Cloro libre residual*	mg/l	0,3 – 1,5
Cloruros, Cl	mg/l	250
Cobalto, Co	mg/l	0,2
Cobre, Cu	mg/l	1,0
Cromo, Cr (cromo hexavalente)	mg/l	0,05
Dureza total, CaCO <sub>3</sub>	mg/l	300
Estaño, Sn	mg/l	0,1
Fluor, F	mg/l	1,5
Fosforo, (P-PO <sub>4</sub> )	mg/l	0,1
Hierro, Fe	mg/l	0,3
Litio, Li	mg/l	0,2
Manganeso, Mn	mg/l	0,1
Mercurio, Hg	mg/l	0,0
Niquel, Ni	mg/l	0,002
Nitratos, N-NO <sub>3</sub>	mg/l	10
Nitritos, N-NO <sub>2</sub>	mg/l	0,00
Plata, Ag	mg/l	0,05
Plomo, Pb	mg/l	0,01
Potasio, K	mg/l	20
Selenio, Se	mg/l	0,01
Sodio, Na	mg/l	200
Sulfatos, SO <sub>4</sub>	mg/l	200
Vanadio, V	mg/l	0,1
Zinc, Zn	mg/l	3

**Anexo 5.** Parámetros evaluados para la calidad del hábitat en cada una de las estaciones de monitoreo de la microcuenca Cayamatza, mediante el sistema Stream Visual Assessment Protocol (SVAP), El Pangui, 2013.

		EM1	EM2	EM3	EM4	EM5	EM6	EM7
<b>A. Apariencia del agua</b>	Muy clara. Un día después se pone completamente clara (10)	10	10	3	7	7	7	3
	Puede ser turbio por varios días después de una tormenta (7)							
	Muy turbio por más de una semana. Y/O malos olores de origen orgánico en todas las pozas (3)							
	Turbia todo el tiempo. Fuerte olor de químicos, aceite, aguas negras, otros contaminantes, líquidos en todo el trayecto (1)							
<b>B. Sedimentos</b>	El agua se mantiene clara. No hay disturbios de agua. (10)	7	7	5	7	3	3	1
	2 seg mientras se aclara el agua. (7)							
	5 seg mientras se aclara el agua. (5)							
	8 seg mientras se aclara el agua. (3)							
	Las piedras están completamente cubiertas por sedimentos finos. No se aclara el agua. (1)							
<b>C. Zona ribereña</b>	Bosque primario en toda la orilla (10)	7	4	3	1	3	4	3
	Parches de algún tipo de árboles (7)							
	Franja de pocos árboles en las orillas (5)							
	Plantaciones de cacao, café, plátano, etc. en la orilla (3)							
	Potreros en las orillas (1)							
<b>D. Sombra (cobertura boscosa)</b>	100 % del cauce con sombra (10)	7	5	2	1	2	2	2
	Superficie del agua sombreada en un 75 % (7)							
	Superficie del agua sombreada en un 50 % (3)							
	Superficie del agua sin sombra (1)							
<b>E. Pozas</b>	Abundancia de pozas de 1 m de profundidad aprox. (10)	7	7	3	3	3	3	1
	Poca presencia de pozas pero no abundancia. Menos diversidad de profundidad (7)							

### Anexo 3. Continuación...

	Presencia de pozas no muy profundas (3)							
	Ausencia de pozas. Las antiguas pozas están llenas de sedimentos (1)							
F. Condición del cauce	Cauce natural, no hay sedimento (10)	10	10	10	10	10	10	7
	Evidencia de alteración en el cauce pero se está recuperando. Poca incisión (que se está haciendo c/ves más profundo). Se observa sedimentos (7)							
	El cauce esta alterado (puede ser canalizado). Exceso de incisión. Esta naturalmente muy profundo(3)							
	El cauce está canalizado. Mucha incisión (1)							
G. Alteración hidrológica (desbordes)	Desbordes ocurren 1 o varias veces durante la época ( 10)	10	10	7	7	7	7	10
	Desbordes ocurren cada 1 a 2 años (7)							
	Desbordes ocurren cada 3 a 5 años (3)							
	A pesar de fuertes tormentas no hay desbordes. El cauce esta canalizado (1)							
H. Estabilidad de la orilla	Están estables, raíces de árboles protegen las orillas (10)	8.5	8.5	2	1	7	5	5
	Moderadamente estable (7)							
	Poco inestable; erosión en las curvas y algunos árboles están cayendo en el agua (3)							
	Orillas inestables erosionadas. Arboles maduros caídos en el agua (1)							
I. Barreras al movimiento de peces	No hay barreras al movimiento de peces en todo el cauce (10)	1	1	10	10	10	10	1
	Obstrucciones hechas por el ser humano (estas son arrastradas después de una crecida) (7)							
	Alcantarillado o puentes (3)							
	Represas (captación) o desviaciones de agua en cualquier parte del cauce (1)							
J. Presión de pesca	Nadie pesca aquí (10)	10	7		7			
	La pesca es poco frecuente con anzuelo. No usan redes (7)							
	Se pesca con frecuencia con anzuelo o atarraya. No usan redes. Usan veneno pocas veces (o 1 vez al año) (3)							
	Pesca indiscriminada. Uso frecuente de veneno. Usan redes. (1)							
K. Presencia de residuos sólidos (basura)	No hay evidencia de basura (10)	10	10	7	5	7	7	7
	Presencia de basura, en los arboles después de una crecida (7)							

### Anexo 3. Continuación...

	Presencia moderada de basura dentro del cauce (1 o 2 tipos) (5)							
	Presencia de basura dentro del cauce (más de 3 tipos) (3)							
	Abundancia de basura en todo el trayecto (1)							
<b>L. Refugio para peces</b>	Más de 7 tipos de refugio (10)	5	5	5	3	3	3	1
	6 o 7 tipos de refugio (7)							
	4 o 5 tipos de refugio (5)							
	2 o 3 tipos de refugio (3)							
	0 o 1 tipo de refugio (1)							
<b>M. Refugio para insectos dentro del agua</b>	5 o más tipos. Hábitat listo para la colonización (ramas, etc tienen bastante tiempo en el agua) (10)	10	10	7	7	7	7	3
	3 o 4 tipos. También pueden tener hábitat potencial, ej. arboles inclinados sobre el agua (7)							
	1 o 2 tipos. Fondo del agua cubierto de sedimento o hábitat no presente por alta velocidad del agua. (3)							
	0 o 1 tipo. Hábitats no presentes (1)							
<b>N. Presencia de estiércol</b>	No hay estiércol o evidenciad de animales cerca del cauce (cerdos, vacas, perros, caballos, etc.) (10)	7	10	7	7	1	1	7
	Ganado en la zona ribereña. Pero no tiene acceso directo al cauce (7)							
	Estiércol o ganado en la quebrada. Aunque este el paso obstruido, o el alambrado está cerca del cauce (3)							
	Mucho estiércol en el cauce o tuberías que descargan aguas negras (1)							
<b>O. Aumento de nutrientes de origen orgánico (produce algas)</b>	No han algas filamentosas. El gua está totalmente clara (10)	10	7	3	1	1	1	1
	Crecimiento moderado de algas filamentosas en sitios de aguas lentas (7)							
	Abundancia de algas filamentosas, especialmente en áreas con sol (3)							
	Exceso de algas filamentosas en todos los sustratos fijos (piedras, troncos, etc. (1)							
<b>TOTAL</b>		<b>119,5</b>	<b>111,5</b>	<b>78</b>	<b>77</b>	<b>71</b>	<b>70</b>	<b>52</b>
<b>PROMEDIO</b>		7,97	7,43	5,57	5,13	5,07	5,00	3,71
		<b>BUENO</b>	<b>REGULAR</b>	<b>POBRE</b>	<b>POBRE</b>	<b>POBRE</b>	<b>POBRE</b>	<b>POBRE</b>

**Anexo 6.** Ubicación de la estación de monitoreo EM1de la microcuenca Cayamatza, El Pangui, 2013.



**Figura 4.** Sistema de Captación Cayamatza, que abastece de agua a las comunidades Pashkus, Charip y Michanunka.



**Figura 5.** En la parte alta del terreno es dedicada al pastoreo.

**Anexo 7.** Ubicación de la estación de monitoreo EM2de la microcuenca Cayamatza, El Pangui, 2013.



**Figura 6.** Quebrada Namacuntza, 100 m después del Sistema de Captación.



**Figura 7.** Sistema de Captación Namacuntza, que provee de agua a la ciudad de El Pangui.



**Figura 8.** Orillas moderadamente estables: menos que el de las orillas están tejidas por raíces.



**Figura 9.** Zonas ribereñas dedicadas a la agricultura. **a y b)** cultivo de maíz, plátano, café y cítricos.



**Anexo8.** Ubicación de la estación de monitoreo EM3de la microcuenca Cayamatza, El Pangui, 2013.



**Figura 10.** Sector San Antonio, unión de la quebrada Namacuntza y El Zarza.



**Figura 11.** Presencia de basura en la en la raíces de los arboles por el arrastre de las crecidas.



**Figura 12.** Orillas inestabilidad, erosión en las curvas (socavadas) por la alteración de la zona ribereña.

**Anexo 9.** Ubicación de la estación de monitoreo EM4 de la microcuenca Cayamatza, El Panguí, 2013.



**Figura 13.** Sector San Miguel, áreas dedicadas al pastoreo y al cultivo de cacao y maíz.

**Anexo 10.** Ubicación de la estación de monitoreo EM5 de la microcuenca Cayamatza, El Panguí, 2013.



**Figura 14.** Sector El Mirador, construcción de chancheras en las orillas de la quebrada.



**Figura 15.** Presencia de residuos sólidos en las orillas, arrojada por las transeúntes y arrastradas por las crecidas de agua.



**Figura 16.** Apariencia del agua (turbia por varios días) y presencia de algas filamentosas en los sustratos fijos (piedras, trocos).

**Anexo 11.** Ubicación de la estación de monitoreo EM7 de la microcuenca Cayamatza, El Pangui, 2013.



**Figura 17.** Orillas erosionadas



**Figura 18.** Extracción de material pétreo.

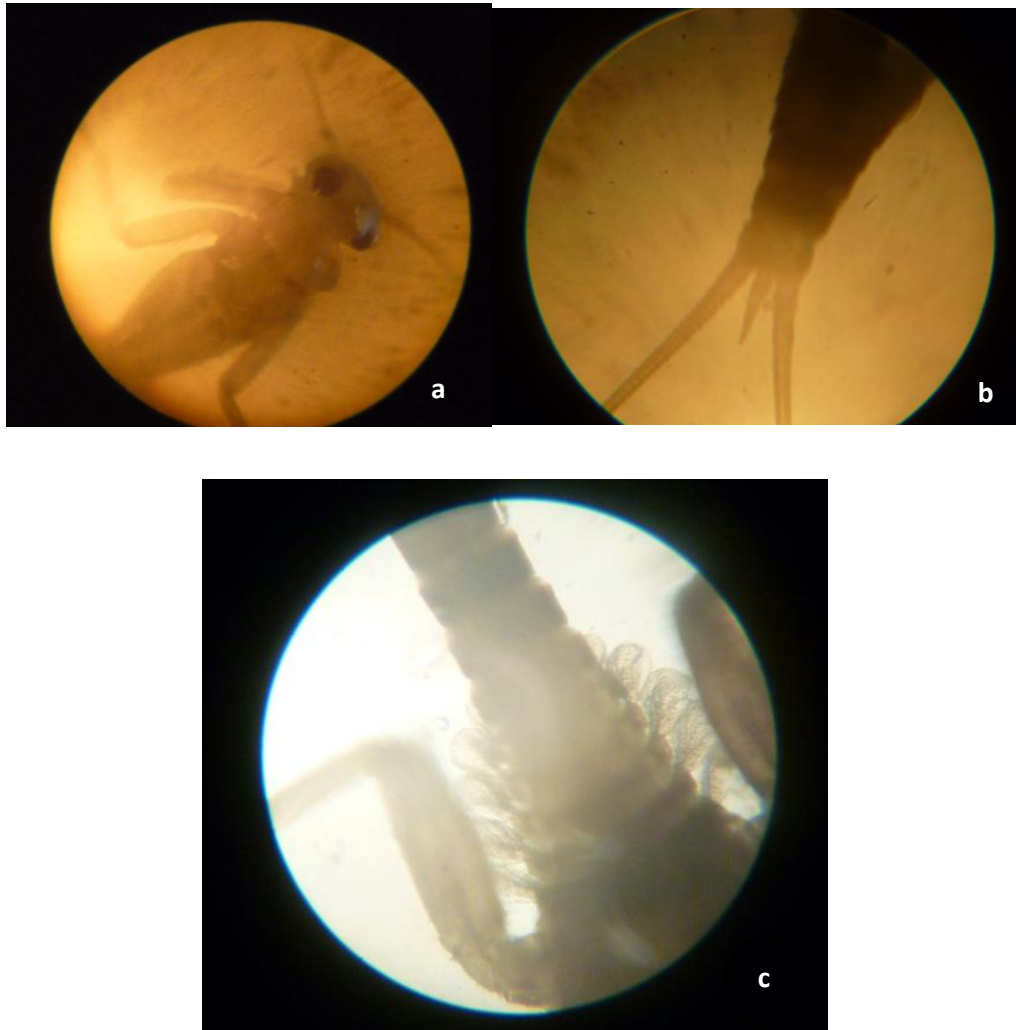


**Figura 19.** Acceso de ganado a la quebrada.

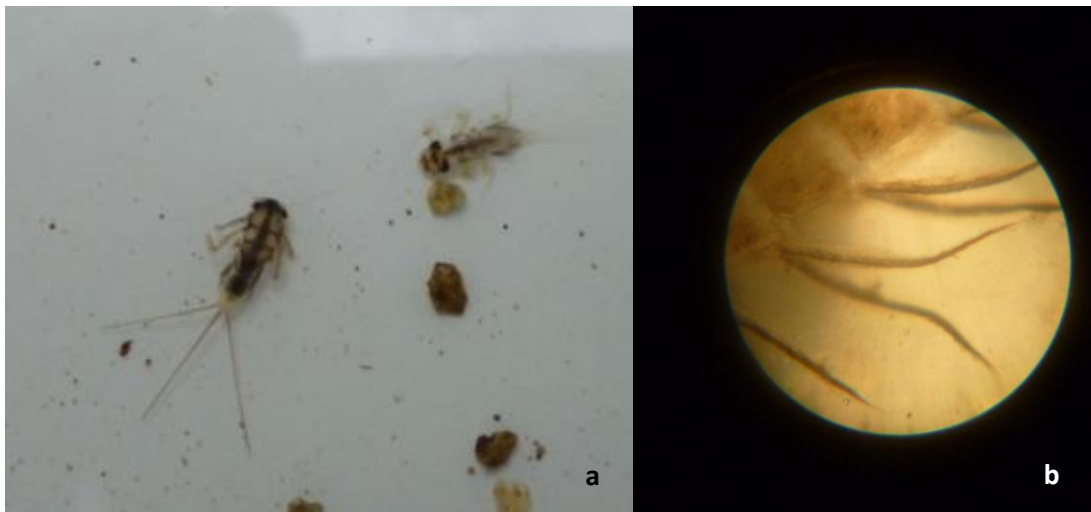


**Figura 20.** Apariencia del agua (muy turbio por más de una semana).

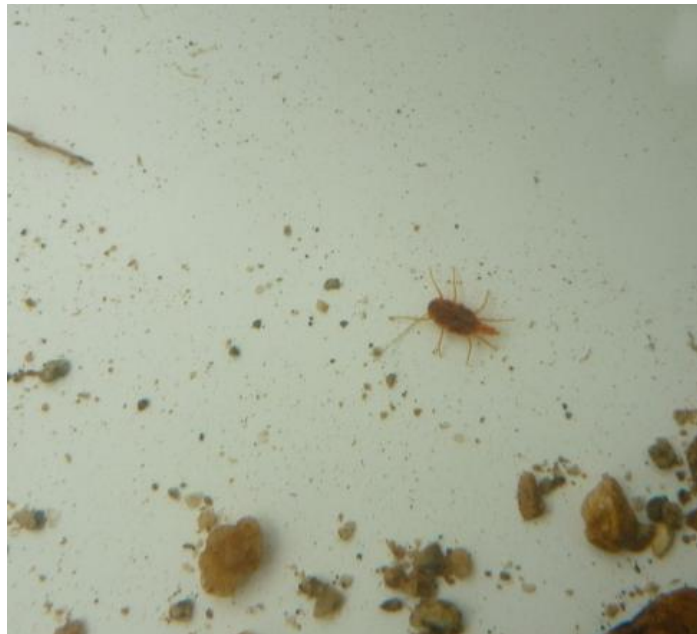
**Anexo 12.** Macroinvertebrados identificados en la microcuenca Cayamatza, El Panguí, 2013.



**Figura 21.** Larva de la familia Baetidae (EPHEMEROPTERA), individuos que aceptan muy pocos contaminantes e indicadores de buena calidad de agua. **a)** Antenas largas dos o tres veces más que el ancho de la cabeza; **b)** Cerci central mediana ausente o menor que la longitud de los extremos; **c)** presencia de branquias ovaladas.



**Figura 22.** Larva de la Familia Leptophlebiidae (EPHEMEROPTERA). **a)** Vista dorsal; **b)** presencia de siete branquias bífidas en forma de pelos en posición lateral.



**Figura 23.** Familia Hydrachnidae (ACTINEDIDA), individuos que no aceptan contaminantes e indicadores de muy buena calidad de agua.

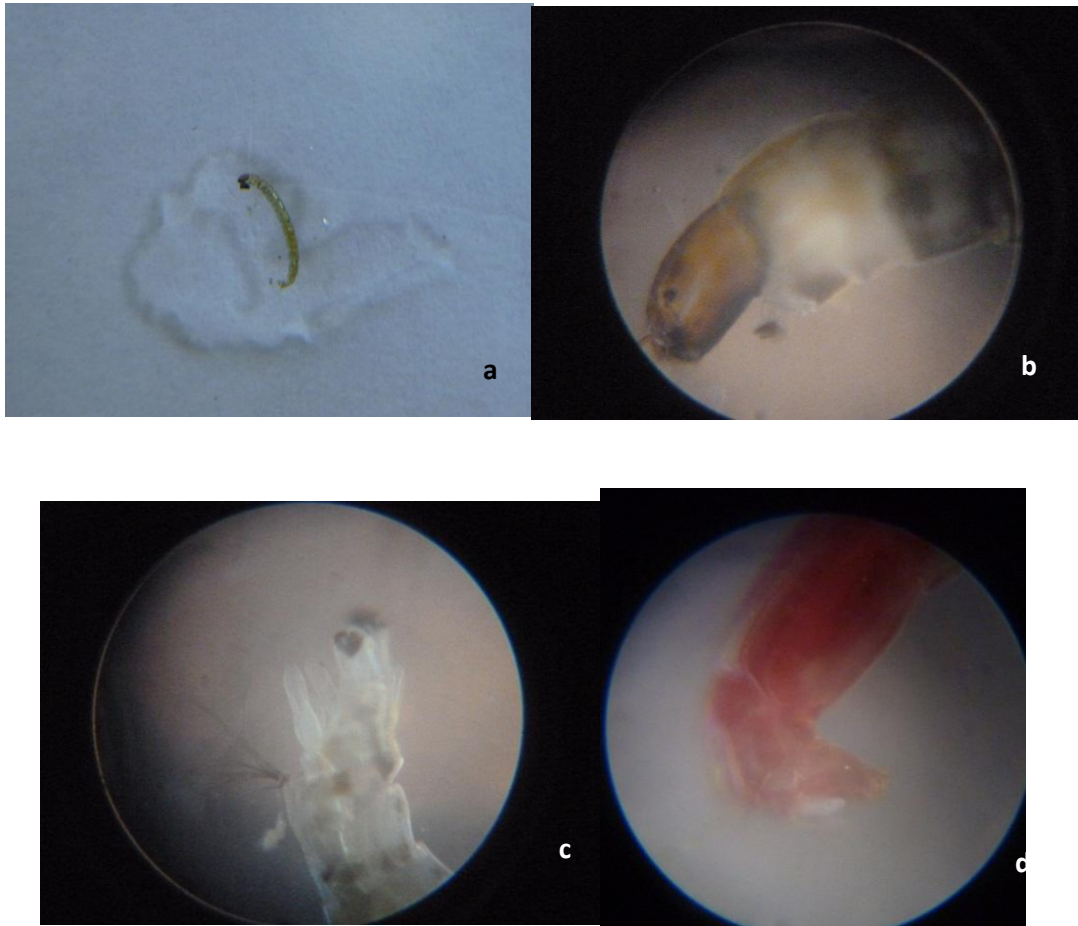




**Figura 24.** Larva de la familia Tipulidae (DIPTERA) individuos que aceptan mayor cantidad de contaminantes e indicadores de mala calidad de agua. Larvas grandes que al realizar movimientos se le forma una protuberancia en la parte inferior del cuerpo.



**Figura 25.** Larva de la familia Simuliidae (DIPTERA), individuos que aceptan muy pocos contaminantes e indicadores de buena calidad de agua. Cuerpo en forma de botella.



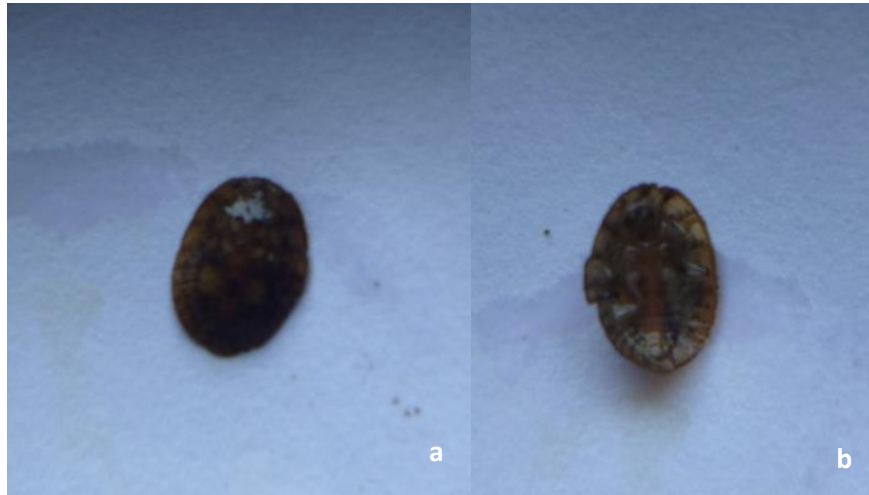
**Figura 26.** Larvas de la familia Chironomidae (DIPTERA), individuos que aceptan muchos contaminantes e indicadores de muy mala calidad de agua. **a)** Larvas alargadas en forma de C; **b)** par de payas en el protórax; **c)** prolongaciones terminales; **d)** dependiendo la cantidad de oxígeno en el agua el color se intensifica.



**Figura 27.** Larva de la familia Corydalidae (MEGALOPTERA), individuos que aceptan pocos contaminantes e indicadores de regular calidad de agua. Larva con mandíbulas fuertes y grandes, branquias laterales en el abdomen



**Figura 28.** Larva de la familia Ptilodactylidae (COLEOPTERA), individuos que no aceptan contaminantes e indicadores de muy buena calidad de agua.



**Figura 29.** Familia Psephenidae (COLEOPTERA), individuos que no aceptan contaminantes e indicadores de muy buena calidad de agua. Larvas con el cuerpo en forma de moneda. **a)** vista dorsal; **b)** vista ventral, con las extremidades ocultas.



**Figura 30.** Familia Elmidae (COLEOPTERA), individuos que aceptan pocos contaminantes e indicadores de regular calidad de agua. **a)** estado larvario; **b)** adulto.



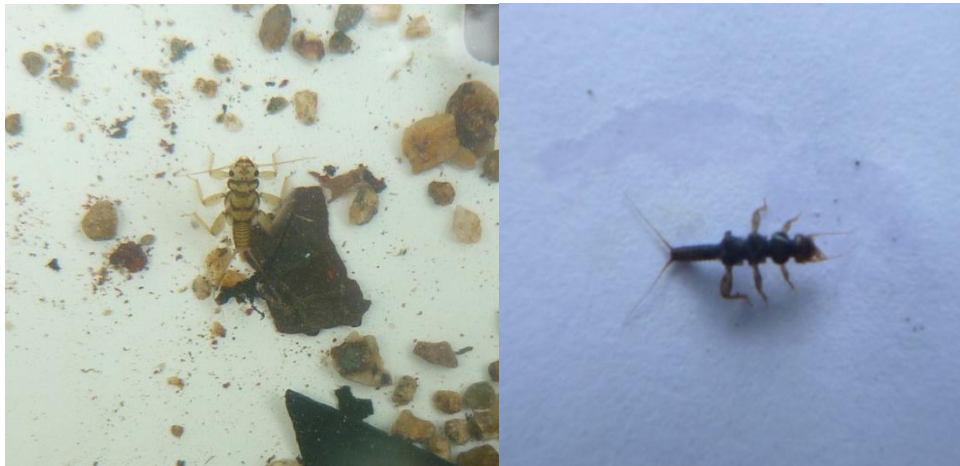
**Figura 31.** Familia Helicopsychidae (TRICHOPTERA), larvas con el cuerpo enrollado, estuche larvario construido de granos de arena en forma de caracol.



**Figura 32.** Familia Leptoceridae (TRICHOPTERA), individuos que no aceptan contaminantes e indicadores de muy buena calidad de agua. Larvas delgadas con las patas posteriores más largas y hacia adelante, estuche larvario construido con arena muy fina dando apariencia de palitos.



**Figura 33.** Familia Hydropsychidae (TRICHOPTERA), individuos que aceptan pocos contaminantes e indicadores de regular calidad de agua. Larvas con muchas branquias abdominales ventrales, cabeza pequeña y mandíbulas poco desarrolladas, cuerpo en forma de C.



**Figura 34.** Familia Perlidae (PLECOPTERA), individuos que no aceptan contaminantes e indicadores de muy buena calidad de agua. Larvas con branquias torácicas, presencia de dos cercis lisos.

Anexo 13. Lámina de identificación para macroinvertebrados.



Figura 35. Lámina de identificación para macroinvertebrados.

**Anexo 14.** Guía para la evaluación del hábitat.

**Evaluación Visual de Ríos y Quebradas adaptado a Talamancas**  
**-Conociendo la salud de los ríos- CUENCAS PEQUEÑAS <10Km<sup>2</sup>**

Los ríos o quebradas son el hogar de muchos animales. Un río en buen estado puede adoptar muchas formas vivientes y además sirve como un lugar agradable para los seres humanos. Para saber si un río está en buen estado tenemos que fijarnos en las características que pueda tener. Esta es una manera de evaluar un río pequeño o quebrada aplicando altos puntajes (9.0 a 10) para ríos o quebradas que tienen condiciones sanas, y bajos puntajes (de 2.2 a 1) para ríos o quebradas en mal estado. Cada cuadro describe un aspecto del río o quebrada y tiene un rango de posibles condiciones presentes.

Lee cuidadosamente las descripciones y de un puntaje (1 a 10) a las condiciones que observas en tu río o quebrada. Escribe los resultados en un papel aparte.

**A. APARIENCIA DEL AGUA**


<sup>1</sup> Muy clara <sup>2</sup> Un día después de una lluvia se pone completamente clara. <b>10</b>	<sup>4</sup> Puede ser turbio por varios días después de una tormenta. <b>7</b>	<sup>5</sup> Muy turbio por más de una semana después de lluvias. <b>Y/O</b> <sup>6</sup> Muchos olores de origen orgánico en todas las pozas. <b>3</b>	<sup>7</sup> Turbio todo el tiempo. <b>Y/O</b> <sup>8</sup> Fuerte olor de químicos, aceites, aguas negras, otros contaminantes, líquidos en todo el trayecto. <b>1</b>
---------------------------------------------------------------------------------------------------------------	------------------------------------------------------------------------------------	------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

(Turbio significa que no se puede ver el fondo del río, el agua no está transparente)

**(B). SEDIMENTOS**


Ejercicio:

1. Busca una sección de la quebrada o río donde el agua corre rápido (trasdía) y con piedras.
2. Remueve las piedras con tu pie rápidamente y después saca tu pie.
3. Cuenta los segundos en que queda una nube de sedimentos en donde estaba el pie.

 El agua se mantiene clara. No hay disturbios de agua. <b>10</b>	 2 segundos mientras se saca el agua. <b>7</b>	 3 segundos mientras se saca el agua. <b>5</b>	 4 segundos mientras se saca el agua. <b>3</b>	 Las piedras están completamente cubiertas por sedimentos finos. No se saca el agua. <b>1</b>
-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

(Sedimentos con pedacitos de tierra muy pequeños suspendidos en el agua o pegados a las piedras)

**(C). ZONA RIBERENA (evalúe primero una orilla y después la otra, sume y divida en 2)**

 Mayor presencia de vegetación natural. <b>10</b>	 Mayor presencia de especies de plantas. <b>7</b>	 Mayor presencia de árboles nativos. <b>5</b>	 Mayor presencia de especies de plantas y árboles grandes en orilla. <b>3</b>	 Menor presencia de plantas. <b>1</b>
--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

(Zona Ribereña: la Zona alrededor del río aguas, 50 metros a cada lado. ¿Hay vegetación natural en esta área?)

**Figura 36.** Guía ilustrada para la evaluación del hábitat.



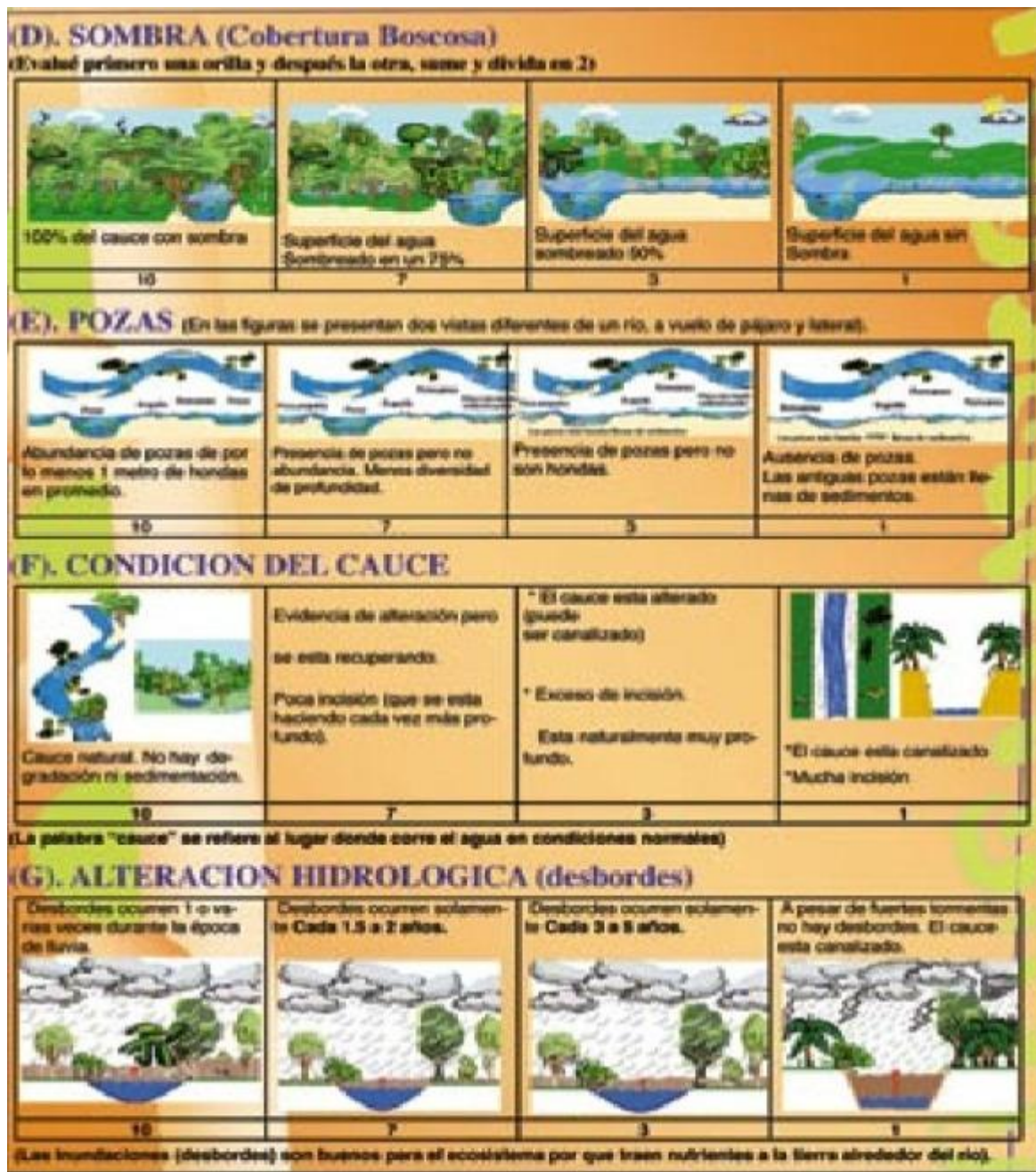


Figura 36. Continuación...

<b>(H). ESTABILIDAD DE LA ORILLA</b> (Trabaja primero con orilla y después la zona, como y divide en 2)				
<p>* Las orillas están estables</p> <p>* Raíces de árboles protegen las orillas</p> 	<p>* Moderadamente estables</p> <p>* Más del 70% de las orillas están protegidas por raíces de árboles</p> 	<p>* Poco inestables</p> <p>* Erosión en las curvas</p> <p>* Algunos árboles cayendo al agua</p> 	<p>* Orillas inestables</p> <p>* Orillas erosionadas</p> <p>* Árboles maduros caídos en el agua.</p> 	10 7 3 1
<b>(I). BARRERA AL MOVIMIENTO DE PECES.</b> (En todo el río)				
<p>No hay barreras al movimiento de peces en todo el río o quebrada.</p> 	<p>Obstrucciones provisionales hechas por el ser humano que inhiben el movimiento de peces. (Estas barreras son amarradas después de una</p> 	<p>Alcantarillas o puentes. (Son pequeños, principalmente para los puentes en la región).</p> 	<p>Represas o desviaciones de agua en cualquier parte del río. (Hidroeléctricas)</p> 	10 7 3 1
<b>(J). PRESION DE PESCA</b>				
<p>Nadie pesca aquí!!!</p> 	<p>* La pesca es poco frecuente con arbolito, cuerda y/o cuerdas</p> <p>* No usan redes</p> 	<p>* Se pesca con frecuencia con arbolito, cuerda y/o atarraya.</p> <p>* No usan redes agalleras</p> <p>* Usan venenos 1 vez al año.</p> 	<p>* Pesca indiscriminada.</p> <p>* Frecuentemente usan venenos para la captura de camarón.</p> <p>* Se usan tramayo para pescar</p> 	10 7 3 1
<b>(K). PRESENCIA DE DESECHOS SÓLIDOS (Basura)</b>				
No hay evidencia de basura de usos humanos	Presencia de desechos sólidos (ej: bolsas en los árboles después de una inundación)	Presencia de desechos sólidos dentro del cauce (1 o 2 tipos)	Presencia moderada de desechos sólidos dentro del cauce (más de tres tipos)	Abundancia de basura en todo el trayecto
10	7	5	3	1

Figura 36. Continuación...

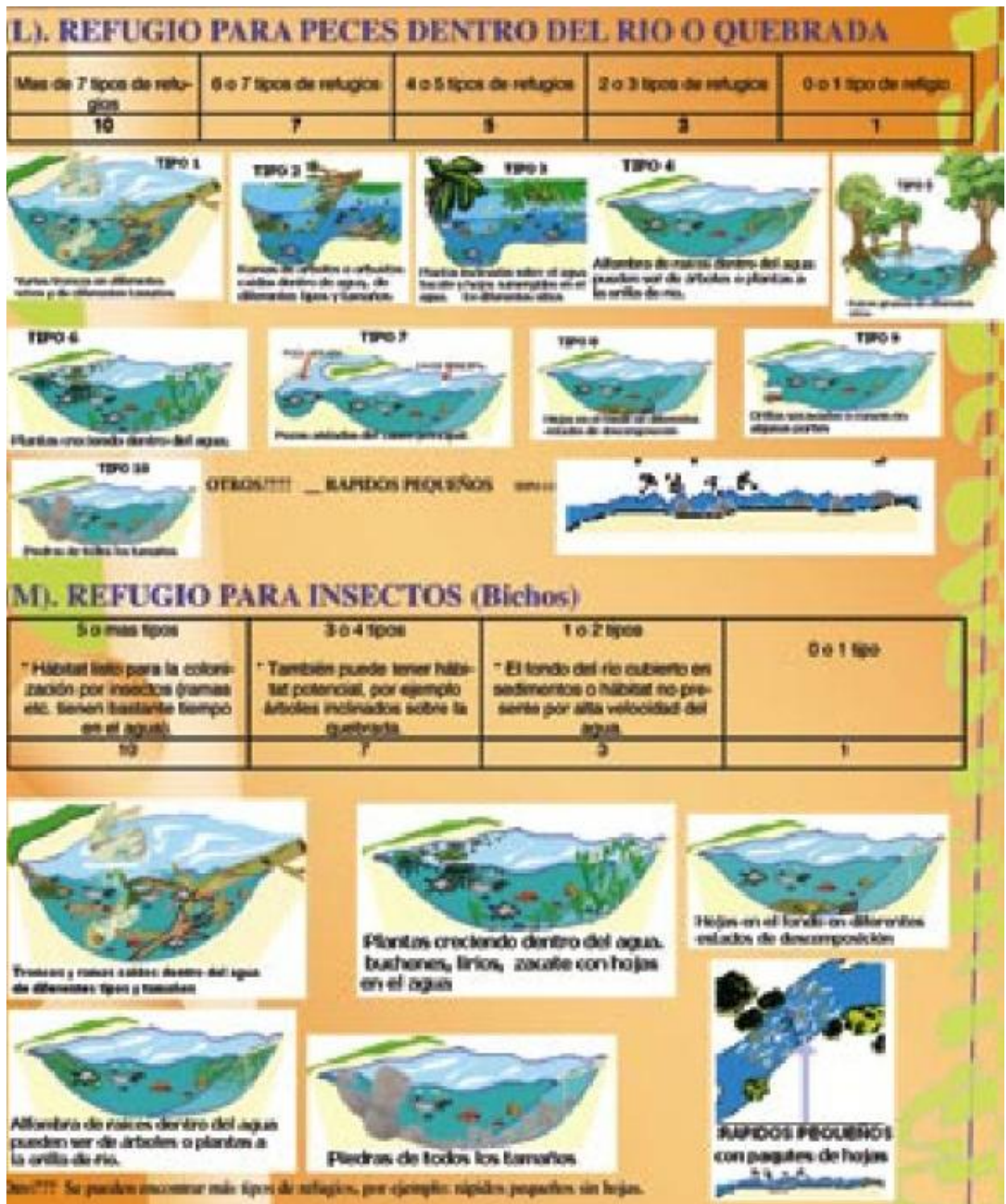









Figura 36. Continuación...

**(N). PRESENCIA DE ESTIERCOL**

<p>No hay estiércol o evidencia de animales cerca del río, o quebrada (Cerdos, Vacas, Caballos, Perros, entre otros).</p>	 <p>Ganado en la zona ribereña. Pero no tienen acceso directo al río. Hay una franja de vegetación de más de 50 metros.</p>	 <p>Estiércol en la quebrada o ganado dentro del río. Aunque está el pasto cubierto, el estiércol está muy cerca del río. No existe una franja de vegetación que actúe de barrera al estiércol.</p>	 <p>Mucho estiércol en el río. Tuborías que descargan aguas negras al río.</p>
10	7	3	1

**(O). Aumento de nutrientes de origen orgánico "Produce algas".**

 <p>No hay algas filamentosas. El agua está totalmente clara.</p>	 <p>Crecimiento moderado de algas filamentosas en sitios de aguas lentas.</p>	 <p>Abundancia de algas filamentosas, especialmente en áreas con sol.</p>	 <p>Exceso de algas filamentosas en todos los sustratos (piedras, troncos etc.)</p>
10	7	3	1

(Algas : Lama verde (MOJO) o cubierta resbalosa que crece sobre las piedras o troncos que están dentro del agua.)

**¡¡YA TERMINO!!!**

Ahora suma los puntajes y divide entre 15. Después ubica el puntaje en los rangos abajo.

RANGO DE PUNTAJES	CLASE
9.6 a 10	Excelente
7.7 a 8.5	Buena
6.1 a 7.0	Regular
3.1 a 5.3	Pobre
1.0 a 2.1	Muy Pobre

**¿COMO ESTA TU QUEBRADA O RIO?**

Nota: Si un resultado cae entre las clases, El Biólogo determina según su criterio profesional en que categoría ubicar.

Figura 36. Continuación...