



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI
FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS Y RECURSOS
NATURALES

CARRERA DE INGENIERÍA DE MEDIO AMBIENTE

PROYECTO DE INVESTIGACIÓN

**“DETERMINACIÓN DE LOS ÍNDICES DE LA CALIDAD DEL AGUA A PARTIR DE
MACRO Y MICRO INVERTEBRADOS EN LA LAGUNA DE CHALOACOA DEL
PARQUE NACIONAL LLANGANATES”**

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

Autoras:

Mayorga Molina Erika Michelle
Paute Laguatasig Karina Cristina

Tutor:

M.Sc. Manuel Patricio Clavijo Cevallos

Latacunga - Ecuador

Marzo 2017

DECLARACIÓN DE AUTORÍA

“Nosotras, **Mayorga Molina Erika Michelle** y **Paute Laguatasig Karina Cristina** declaramos ser autoras del presente proyecto de investigación “**Determinación de los índices de la calidad del agua a partir de macro y micro invertebrados en la laguna de Chalococha del Parque Nacional Llanganates**”, siendo **M.Sc. Manuel Patricio Clavijo Cevallos** tutor del presente trabajo; y eximo expresamente a la Universidad Técnica de Cotopaxi y a sus representantes legales de posibles reclamos o acciones legales.

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



.....
Mayorga Molina Erika Michelle

C.I. 0503452559



.....
Paute Laguatasig Karina Cristina

C.I. 1724046253

CONTRATO DE CESIÓN NO EXCLUSIVA DE DERECHOS DE AUTOR

Comparecen a la celebración del presente instrumento de cesión no exclusiva de obra, que celebran de una parte **Mayorga Molina Erika Michelle**, identificada con C.C. N° **050345255-9**, de estado civil **soltera** y con domicilio en **Urbanización San Carlos y Paute Lagutasig Karina Cristina**, identificada con C.C. N° **172404625-3**, de estado civil **soltera** y con domicilio en **Machachi**, a quienes en lo sucesivo se denominarán **LAS CEDENTES**; y, de otra parte, el Ing. MBA. Cristian Fabricio Tinajero Jiménez, en calidad de Rector y por tanto representante legal de la Universidad Técnica de Cotopaxi, con domicilio en la Av. Simón Rodríguez Barrio El Ejido Sector San Felipe, a quien en lo sucesivo se le denominará **LA CESIONARIA** en los términos contenidos en las cláusulas siguientes:

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

Historial académico.-

Fecha de inicio de carrera: **Octubre 2011**

Fecha de finalización: **Agosto 2016**

Aprobación HCA.- **05 de Mayo del 2016**

Tutor.- **M.Sc. Manuel Patricio Clavijo Cevallos**

Tema: **“DETERMINACIÓN DE LOS ÍNDICES DE LA CALIDAD DEL AGUA A PARTIR DE MACRO Y MICRO INVERTEBRADOS EN LA LAGUNA DE CHALOACocha DEL PARQUE NACIONAL LLANGANATES”**

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

En señal de conformidad las partes suscriben este documento en dos ejemplares de igual valor y tenor en la ciudad de Latacunga, a un día del mes de Marzo del 2017.



.....
Mayorga Molina Erika Michelle

LA CEDENTE

.....

Ing. MBA. Cristian Tinajero Jiménez

EL CESIONARIO



.....
Paute Laguatasig Karina Cristina

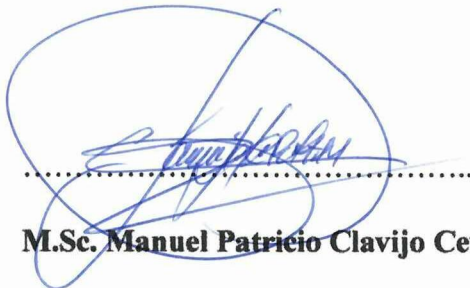
LA CEDENTE

AVAL DEL TUTOR DE PROYECTO DE INVESTIGACIÓN

En calidad de Tutor del Trabajo de Investigación sobre el título:

“Determinación de los índices de la calidad del agua a partir de macro y micro invertebrados en la laguna de Chaloacocha del Parque Nacional Llanganates”, de Mayorga Molina Erika Michelle y Paute Laguatasig Karina Cristina, de la carrera Ingeniería de Medio Ambiente, considero que dicho Informe Investigativo cumple con los requerimientos metodológicos y aportes científico-técnicos suficientes para ser sometidos a la evaluación del Tribunal de Validación de Proyecto que el Honorable Consejo Académico de la Unidad Académica de Ciencias Agropecuarias y Recursos Naturales de la Universidad Técnica de Cotopaxi designe, para su correspondiente estudio y calificación.

Latacunga, Marzo, 2017



.....

M.Sc. Manuel Patricio Clavijo Cevallos

C.I. 0501444582

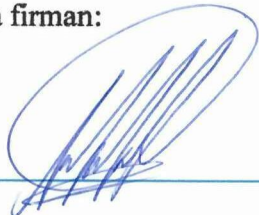
APROBACIÓN DEL TRIBUNAL DE TITULACIÓN

En calidad de Tribunal de Lectores, aprueban el presente Informe de Investigación de acuerdo a las disposiciones reglamentarias emitidas por la Universidad Técnica de Cotopaxi, y por la Unidad Académica de Ciencias Agropecuarias y Recursos Naturales; por cuanto, el o los postulantes: **Mayorga Molina Erika Michelle** y **Paute Lagutasig Karina Cristina** con el título de Proyecto de Investigación “**Determinación de los índices de la calidad del agua a partir de macro y micro invertebrados en la laguna de Chalococha del Parque Nacional Llanganates**” han considerado las recomendaciones emitidas oportunamente y reúne los méritos suficientes para ser sometido al acto de Sustentación de Proyecto.

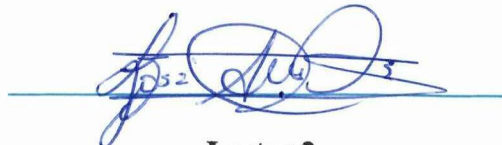
Por lo antes expuesto, se autoriza realizar los empastados correspondientes, según la normativa institucional.

Latacunga, Marzo 2017


Para constancia firman:



Lector 1 (Presidente)
Nombre: Ing. Alexandra Tapia
CC: 050266175-4



Lector 2
Nombre: Ing. José Andrade
CC: 050252448-1



Lector 3
Nombre: Ing. Cristian Lozano
CC: 060360931-4

AGRADECIMIENTO

Le agradecemos en primer lugar a Dios por darnos día a día la vida, la voluntad, la sabiduría y fuerzas para luchar por nuestras metas y sueños, a nuestros padres por habernos acompañado , guiado y brindado un apoyo incondicional a lo largo de nuestra vida estudiantil.

A la Universidad Técnica de Cotopaxi por abrirnos las puertas y a los docentes que tuvimos a lo largo de la Carrera que con su conocimiento de manera desinteresada han aportado para formarnos como buenos profesionales en especial al M.Sc Patricio Clavijo y miembros del tribunal por ser los guías en nuestro proyecto investigativo.

Queremos brindar nuestros más sinceros agradecimientos a los guarda parques del Parque Nacional Llanganates por sabernos colaborar con las actividades realizadas en el desarrollo de nuestro proyecto.

DEDICATORIA

Este proyecto se lo dedico con mucho cariño a mis padres Oscar Mayorga y Liliana Molina y a mi hermano Kevin, los cuales son mi apoyo incondicional y bendición en mi vida, que con su gran amor, buen ejemplo ha hecho de mí una gran persona y especialmente una gran mujer, siempre han estado a mi lado contribuyendo con mi formación profesional y apoyándome en todo momento durante mi vida brindándome su amor y llenándome de gozo y alegría.

Michelle

DEDICATORIA

La presente investigación va dedicada a mis padres Luis y Blanca que con su apoyo incondicional, comprensión, amor y consejos han sido el pilar fundamental para mi formación tanto académica como humana y así poder conseguir con perseverancia mis objetivos.

A mis hermanos Francisco y David por estar siempre presentes y brindándome su apoyo.

A mis abuelitas Micaela y Laura por cada palabra de aliento que me brindan para alcanzar mis metas y por siempre estar pendientes de mi bienestar.

A mis abuelitos Manuel y Agustín que desde el cielo me cuidan en todo momento y en todo lugar.

Karina

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI

FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS Y RECURSOS NATURALES

TITULO: “DETERMINACIÓN DE LOS ÍNDICES DE LA CALIDAD DEL AGUA A PARTIR DE MACRO Y MICRO INVERTEBRADOS EN LA LAGUNA DE CHALOACocha DEL PARQUE NACIONAL LLANGANATES”

Autoras:

Mayorga Molina Erika Michelle

Paute Laguatasig Karina Cristina

RESUMEN

Esta investigación tiene como objetivo determinar cuáles son las especies de macroinvertebrados con mayor y menor tolerancia frente a la contaminación, para ello se utilizaron los índices BMWP (Biological Monitoring Working Party), EPT y el índice de diversidad de Shannon-Weaver. Para establecer con precisión la calidad del agua, los niveles de contaminación y las causas que la originan se realizaron dos caracterizaciones; biológica y Físicoquímica y microbiológica, este análisis permitió recolectar un total de 1539 individuos de macroinvertebrados acuáticos agrupados en 11 órdenes, 11 familias y 11 especies, y en microinvertebrados se identificaron un total de 12 familias y 17 géneros dividiéndose en dos grupos importantes que son diatomeas y algas verde-azules. Se evaluaron 10 parámetros físicoquímicos y uno bacteriológico para establecer la influencia de estos sobre la comunidad de macroinvertebrados acuáticos. El índice BMWP muestra aguas muy contaminadas, el cual por punto de recolección manifiestan variaciones en la calidad que van desde aguas moderadamente y muy contaminadas. El índice de Shannon-Weaver registra una contaminación moderada, evidenciando que existe una perturbación en este ecosistema, esto se debe a la incidencia de los factores climáticos en la época de baja precipitación ya que existen altas temperaturas, con ello

un incremento en la cantidad de algas perifíticas, y la presencia de gran cantidad de Materia Orgánica.

Palabras clave: Macroinvertebrados acuáticos, microinvertebrados, bioindicadores, índice BMWP/Col, índice de Shannon-Weaver, calidad del agua.

TOPIC: "DETERMINATION OF WATER QUALITY INDICATORS FROM MACRO AND MICRO INVERTEBRATES IN THE CHALOACocha LAGOON OF THE LLANGANATES NATIONAL PARK"

AUTHORS:

Mayorga Molina Erika Michelle

Paute Laguatasig Karina Cristina

ABSTRACT

This investigation has as objective determine what species of macroinvertebrates are of lesser and greater tolerance of pollution, for this is used indexes BMWP (Biological Monitoring Working Party), EFA and the index of diversity of Shannon-Weaver. To establish with precision the water quality, pollution levels and the root causes were made two specifications; biological and physico-chemical and microbiological, this analysis allowed to collect a total of 1539 individuals of aquatic macro-invertebrates grouped in 11 orders, 11 families and 11 species, and in micro-invertebrates identified a total of 12 families and 17 genera by dividing into two major groups that are diatoms and blue-green algae. Were evaluated 10 physicochemical parameters and one bacteriological to establish the influence of these on the community of aquatic macro-invertebrates. The index BMWP shows highly polluted water, which by collecting point show variations in the quality ranging from water moderately and highly contaminated. The index of Shannon-Weaver registers a pollution moderate, demonstrating that there is a disturbance in this ecosystem, this is due to the impact of the climatic factors in the era of low precipitation since there are high temperatures, with it an increase in the amount of algae perifiticas, and the presence of a large amount of organic matter.

Key word. Aquatic macroinvertebrates, microinvertebrates, bioindicators, BMWP/Col index, Shannon-Weaver index, water quality.

ÍNDICE DE CONTENIDO

DECLARACIÓN DE AUTORÍA	ii
CONTRATO DE CESIÓN NO EXCLUSIVA DE DERECHOS DE AUTOR.....	iii
AVAL DEL TUTOR DE PROYECTO DE INVESTIGACIÓN.....	vi
APROBACIÓN DEL TRIBUNAL DE TITULACIÓN	vii
AGRADECIMIENTO.....	viii
DEDICATORIA	ix
DEDICATORIA	x
RESUMEN	xi
ABSTRACT.....	xiii
1. INFORMACIÓN GENERAL	1
2. JUSTIFICACIÓN DEL PROYECTO	2
3. BENEFICIARIOS DEL PROYECTO	3
4. EL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN:	4
5. OBJETIVOS:	6
6. ACTIVIDADES Y SISTEMA DE TAREAS EN RELACIÓN A LOS OBJETIVOS PLANTEADOS: 7	
7. FUNDAMENTACIÓN CIENTÍFICO TÉCNICA	9
7.1. Contaminación del agua	9
7.2. Índice de calidad del agua	9
7.3. Macroinvertebrados.....	10
7.3.1. Valor indicador de los macroinvertebrados	11
7.3.2. Calificación de la sensibilidad de los macroinvertebrados en la calidad del agua.....	11
7.3.3. Procedimiento del muestreo	12
7.3.4. Identificación y análisis de las muestras	14
7.3.5. Metodologías para análisis de datos del índice de calidad	16
7.4. Microinvertebrados	17
7.4.1. Valor indicador del fitoplancton	18
7.4.2. Colecta de microalgas:.....	19
7.4.3. Frecuencias y época de muestreo.....	20
7.4.4. Preservación y etiquetado de la muestra de microinvertebrados:.....	20

7.5.	Parámetros fisicoquímicos y microbiológicos	21
7.5.1.	Parámetros Físicos.....	22
7.5.2.	Parámetros Químicos.....	23
7.5.3.	Parámetros Microbiológicos.....	25
8.	HIPÓTESIS:.....	26
9.	METODOLOGÍAS:.....	26
9.1.	Descripción del área de estudio	26
9.2.	Características Generales.....	27
9.2.1.	Aspectos Físicos.....	27
9.2.2.	Medio Biótico.....	30
9.3.	Metodología	32
9.3.1.	Recolección de Campo	32
9.3.2.	Recolección macroinvertebrados.....	32
9.3.3.	Recolección de microinvertebrados:.....	33
9.3.4.	Recolección de muestras para el Análisis Físico-Químico y Microbiológico:.....	34
9.3.5.	Identificación de Laboratorio.....	35
9.3.6.	Determinación del índice de Calidad.....	36
10.	ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE LOS RESULTADOS.....	39
10.1.	Diversidad y abundancia	39
10.1.1.	Abundancia por meses de recolección.....	41
10.2.	Resultados del Método EPT (Ephemeroptera, Plecoptera y Trichoptera).....	46
10.3.	Resultados del Método BMWP	46
10.4.	Resultados del Índice de Shannon- Weaver.....	48
10.5.	Resultados de la Presencia de Microinvertebrados en la laguna de Chaloacocha	49
10.6.	Resultados de los Parámetros Fisicoquímicos y Microbiológicos	51
10.7.	DISCUSIÓN.....	52
11.	IMPACTOS	53
12.	PRESUPUESTO DEL PROYECTO INVESTIGATIVO.....	54
13.	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	56
13.1.	CONCLUSIONES.....	56
13.2.	RECOMENDACIONES	57

14.	BIBLIOGRAFÍA.....	58
15.	ANEXOS	65

ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo 1.	Aval de Traducción.....	65
Anexo 2.	Mapa de la ubicación Geográfica del Parque Nacional Llanganates	66
Anexo3.	Ubicación del lugar de estudio.....	67
Anexo 4.	Ubicación de la Laguna de Chaloacocha.....	68
Anexo 6.	Humedad relativa del sector de Chaloacocha.....	70
Anexo 7.	Precipitación del sector de Chaloacocha.....	71
Anexo8.	Familias de los órdenes ETP (Ephemeroptera, Plecoptera, Trichoptera)	72
Anexo 9.	Hoja de campo 1: Índice EPT	74
Anexo 10.	Hoja de campo 2: Índice de sensibilidad	76
Anexo 11.	Tablas para la determinación del índice BMWP.....	78
Anexo 12.	Resultados BMWP del punto 1.....	80
Anexo 13.	Resultados BMWP del punto 2.....	81
Anexo 14.	Resultados BMWP del punto 3.....	82
Anexo 15.	Resultados BMWP del punto 4.....	83
Anexo 16.	Resultados del índice de Shannon- Weaver	84
Anexo 17.	Fichas de Caracterización de Macroinvertebrados en la laguna de Chaloacocha.....	88
Anexo 18.	Fichas de Caracterización de Microinvertebrados (Diatomeas) en la laguna de Chaloacocha.....	96
Anexo 19.	Fichas de Caracterización de Microinvertebrados (Cianobacterias: Algas verde-azules) en la laguna de Chaloacocha.....	106
Anexo 20.	Actividades realizadas para la ejecución del proyecto investigativo	107
Anexo 21.-	Resultados de los Análisis de Laboratorio	109
Anexo 22.	Reforma del 4 de noviembre del 2015– Anexo 1 del Libro VI del TULSMA – norma de Calidad Ambiental y de Descarga de Efluentes al Recurso Agua	110

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1: <i>Beneficiarios del proyecto</i>	3
Tabla 2: <i>Sensibilidad de los macro invertebrados.</i>	12
Tabla 3: <i>Tipos de climas en el PNLI</i>	28
Tabla 4: <i>Punto de Muestreo para Macro y microinvertebrados</i>	32
Tabla 5: <i>Puntos de Muestreo para Análisis Físicoquímico y Microbiológico</i>	34
Tabla 6: <i>Clasificación de la calidad del agua de acuerdo a los valores del índice de Shannon-Weaver (H)</i>	39
Tabla 7: <i>Abundancia de macroinvertebrados</i>	40
Tabla 8: <i>Resultados del BMWP</i>	47
Tabla 9: <i>Resultados del Índice de Shannon – Weaver (H)</i>	48
Tabla 10: <i>Presencia de microinvertebrados en la laguna de Chaloacocha</i>	49
Tabla 11: <i>Análisis de los Parámetros Físicoquímicos</i>	51

ÍNDICE DE GRÁFICOS

Gráfico 1. <i>Individuos de Macroinvertebrados</i>	41
Gráfico 2. <i>Abundancia del punto 1</i>	41
Gráfico 3. <i>Abundancia del punto 2</i>	43
Gráfico 4. <i>Abundancia del punto 3</i>	44
Gráfico 5. <i>Abundancia del punto 4</i>	45

1. INFORMACIÓN GENERAL

Título del Proyecto:

Determinación de los índices de la calidad del agua a partir de macro y micro invertebrados en la laguna de Chaloacocha del Parque Nacional Llanganates.

Fecha de inicio: Abril 2016

Fecha de finalización: Febrero 2017

Lugar de ejecución:

La laguna de Chaloacocha se encuentra ubicada en el kilómetro 41 de la nueva vía Salcedo–Tena dentro del Parque Nacional Llanganates, cantón Salcedo, provincia de Cotopaxi.

Facultad que auspicia:

Facultad de Ciencias Agropecuarias y Recursos Naturales

Carrera que auspicia:

Ingeniería de Medio Ambiente

Proyecto de investigación vinculado:

Equipo de Trabajo:

Tutor: MSc. Patricio Clavijo

Autoras del Proyecto:

➤ Michelle Mayorga

➤ Karina Paute

Área de Conocimiento:

Ciencias y Servicios

Línea de investigación:

Ambiente

Sub líneas de investigación de la Carrera:

Análisis, conservación y aprovechamiento de la biodiversidad

2. JUSTIFICACIÓN DEL PROYECTO

En la actualidad la contaminación ambiental es un problema de gran magnitud sobre todo en los cuerpos de agua dulce debido a su alta degradación que en los últimos años se ha venido observando producto del rápido crecimiento demográfico, el desarrollo industrial, y los procesos agrícolas en el mundo. Siendo los ríos, lagos y lagunas los hábitats más vulnerables a la contaminación, lamentablemente los sistemas lacustres se ven amenazadas día a día producto de un sin número de contaminantes que son vertidos en ellos sin un previo tratamiento.

El Parque Nacional Llanganates posee una gran variedad de lagunas siendo de gran importancia para el abastecimiento hídrico de las comunidades aledañas al parque, además de poseer una belleza natural y paisajística es el hábitat de un sin número de formas de vida como mamíferos, insectos, peces, reptiles, aves y otros organismos vivos que sin la intervención del hombre han sobrevivido de forma natural, pero al verse intervenida por el ser humano y situaciones antrópicas, algunas especies han decidido migrar a lugares donde la mano del hombre no les pueda causar daño. También es el hábitat de especies acuáticas como son los macro y micro invertebrados, especies que son estudiadas en diferentes partes del mundo por ser indicadores biológicos de la calidad del agua. En el ecosistema de la Laguna de Chaloacocha del Parque Nacional Llanganates no se han realizado estudios de calidad de agua en base a macro y micro invertebrados por ser considerada un área protegida y por tanto es un ecosistema libre de contaminación, al contrario las diversas actividades humanas que se realizan dentro de esta reserva (turismo, usos recreativos, el pastoreo de ganado bravo de las comunidades que viven a su alrededor, pecuarias y piscícolas), estos factores inciden en la calidad ambiental del ecosistema y refleja cambios en la calidad del agua de la laguna y en su biodiversidad existente.

Además es recomendable evaluar el impacto que ha provocado el turismo y la ganadería en estas aguas en la actualidad, debido a que su calidad depende del bienestar y de la salud de las personas de las comunidades de Leivisa y Cumbijín pertenecientes al cantón Salcedo. La evaluación del índice de calidad del agua mediante estos indicadores biológicos es una técnica muy fácil, práctica, económica y eficiente debido a que estos con su presencia o ausencia nos indican la calidad de agua que posee los cuerpos hídricos.

Esta investigación tendrá impactos positivos ya que contribuirá a que los beneficiarios conozcan el grado de contaminación que posee la laguna, ya que a través de la socialización de esta información se buscará crear una concientización en las comunidades que se benefician del agua de esta laguna y a la vez servirá para que los entes municipales y provinciales tomen decisiones sobre la conservación y el buen manejo del recurso agua. Cabe señalar que las ventajas que tiene esta investigación es la aplicación de una metodología de tipo biológica además la utilización de materiales baratos y fáciles de elaborar para la obtención de resultados confiables que servirán para ayudar en la solución de problemas ambientales y el uso sostenible de este recurso.

3. BENEFICIARIOS DEL PROYECTO

Los beneficiarios directos del presente proyecto son los habitantes pertenecientes a las comunidades de Cumbijín, Sacha, Leivisa y Galpón poblaciones involucradas:

Tabla 1: Beneficiarios del proyecto

Categorías	N°	%
Hombres	3.440	57%
Mujeres	4.560	43%
Total	8.000	100%

Fuente: Bautista M. y Tigselema M.

Los beneficiarios indirectos del proyecto son la población de Latacunga, Salcedo y de la Provincia de Tungurahua ya que el recurso agua proveniente de las lagunas del Parque Nacional Llanganates son distribuidas a esta población.

- Tungurahua con 504.583 habitantes
- Salcedo con 58.216 habitantes.
- Latacunga con 170.489 habitantes

Fuente: Censo De Población Y Vivienda (CPV-2010)

Datos levantados por el GAD Municipal de Salcedo. Junio 2012

4. EL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN:

En la actualidad el principal problema es la contaminación ambiental siendo los más afectados los cuerpos de agua dulce (ríos, lagos, lagunas), ya que son ecosistemas que poseen una gran biodiversidad en flora y en fauna, es decir, son hábitats de gran importancia por ser una fuente de vida, por ello son los más vulnerables a la contaminación provocada por la mano del ser humano a causa de esto los sistemas lacustres se ven amenazados día a día.

En el Ecuador los ecosistemas lacustres representan un valor muy importante por ser fuentes de recursos hídricos debido a la vegetación que existen en estos lugares son grades retenedores de enormes cantidades de agua, además la hermosura paisajista que presentan las lagunas del Ecuador son una fuente de ingresos económicos para los pobladores que habitan en las cercanías de estos paisajes pero también han provocado que se alteren estos ecosistemas a consecuencia de la falta de conocimiento de los turistas acerca de la conservación ambiental.

La Laguna de Chaloacocha por su belleza natural y paisajística es el hábitat de un sin número de formas de vida como mamíferos, insectos, peces, reptiles, aves y otros organismos vivos que sin la intervención del hombre han sobrevivido de forma natural, pero al verse intervenida por el ser

humano y situaciones antrópicas, algunas especies han decidido migrar a lugares donde la mano del hombre no les pueda causar daño.

Teniendo como referencia algunos estudios realizados con anterioridad para la solución a nuestra problemática.

Los problemas más evidentes del Parque Nacional Llanganates según el Ministerio de Medio Ambiente son los siguientes (2013):

La falta de delimitación física del territorio debido al difícil acceso al terreno y a la carencia de equipos que permitan realizar la actividad ha permitido que las comunidades avancen con su frontera agropecuaria y realicen actividades que afecten al ecosistema páramo por compactación y erosión del suelo, contaminación de las fuentes del agua por el uso inadecuado de productos veterinarios y el material fecal generado por el ganado, provocando el desplazamiento de la fauna nativa componente de la biodiversidad. También a causa de la vía Salcedo-Tena y proyectos de uso del recurso hídrico mal diseñados; han ocasionado la fragmentación de la cobertura vegetal y hábitat de especies nativas de la zona, desplazamiento de la fauna nativa, afectación a la belleza escénica y paisajística, produciendo un efecto de borde al ecosistema, la alteración del sistema lacustre no está aislado, produciendo la reducción de caudales hídricos, y por otro lado la extracción de recursos principalmente de madera, así como actividades turísticas desordenadas, caza y pesca furtiva. (p. 26)

Según Pineda y Quiroz (2015) en su estudio titulado “Caracterización de la comunidad de macroinvertebrados y estimación de la calidad del agua de las lagunas de Chingaza del medio y el Arnical en el Parque Nacional Natural Chingaza” concluye lo siguiente: En el sector se tomaron un total de 14 puntos de muestreo para el estudio de macroinvertebrados, el método de recolección fue en base a la red triangular D-net y la metodología para calcular el índice de calidad del agua que fue utilizada según la planteada por Roldán, es decir la BMWP/ col, y el

índice de la Fundación Nacional de Saneamiento (NSF). En este estudio se encontraron 16 familias y la de mayor dominancia fue la familia Hyaleliidae en las tres lagunas estudiadas luego de ser comparados con los índices biológicos establecidos por sus autores nos indican que el agua está ligeramente contaminada.

Según Espinosa Manosalvas (2013) un su estudio titulado “Evaluación de la calidad del agua de la laguna de Yahuarcocha para elaborar un plan de monitoreo utilizando macroinvertebrados como indicadores biológicos” establece que mediante la metodología del índice BMWP (Biological Monitoring Working Party) modificado y el Índice EPT (Ephemeroptera, Plecoptera, Trichoptera) se determinó que el agua de esta laguna es de mala calidad producto de las actividades turísticas y acciones producidas por el hombre como la emanación de desechos orgánicos, residuos sólidos, descargas de aguas residuales, usos de fertilizantes en la agricultura, pastoreo de ganado. El resultado que se obtuvo fue la dominancia de las familias Anhipoda, Corixidae y Cylloepus.

5. OBJETIVOS:

General

- ✓ Determinar la calidad del agua mediante la presencia macro y micro invertebrados en la Laguna de Chaloacocha del Parque Nacional Llanganates.

Específicos

- ✓ Diagnosticar el Sistema Lacustre de la Laguna de Chaloacocha del Parque Nacional Llanganates.
- ✓ Identificar las especies de macro y micro invertebrados encontradas dentro de la laguna de Chaloacocha.
- ✓ Definir el índice de calidad del agua mediante tablas comparativas de macro y micro invertebrados y análisis Físicoquímicos y Microbiológicos del agua.

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

OBJETIVO 1	ACTIVIDAD	RESULTADO DE LA ACTIVIDAD	DESCRIPCIÓN DE LA ACTIVIDAD
Diagnosticar el Sistema Lacustre de la Laguna de Chaloacocha del Parque Nacional Llanganates.	<ul style="list-style-type: none"> - Recolectar información necesaria sobre la zonificación del sector. - Identificación de los puntos de muestreo. 	Mediante las visitas in-situ permitirán la identificación de los puntos de muestreo que van a ser referenciados para proceder a la toma de las muestras.	<p>Técnicas:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Observación directa e indirecta - Entrevista <p>Instrumentos:</p> <ul style="list-style-type: none"> - GPS - Cámara Fotográfica - Libreta de Campo
OBJETIVO 2	ACTIVIDAD	RESULTADO DE LA ACTIVIDAD	DESCRIPCIÓN DE LA ACTIVIDAD
Identificar las especies de macro y micro invertebrados encontradas dentro de la laguna de Chaloacocha.	<ul style="list-style-type: none"> - Recopilar las muestras en los puntos establecidos. - Comparación de los taxones recolectados con el manual o guías de identificación de los taxones. - Caracterización, 	<ul style="list-style-type: none"> - Conservación de las muestras en frascos de plástico al 70% de alcohol y previamente etiquetadas. - Identificación y contabilización de cada una de las muestras recolectadas de los 	<p>Técnicas:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Observación directa. - Observación indirecta - Fichaje <p>Instrumentos:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Guías de recolección - Guías o manuales

	clasificación y contabilización de los taxones encontrados.	diferentes puntos de muestreo.	de identificación taxonómica de los macro y micro-invertebrados. - Fichas para el inventario.
OBJETIVO 3	ACTIVIDAD	RESULTADO DE LA ACTIVIDAD	DESCRIPCIÓN DE LA ACTIVIDAD
Definir el índice de calidad del agua mediante tablas comparativas de macro y micro invertebrados y análisis Físicos, Químicos y Microbiológicos del agua.	<ul style="list-style-type: none"> - Implementación de las metodologías biológicas EPT y BMWT - Aplicación del índice de diversidad Shannon-Weaver. - Análisis de laboratorio. 	<ul style="list-style-type: none"> - Se determinará los índices biológicos EPT, BMWP y el Índice de Shannon-Weaver mediante la aplicación de tablas y obteniendo resultados confiables para conocer la calidad del agua de la laguna. - Comparación de los resultados obtenidos en el análisis de laboratorio con los resultados de las metodologías biológicas para 	<p>Técnicas:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Observación directa - Fichaje <p>Instrumentos:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Hojas de Campo 1 para el índice EPT. - Hoja de Campo 2 para el índice de sensibilidad. - Tabla de la Puntuación de las diferentes familias de macro-invertebrados acuáticos para el índice BMWP. - Tabla de Clases de calidad de agua, valores BMWP y colores para

		establecer la calidad del agua de la laguna.	representaciones cartográficas. - TULSMA libro VI Anexo I
--	--	--	--

7. FUNDAMENTACIÓN CIENTÍFICO TÉCNICA

7.1. Contaminación del agua

El agua dulce se está convirtiendo en uno de los problemas más críticos de los recursos naturales que enfrenta la humanidad y se agrava porque la población mundial se está multiplicando rápidamente, lo que implica una gran y exigente demanda que no logrará ser lo suficientemente satisfecha por la cantidad de agua dulce existente y el uso inadecuado que se está haciendo de ella. También contribuye a esta crisis la creciente contaminación de los recursos hídricos; en algunos países, los lagos y ríos se han transformado en receptáculos de una inmensa variedad abominable de desechos, aguas negras domésticas, efluentes industriales tóxicos y sustancias químicas de actividades agrícolas, lixiviadas hacia las aguas de superficie y freáticas. Todo lo anterior en los últimos años ha causado que en numerosos casos se afecte seriamente la calidad del agua y sedimento de algunos sistemas acuáticos, por ejemplo ríos y lagos. (Agudelo C.2005)

7.2. Índice de calidad del agua

El termino calidad del agua encierra por sí mismo cierto grado confusión y, a la vez, ha sido muy criticado por algunos expertos en el tema. Mientras que calidad ecológica del agua, calidad físico química, calidad biológica u otros términos tienen cierta tradición, un índice de calidad del agua (IQA) se presta a muchas interpretaciones. Por ello se necesita centrar el tema y darle el marco de referencia adecuado (Sierra Ramírez, 2011).

Calidad del agua es un concepto relativo que depende del uso que va a tener el agua o el sistema hídrico que se quiere evaluar. Dependiendo de si el agua se va a usar para consumo humano, riego, transporte de mercancía, fomento de la vida de los peses o mantenimiento del ecosistemas con todas las características funcionales el sistema de evaluación de calidad será diferente (Sierra Ramírez, 2011).

Es claro, con base a la discusión anterior que no existe una variedad o un parámetro físico, químico o biológico que permita definir la calidad del agua en un determinado tiempo o sitio. Por lo tanto, se define como índice de calidad del agua o a la expresión matemática que se calcula considerando tres aspectos:

- a) **Aspecto físico químicos.** Las concentraciones, especies y tipos de sustancias orgánicas e inorgánicas presentes en el agua.
- b) **Aspectos biológicos.** La composición y estado de la biota acuática.
- c) **Aspectos no acuáticos.** Los cambios temporales y espaciales que son debidos a los factores intrínsecos y extremos al sistema acuático en estudio. Por ejemplo, la canalización del cauce, la presencia de bosques en las riberas de la corriente, etc. (Sierra Ramírez, 2011)

7.3. Macroinvertebrados

Los macroinvertebrados acuáticos son organismos 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 (Carrera & Fierro, 2001). Comprenden principalmente artrópodos (insectos, arácnidos y crustáceos) dentro de estos dominan los insectos (en especial sus formas larvarias): también se encuentran oligoquetos, hirudíneos y moluscos (y con menor frecuencia

celentéreos, briozoos o platelmintos). Constituyen el grupo dominante en los ríos, aunque también se encuentran en la zona litoral y el fondo de lagos y lagunas (Samanez, et al., 2014).

7.3.1. Valor indicador de los macroinvertebrados

En cuanto a los macroinvertebrados la Confederación Hidrográfica del Ebro (2005) nos dice que son uno de los grupos biológicos más ampliamente usados como indicadores de calidad del agua. Esto se debe a que destaca su elevada diversidad y que estén representados diferentes taxones, con requerimientos ecológicos diferentes relacionados con las características hidromorfológicas (velocidad del agua, sustrato), fisicoquímicas y biológicas del medio acuático.

7.3.2. Calificación de la sensibilidad de los macroinvertebrados en la calidad del agua

(Carrera & Fierro, 2001) Los científicos han clasificado a cada macro invertebrado con un número que indica su sensibilidad a los contaminantes. Estos números van del 1 al 10. El 1 indica al menos sensible, y así, gradualmente, hasta el 10, que señala al más sensible. De acuerdo con esta sensibilidad se clasifican en cinco grupos:

Tabla 2: Sensibilidad de los macro invertebrados.

SENSIBILIDAD	CALIDAD DE AGUA	CALIFICACIÓN
No aceptan contaminantes.	Muy buena	9-10
Aceptan muy pocos contaminantes.	Buena	7-8
Aceptan pocos contaminantes.	Regular	5-6
Aceptan mayor cantidad de contaminantes.	Mala	3-4
Aceptan muchos contaminantes.	Muy mala	1

Fuente: Carrera y Fierro, 2001

7.3.3. Procedimiento del muestreo

Selección y caracterización de las estaciones de muestreo

Identificar estaciones de muestreo en el litoral de los lagos, que sean representativos de la diversidad de hábitats existentes y de los posibles impactos humanos debido a las actividades y/o usos existentes en el lago y de su cuenca previamente a la vista.

- ✓ La caracterización de los hábitats litorales debe incluir: tipo de sustrato mineral y vegetal, profundidad, tipo de vegetación de la ribera, etc.
- ✓ En el litoral de lagos grandes (>50 ha) puede ser conveniente fijar más de una estación de muestreo, teniendo en cuenta la diversidad de hábitats existentes.
- ✓ Una vez identificadas las estaciones de muestreo se fijará su posición tomando las coordenadas geográficas con un GPS que faciliten su localización (Confederación Hidrográfica del Ebro, 2005).

Técnicas de Colecta

El objetivo fundamental del muestreo consiste en recolectar la mayor diversidad posible de macroinvertebrados. Para ello deben explorarse cuidadosamente cada uno de los hábitats posibles en cada lugar de muestreo, esto incluye el sustrato de fondo (piedra, arena, lodo, restos de vegetación), macrófitas acuáticas (flotantes, emergentes y sumergidas), raíces sumergidas de árboles y sustratos artificiales (restos de basura que puedan estar presentes, diques, etc.). Para obtener resultados comparables, el esfuerzo de muestreo debe cubrir un área entre 100 m y hacerse durante 20 o 30 minutos (Samanez, et al., 2014).

Según Samanez, et al., (2014) especifica los tipos muestreo de la siguiente manera:

- ✓ **Muestreo en aguas poco profundas:** La red de pantalla es la ideal para obtener en estos hábitats la mayor diversidad posible. Para las orillas es recomendable la red D-net.
- ✓ **Muestreo en aguas profunda:** En la mayoría de los casos el muestreo debe hacerse en las orillas hasta un metro de profundidad, moviendo la red de mano (D-net) en forma de barrido sobre la vegetación y el fondo.
- ✓ **Muestreo en aguas de poca corriente o estancada:** Conviene usar la red de mano de la misma manera que para aguas profundas. El fondo debe barrerse solo superficialmente. Adicionalmente, deben recogerse piedras, ramas, hojas y otros objetos que pueda haber en el lugar.

Métodos de Recolección

Red Tipo D-Net

Esta red se usa para hacer un “barrido” a lo largo de las orillas o recodos de la corriente donde no es posible llegar con la red de pantalla. Tiene la ventaja de que su forma triangular se

adapta bien a las superficies irregulares de las orillas. Su uso debe ser intensivo hasta cubrir un área representativa del lugar de muestreo (10 m a lo largo de ambas orillas). El material recolectado se vacía sobre un cedazo, o simplemente sobre una red, para lavar el exceso de lodo o arena, luego se guarda en una bolsa plástica o un recipiente de plástico con alcohol al 70% para ser examinado posteriormente en el laboratorio (Samanez, et al., 2014).

Conservación y etiquetado

La muestra debe ser fijada con alcohol etílico a una concentración superior al 70% o 90% en el caso de que contenga una cantidad considerable de algas o sedimentos (si hay muchos puede ser necesario utilizar más de un bote para garantizar su correcta fijación). Es necesario que el volumen del líquido sea mayor que el de la muestra a fijar, o de lo contrario puede iniciarse el proceso de descomposición de invertebrados antes de llegar al laboratorio. El frasco se debe etiquetar de modo claro y duradero para permitir se identificación en el laboratorio, los datos que deben aparecer en la etiqueta son: nombre del río o laguna, la localización de cada muestra, fecha de colección y nombre del técnico que recoge la muestra (Torralba & Ocharan, 2007).

7.3.4. Identificación y análisis de las muestras

Al respecto Carrera y Fierro (2001) mencionan que para la identificación de las muestras se realiza los siguientes pasos:

1. Separe las muestras del área de control del área afectada, para evitar confusiones durante la identificación y el análisis.
2. Saque los macroinvertebrados de cada uno de los frascos, sin mezclarlos y colóquelos en un recipiente en un recipiente plano y limpio (cajas Petri, un plato pequeño o una tapa blanca), con un poco de alcohol o agua para que los pueda distinguir mejor.

3. Con la ayuda de la lámina de identificación agrupe los individuos que se parecen entre sí, identifique a que grupo pertenecen y cuente cuántos individuos tiene cada grupo. Repita este proceso con los macroinvertebrados recogidos en el otro frasco.

La identificación de los invertebrados bentónicos se realiza con el apoyo de manuales de taxonomía y mediante el examen de los ejemplares bajo un estereoscopio (a 4, 10 y 25 aumentos).

7.3.4.1. Técnicas de análisis

(Samanez, et al., 2014) menciona las siguientes técnicas de análisis para la identificación de los macroinvertebrados:

- ✓ **Cualitativo:** La identificación de los organismos debe ser hasta el nivel taxonómico más bajo posible; sin embargo, en la mayoría de casos se puede determinar hasta el rango de familia o género.
- ✓ **Cuantitativo:** Luego de la identificación se realiza un conteo de todos los organismos de la muestra, teniendo en cuenta el área total de la colecta.
- ✓ **Semicuantitativo:** Se puede utilizar placas con divisiones para hacer un conteo aproximado teniendo en cuenta porcentajes de abundancia relativa o la utilización de escalas de abundancia como referencia (muy abundante, abundante, frecuente, escasa).

7.3.5. Metodologías para análisis de datos del índice de calidad

Análisis Ephemeroptera, Plecoptera, Trichoptera (EPT)

(Carrera & Fierro, 2001) Este análisis se hace mediante el uso de tres grupos de macroinvertebrados que son indicadores de la calidad del agua porque son más sensibles a los contaminantes. Estos grupos son: Ephemeroptera o moscas de mayo, Plecoptera o moscas de piedra, Trichoptera.

Método Biological Monitoring Working Party (BMWP)

El Biological Monitoring Working Party (BMWP) fue establecido en Inglaterra en 1970, como un método sencillo y rápido para evaluar la calidad del agua usando los macroinvertebrados como bioindicadores. El método requiere llegar hasta nivel de familia y los datos son cualitativos (presencia o ausencia). El puntaje va de 1 a 10 de acuerdo con la tolerancia de los diferentes grupos a la contaminación orgánica. Las familias más sensibles reciben un puntaje de 10 y las familias más tolerables a la contaminación reciben una puntuación de 1 (Roldán, 1999).

La suma de los puntajes de todas las familias proporciona el puntaje total BMWP. El puntaje promedio por taxón conocido como ASPT (Average Score per Taxon), esto es, el puntaje total BMWP dividiendo entre el número de los taxones, es el índice particularmente valioso para la evaluación del sitio (Roldán, 1999).

Índice de Shannon-Wiener

(Asociación Interciencia, 2006) El índice de Shannon-Wiener (H) refleja la heterogeneidad de una comunidad sobre la base de dos factores: el número de especies presentes y su abundancia relativa. Conceptualmente es una medida del grado de incertidumbre asociada a la selección aleatoria de un individuo en la comunidad. Esto es, si una comunidad de S especies

es muy homogénea, por ejemplo porque existe una especie dominante y las restantes S-1 especies apenas presentes, el grado de incertidumbre será más bajo que si S especies fueran igualmente abundantes.

7.4. Microinvertebrados

(Vicente et al., 2005), los microinvertebrados agrupan a los invertebrados de menor tamaño (en general de inferior a 1 mm) y forman parte de éstos protozoos, nematodos, rotíferos, cladóceros, ostrácodos, copépodos e hidrácaros. Son especialmente importantes en lagos y humedales.

Microalgas en contaminación

El fitoplancton (microalgas) es considerado el mayor indicativo de alerta temprana en las características ecológicas de los cuerpos de agua (esteros, estanques, charcas, riachuelos), provocados principalmente por productos químicos. Es la base de las cadenas alimenticias acuáticas y se caracteriza por responder de manera rápida y previsible ante diversos agentes contaminantes. Su sensibilidad ante las variaciones en los niveles de nutrientes podría ser catalogada como un indicador de eutrofización (enriquecimiento de nutrientes inorgánicos: nitrógeno y fósforo) en los sistemas acuáticos. Las diatomeas han sido utilizadas para diagnosticar los cambios rápidos en el ambiente debido a que responden de inmediato a los cambios químicos, físicos y biológicos que se producen en su entorno acuático (Medina, et al., 2012).

Otro de los usos de las microalgas como indicadores de contaminación es la determinación y evaluación de sustancias químicas potencialmente tóxicas; por ejemplo, han sido empleadas para diagnosticar concentraciones significativas de petróleo mediante ensayos en ecosistemas acuáticos, que han evidenciado disminuciones en el contenido de clorofila y en el número de células de las microalgas. Esto corrobora que existen muchas microalgas que podrían ser

empleadas para determinar el impacto que provocan ciertas sustancias químicas en el ambiente acuático y evaluar la toxicidad de sustancias que se incorporan al mercado y que son autorizadas por las instituciones responsables de salud y ecología (Medina et al., 2012).

7.4.1. Valor indicador del fitoplancton

(Vicente et al., 2005) La composición y abundancia del fitoplancton en lagos y embalses depende de los siguientes factores:

- ✓ Condiciones físicas e hidrológicas: luz temperatura, turbulencia/estabilidad del agua, tiempo de residencia del agua y tasa de sedimentación del plancton.
- ✓ Composición química del agua: nutrientes y materia orgánica, mineralización (compuestos de proporcionalidad constante) y pH, oligoelementos, etc...

Factores biológicos:

- ✓ Depredación por parte de filtradores planctófagos (zooplancton y peces) y relaciones entre especies (efectos alelopáticos y toxicidad inducida por algunas especies).
- ✓ Parasitismo fúngico. Infecciones por parte de hongos y cromistas heterótrofos flagelados capaces de reducir densas poblaciones fitoplanctónicas.

(Vicente et al., 2005) El fitoplancton es un indicador adecuado para la detección y seguimiento de las presiones fisicoquímicas relacionadas con:

- ✓ Contaminación térmica
- ✓ Cambios en la mineralización del agua (en la composición de los iones mayoritarios disueltos).

- ✓ Eutrofización (concentración de nitrógeno de fósforo y en ocasiones de sílice y otros cationes como hierro).
- ✓ Contaminación orgánica (soluble y particulada).

7.4.2. Colecta de microalgas:

El éxito de cualquier investigación que se emprendan sobre el plancton depende de un diseño adecuado de muestreo, el que debe hacerse conforme al tipo de información que se desea obtener. Por ejemplo, si se quiere efectuar un estudio taxonómico exhaustivo del plancton de un lago, es importante incluir en las muestras todas las especies allí presentes, tanto las abundantes como las escasas. Para ello es preciso seleccionar los accesorios de colecta que permitan la captura de las variedades más pequeñas. Asimismo deben elegirse el tiempo y el espacio que garanticen la inclusión de todas las especies. El tiempo debe abarcar las distintas estaciones del año a fin de coleccionar los taxones de presencia estacional. El espacio debe incluir el perfil vertical desde el fondo con miras a coleccionar las especies migratorias o las que viven a mayor profundidad. Además, deben tomarse muestras en diferentes lugares de la masa de agua, en especial cuando se estudian lagos de gran tamaño o de morfometría compleja (González, 1988).

El muestreo de fitoplancton más sencillo consiste en recoger agua superficial o unos 20-30 cm por debajo de la superficie con un una botella transparente o color topacio (eso permite controlar el estado de conservación y la presencia de agregados). No llenar la botella totalmente sino hasta un 90% para permitir la homogeneización posterior de la muestra desde un muelle o embarcadero. En zonas de aguas poco profundas y bien mezcladas, este método, tan primitivo en apariencia, puede ser suficiente para la detección precoz de especies problema (Sar et al., 2002).

7.4.3. Frecuencias y época de muestreo

La frecuencia intraanual y la época del año en la que se tomarán las muestras dependerá de las características de la masa de agua:

- ✓ **Lagos de profundidad máxima > 3 m y permanentes y embalses de cualquier profundidad.** Se realizarán dos muestreos al año a lo largo del periodo de posible estratificación estival, el primero aproximadamente en la primera mitad del periodo estival (verano), en torno al mes de julio; y el segundo en la segunda mitad del periodo estival, en el mes de septiembre (Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente, 2013).
- ✓ **Lagos y humedales someros de profundidad máxima ≤ 3 m y permanentes.-** Se realizarán dos muestreos al año, el primero aproximadamente a mitad de primavera, y el segundo en torno a la mitad del periodo estival (Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente, 2013).
- ✓ **Lagos y humedales temporales .-** Se realizarán dos muestreos durante el hidroperiodo, el primero, al menos, un mes después del comienzo del llenado y se retrasará hasta finales del invierno, siempre que sea posible, mientras que el segundo se realizará en torno a la mitad de primavera, antes de que se inicie el periodo de desecación estival. (Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente, 2013)

7.4.4. Preservación y etiquetado de la muestra de microinvertebrados:

Técnicas de conservación:

(Vicente et al., 2005) Las muestras de fitoplancton se deben someter lo antes posible a uno de los siguientes métodos:

- a) **Muestra en vivo:** Mantener las muestras vivas a oscuras y en nevera, entre 4 y 10°C. Proceder a enfriarlas paulatinamente para evitar daños en las células. El tiempo máximo de conservación es de 12 horas.
- b) **Muestras con conservantes:** Los conservantes más utilizados son la solución de Lugol (a razón de 0,5 ml por 100ml de muestra) y formaldehído (2-4%). Todas las muestras fijadas se conservan protegidas de la luz y en un lugar fresco (<15°C).

Etiquetado para las muestras de microinvertebrados:

El etiquetado correcto de la colecta y muestras de plancton embotellado es esencial. Todo tipo de información sobre el plancton recolectado debe ser escrita en las etiquetas para que, las muestras de plancton, se puedan identificar con precisión. La etiqueta debe contener suficiente información sobre la muestra recogida con el fin de asegurar la correcta identificación de la muestra. La etiqueta debe estar escrita con un marcador de color claro o lápiz de cera (Verlecar & Desai, 2004).

Identificación

La identificación de los taxones se realizara mediante el apoyo de claves y guías y de un microscopio óptico. Los componentes de esta comunidad se deben realizar, siempre que sea posible, a nivel de especie aunque hay análisis que pueden realizarse a nivel de género (Samanez, et al., 2014).

7.5. Parámetros fisicoquímicos y microbiológicos

Los análisis con parámetros fisicoquímicos ayudan a conocer con exactitud la calidad del agua que presenta el área a estudiar. Neumann et al, citado por Levia (2004) afirman que las principales desventajas de determinar la calidad del agua mediante el uso de métodos

fisicoquímicos y microbiológicos radica en parte en el costo elevado, al mismo tiempo que la información proporcionada por estos análisis es puntual y transitoria.

7.5.1. Parámetros Físicos

Temperatura

Huertas (2014, p. 13) cita a Sierra (2001) al definir que “La temperatura es el parámetro físico más importante del agua por el hecho de que los organismos requieren determinadas condiciones para sobrevivir. Este indicador influye en el comportamiento de otros indicadores de la calidad del recurso hídrico, como el potencial de Hidrogeno, déficit de oxígeno, la conductividad eléctrica y otras variables fisico-químicas.

Turbidez

Huertas (2014, p. 13) cita a Sierra (2001) al definir que “La turbidez se define como la mezcla que oscurece o disminuye la claridad natural o transparencia del agua. Es producida por materias en suspensión, como arcilla, cieno o materias orgánicas e inorgánicas finamente divididas, tales partículas varían en tamaño desde 0,1 a 1.000 nanómetros (nm) de diámetro.

Sólidos Totales

Son los materiales suspendidos o disueltos en aguas limpias y aguas residuales. Los sólidos afectan negativamente la calidad del agua. Los sólidos totales es la expresión que se aplica a los residuos de material que queda en recipiente después de evaporización de la muestra a 105°C (Maza, 2013).

7.5.2. Parámetros Químicos

pH

Según Prieto (2004) la determinación del pH en el agua es una medida de la tendencia de su acidez o su alcalinidad. Un pH menor de 7 indica una tendencia hacia la acidez, mientras que un pH mayor de 7 muestra una tendencia hacia la alcalinidad. La mayoría de las aguas naturales tienen un pH entre 4 y 9, aunque muchas de ellas tienen un pH ligeramente básico debido a la presencia de carbonatos y bicarbonatos. Un pH ácido o muy alcalino puede indicar contaminación industrial (ABS, 1994).

Conductividad Eléctrica

Es la capacidad de una solución acuosa de conducir una corriente eléctrica. Esta capacidad depende de la presencia de iones, su concentración total, movilidad, valencia y temperatura de las medidas. Las soluciones de los compuestos orgánicos por lo general son buenos conductores y las moléculas de compuestos orgánicos que no se disocian en soluciones acuosas poco o nada contribuyen con flujo de corriente (Chapman, 1996).

Oxígeno Disuelto

El oxígeno disuelto es la cantidad de oxígeno en el agua el cual es esencial para los riachuelos y lagos saludables; puede ser un indicador de cuán contaminada está el agua y cuán bien puede dar soporte esta agua a la vida vegetal y animal. Generalmente, un nivel alto de oxígeno disuelto indica agua de mejor calidad. Si los niveles de oxígeno disuelto son demasiado bajos, algunos peces y otros organismos no pueden sobrevivir. Este indicador depende de la temperatura, puesto que el agua más fría puede guardar más oxígeno en ella, que al agua caliente. Los niveles típicamente pueden variar de 0-18 partes por millón (ppm) aunque la mayoría e ríos y riachuelos requieren un mínimo de 5-6 ppm para soportar una diversidad de vida acuática (Lenntech, 2007).

Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO)

La demanda Bioquímica de Oxígeno es una medida del oxígeno que usan los microorganismos para descomponer el agua. Si hay una gran cantidad de desechos orgánicos en el agua, también habrá muchas bacterias presentes trabajando para descomponer este desecho, elevando la DBO. Conforme el desecho, es consumido o dispersado en el agua, los niveles de la DBO empiezan a bajar. Generalmente, cuando los niveles de la DBO son altos, hay una reducción de los niveles de OD. Esto sucede debido a que la demanda de oxígeno por parte de las bacterias es alta y ellas están tomando el oxígeno del OD en el agua. Si no hay materia orgánica en el agua, no habrá muchas bacterias presentes para descomponerla y por ende, la DBO tendrá a ser menor y el nivel de OD tendrá a ser más alto (SIT, 2006). La DBO, en su medida individual puede indicar la calidad de agua en un cuerpo de agua.

Demanda Química de Oxígeno

La demanda química de oxígeno es un parámetro que puede ser relacionado con la demanda biológica de oxígeno, teniendo con esto la capacidad de controlar y monitorear los vertientes. Esta medida es un parámetro empleado para medir el grado de contaminación de una muestra, expresándose en miligramos de oxígeno por litro de solución (mgO_2/l); teniendo que cuanto mayor sea el valor obtenido más contaminante será la muestra (Laboratorios INTEMAN S.A., 2010).

Nitratos

Los nitratos son iones que existen de manera natural y que forman parte del ciclo del nitrógeno (Lenntech, 2007). En un medio acuático natural se espera encontrar la mayoría del nitrógeno como nitratos, en lugar de la forma oxidada. La presencia de nitritos de amonio, es un indicio de reciente contaminación orgánica o de que existen procesos reductivos predominantes (Roldán, 2003). Las fuentes principales de nitrógeno en el agua son la contaminación orgánica y agricultura. Cuando existe un exceso de nitrógeno, se desarrolla un proceso de eutrofización provocando un alto crecimiento de algas y plantas acuáticas. Debido

a todo esto, el ecosistema es el que sufre las consecuencias ya que se reduce la diversidad de especies al tener una menor fuente de oxígeno.

Fosfatos

(Castro, 1987) Las especies químicas de fósforo más comunes en el agua son los ortofosfatos, los fosfatos condensados y los fosfatos orgánicos. Estos fosfatos pueden estar solubles como partículas de detritus o en los cuerpos de los organismos acuáticos. Es común encontrar fosfatos en el agua. Son nutrientes de la vida acuática y limitaciones del crecimiento de las plantas. Sin embargo, su presencia asociada con la eutrofización, con problemas de crecimiento de algas indeseables en embalses y lagos, con acumulación de sedimentos, etc...

7.5.3. Parámetros Microbiológicos

Coliformes Fecales

Las coliformes, son el principal indicador de la adecuación para uso doméstico, industrial o de otro tipo. La experiencia ha demostrado que la densidad del grupo de los coliformes es un indicador del grado de contaminación y por tanto, de la calidad sanitaria (APHA-AWWA-WPCF, 2000)

Las coliformes fecales también denominados coliformes termotolerantes, llamados así porque soportan temperatura hasta 45°C, comprenden un grupo muy reducido de microorganismos los cuales son indicadores de calidad, ya que son de origen fecal. En su mayoría están representados por el microorganismo *Escherichia coli* se puede encontrar, entre otros menos frecuentes *Citrobacter freundii* y *Klebsiella pneumoniae* estos últimos hacen parte de los coliformes termotolerantes, pero su origen se asocia normalmente con la vegetación y solo ocasionalmente parecen en el intestino (Hayes, 1993).

8. HIPÓTESIS:

Hipótesis alternativa (Hi)

La presencia de organismos macro y micro invertebrados son indicadores biológicos que determinan la calidad del agua de la laguna de Chaloacocha del Parque Nacional Llanganates.

Hipótesis nula (H0)

La presencia de organismos macro y micro invertebrados no son indicadores biológicos que determinan la calidad del agua de la laguna de Chaloacocha del Parque Nacional Llanganates.

9. METODOLOGÍAS:

9.1. Descripción del área de estudio

(MAE, 2013) El Parque Nacional Llanganates se encuentra en la jurisdicción territorial de las provincias de Tungurahua, Napo, Pastaza y Cotopaxi. Con un perímetro de 347,96 km y una superficie de 219.931,81 ha. El área Protegida mencionada se encuentra aproximadamente en un 90% en las provincias de Tungurahua y Napo lo restante en las provincias e Pastaza y Cotopaxi, localizándose entre los ríos de Chalupas y Verdeyacu al norte; Yanayacu y Patate al occidente; Pastaza al sur; y Anza y Jatunyacu al este. (Ver Anexo 2)

(Comité RAMSAR 2008) La Laguna de Chaloacocha se ubica en el alto páramo de la Cordillera Central, al noroccidente del Parque Nacional Llanganates, el ingreso a esta laguna se la hace desde la ciudad de Salcedo localizándose en el kilómetro 41 de la carretera Salcedo-Tena que atraviesa la comunidades de Cumbijín, Galpón y Sacha. Este humedal altoandino se encuentra rodeado por otras lagunas como son: la laguna de Antejos, Illos y la

Cocha de Mulatos que están interconectadas entre si y siendo sus fuentes de alimentación las escorrentías procedentes de las ciénegas, turbas y pantanos de los cerros que las rodean en el lado occidental y algunas pocas elevaciones al interior de la planicie. (Ver Anexo 3)

Las actividades que se realizan en la laguna son las siguientes: Desde esta laguna sale un canal de agua, el cual atraviesa parte de los páramos y pantanos del noroccidente de los Llanganates hasta llegar a la Central Hidroeléctrica de Illuchi para la generación de energía eléctrica para la ciudad de Latacunga. Esta obra fue desarrollada por la Empresa Eléctrica de Cotopaxi ELEPCO S.A. El lugar es permanentemente vigilado por trabajadores de la empresa para garantizar el buen estado de las obras. También en esta zona se realiza turismo contemplativo y pesca deportiva. Esta zona forma parte también de las tierras comunitarias entregadas a las poblaciones de Sacha y Cumbijín donde se practica pastoreo extensivo de ganado vacuno (Comité RAMSAR 2008).

9.2. Características Generales

9.2.1. Aspectos Físicos

Clima

(MAE, 2013) Las condiciones climáticas varían de acuerdo a la altitud, orientación y otros factores locales; el área del Parque está influenciada por tres unidades bioclimáticas. (Ver Anexo 5)

Tabla 3: Tipos de climas en el PNLI

Clasificación	Rango altitudinal (msnm)	Precipitación (mm)	Temperatura (°C)
Clima ecuatorial mesotérmico semihúmedo a húmedo	3000 y 3200	500 y 2000	12 y 20
Clima ecuatorial frío de alta montaña	3000 y 3200	800 y 2000	< 12
Clima tropical megatérmico muy húmedo	1000 y 2000	> 2000	> 22

Fuente: Ministerio del Ambiente, 2012

El piso climático que pertenece al área de estudio es el “frío de alta montaña” que comprende la faja de los páramos que cubren los dorsos de las Cordilleras Occidentales y Orientales y gran parte de los nudos (MAE, 2013)

Temperatura

Jácome y Ugsha, 2015 citan a MAE (2013) al establecer la temperatura media del Parque Nacional Llanganates es de 10.6° C considerando la altitud de las estaciones y el descenso topográfico definitivo hacia el oriente, se establece que la temperatura media del sector occidental del parque (páramos y lagunas) debe estar alrededor de los 7,8°C aunque fácilmente llega a menos 0°C durante la noche.

Humedad Relativa

Según los datos generados en el 2014 por la estación de Pisayambo (laguna), se establece que la humedad media de la zona noroccidental oscila alrededor de los 86,89% con una máxima de 90,50% y una mínima de 82,10% cuyos valores máximos se registran en los meses de abril, junio, julio y agosto en la época de invierno. (Ver Anexo 6)

Precipitación

Jácome y Ugsha, 2015 citan a MAE (2013) al establecer la precipitación media sobre la zona es de aproximadamente unos 2500 mm, los valores mínimos se registran en la estación de Salayambo (Laguna) 1190mm/año y los máximos corresponde a 4770 mm/año.

Los valores mínimos se registran en los meses de diciembre, enero y febrero, en tanto que en los meses de marzo, mayo, junio, julio y agosto se tienen las máximas precipitaciones. Este comportamiento de la pluviosidad es típico del Oriente Ecuatoriano, lo cual posiblemente se debe a que las lluvias de la zona del parque son producidas por condensación de las masas húmedas que ascienden de la Amazonía. (Ver Anexo 7)

Viento

Durante el año 2014, según registros generados por la estación de Pisayambo (laguna), registra sobre la zona una media de la fuerza de los vientos aproximadamente de 3,72m/s, pero para los distintos meses es variable registrándose la mínima fuerza del viento en el mes de febrero de 4,20 m/s y la máxima fuerza de viento, para el mes de julio de 6,77 m/s con una predominancia en dirección Sur Este (SE) (RHIT, 2014).

Topografía

(MAE, 2017) Su topografía sumamente irregular, con pendientes fuertes casi verticales, donde afloran inmensas paredes rocosas, son elementos propios de los altos Llanganates sus lagunas, los bosques de estribaciones y los ríos que nacen y avanzan hacia el oriente para formar el Pastaza y el Napo, tributarios del Amazonas.

9.2.2. Medio Biótico

Flora

Jácome y Ugsha, 2015 citan a (MAE, 2011). Al decir que la diversidad de flora presente en el área es muy rica esto se debe generalmente a las condiciones ambientales que presenta este sector, es decir, que mientras más húmeda es la zona más rica es la flora y que los posiblemente los bosques pluviales probablemente contiene una flora diversa y distintiva con especies endémicas del Ecuador.

(MAE, 2013) En este sector se puede apreciar una gran diversidad de flora como el romerillo de páramo, chuquiragua, achupalla, mortifio, orejas de conejo, cacho de venado, amor sacha, achicoria amarilla, y demás arbustos que le dan vida a este lugar. Las familias que predominan en este sector es la Asteraceae, Poaceae que incluye Stipaichu (paja de páramo), Rosaceae, Orchidaceas y Pteridophytas (helechos).

Fauna

(MAE, 2013) Considerando la variedad de zonas de vida del Parque Nacional Llanganates existe una gran diversidad faunística. Entre los animales de amplia distribución en el área de estudio y comunes de observar, se cita al *Silvilagus brasiliensis* (conejo de monte), *Cuniculus tacsanowski* (cuy de monte o gigante) y *Mustela frenata* (chucuri), pero los difíciles de observar son los *Tremarctos ornatus* (osos de anteojos), *Odocoileus virginianus* (venado); de menos dificultad es *Ifazama* (servicabra) y *Ducisyon culpaeus* (lobo de páramo).

Mamíferos

Son pocos los estudios realizados sobre los mamíferos que habitan en los páramos, en los bosques alto andinos y en los bosques nublados del Parque Nacional Llanganates, pero los

que podemos citar son el lobo de páramo, el oso de anteojos, el venado de cola blanca y el conejo de silvestre. En la vía Salcedo-Tena, sector del páramo se observa grupos de “ganado Bovino” de propiedad de las comunidades indígenas, los mismos que sirven como refugio a los venados en situaciones de peligro por cacería, relacionada interesante de protección natural (Jácome & Ugsha, 2015).

Aves

(MAE, 2013) La presencia de diversas especies de aves como zumbador, mirlo, pato de lagunas, quilico, curiquingue, gavián, colibríes con diversidad de colores y en la laguna moran parejas de gaviotas de altura; en ocasiones se puede apreciar el vuelo del cóndor, toda esta diversidad de aves hacen del Parque Nacional Llanganates de alto valor para la conservación de la avifauna.

Peces

(MAE, 2013) Actualmente, no existen investigaciones y datos de los peces del parque, sin embargo se considera lo mencionado en el Plan de Manejo del PNLl 1998: *Astroblepus* sp. (Preñadilla), pez típico de altura era común en los diversos sitios de la Sierra Ecuatoriana y la introducción de *Salmo* sp. (Trucha), desde hace cinco décadas a los diversos ríos y lagunas prácticamente ha desplazado a la preñadilla.

Anfibios y reptiles

(MAE, 2013) En el PNLl se registran un total de 21 especies de anuros, 1 caudado (*Bolitoglossa palmata*) y un reptil (*Dactyloa* sp.) (Ortiz Morales, 2000).

Invertebrados

(MAE, 2011) En base a lo observado se puede concluir en términos generales que la zona es rica en diferentes clases de animales invertebrados se pudo encontrar algunas especies de arácnidos, ortópteros, lepidópteros, mariposas, entre otros.

9.3. Metodología

9.3.1. Recolección de Campo

Para el desarrollo de la investigación y el cumplimiento de los objetivos planteados se realizará visitas in-situ con el fin de establecer los puntos de muestreo en las orillas de la laguna, los mismos que serán definidos de acorde con la accesibilidad, las características del lugar, el tipo de vegetación que posee el sitio de estudio.

9.3.2. Recolección macroinvertebrados

La toma de muestras tuvo como finalidad cubrir la mayor parte de la laguna para lo cual se realizó la recolección en cuatro puntos referenciados:

Tabla 4: Punto de Muestreo para Macro y microinvertebrados

PUNTOS	COORDENADAS		ALTURA
	X	Y	
1	790830	9891482	3927msnm
2	790878	9891197	3913 msnm
3	790708	9891446	3929 msnm
4	790582	9891637	3932 msnm

Elaborado por: las investigadoras, 2017

Es importante recalcar que las muestras fueron colectadas en 3 meses (Septiembre, Octubre y Noviembre) indicando mediante una tabla estadística que macroinvertebrado predomina en cada uno de los puntos de muestreo.

La recolección de macroinvertebrados se realizó mediante el empleo del método para aguas de poca corriente o aguas lénticas para ello se utilizó la red D-net, siendo colocada en el fondo de la laguna y en forma de barrido permitió obtener muestras en diversidad y abundancia, este método fue utilizado en todos los puntos de muestreo.

Cada muestra colectada fue colocada en frascos de plástico y preservadas en alcohol al 70% y previamente etiquetadas con el punto de muestreo y la hora que fue recogida para evitar confusiones al momento de su identificación. Posteriormente las muestras fueron transportadas al laboratorio de la Universidad Técnica de Cotopaxi.

9.3.3. Recolección de microinvertebrados:

Para la recolección de microinvertebrados se procedió a recoger en los mismos puntos de muestreo que fueron recolectados los macroinvertebrados a unos 20 o 30 cm aproximadamente por debajo de la superficie de la laguna mediante la utilización de una botella de vidrio de color ámbar, para proteger a la muestra de la luz. Después la muestra fue rápidamente etiquetada y preservada a una temperatura de entre 4 y 10 °C para ser llevada al laboratorio para su respectiva identificación en el microscopio y con la ayuda de guías de identificación de microinvertebrados.

9.3.4. Recolección de muestras para el Análisis Físico-Químico y Microbiológico:

Para la toma de muestras Físico-Químico y Microbiológicos se realizaron en el mes de Enero para ello se procedió a recoger la muestra en la salida de laguna en las siguientes coordenadas:

Tabla 5: Puntos de Muestreo para Análisis Físicoquímico y Microbiológico

PUNTOS	COORDENADAS		ALTURA
	X	Y	
1	790959	9891663	3925

Elaborado por: las investigadoras 2017

Para la recolección de la muestra se utilizó el protocolo de la norma INEN 2169:1998. En donde especifica lo siguiente:

1. Los recipiente para recoger las muestras deben ser de plástico o de vidrio pero antes de coleccionar la muestra se debe hacer un triple lavado con el fin de minimizar la contaminación de la muestra.
2. Las muestras que se van a utilizar para la determinación de parámetros físicos y químicos los frascos serán llenados completamente y tapados de tal forma que no exista aire sobre la muestra. Esto limita la interacción de la fase gaseosa y la agitación durante el transporte (así se evita la modificación del contenido de dióxido de carbono y la variación en el valor del pH, etc.).
3. Las muestras que se van a utilizar en el análisis microbiológico, los recipientes, no deben llenarse completamente de modo que se deje un espacio de aire después de colocar la tapa.

4. Se deberá conservar la muestra a temperaturas entre 2°C y 5°C y almacenarla en un lugar oscuro para conservar la muestra durante su traslado al laboratorio y por un corto período de tiempo antes del análisis.
5. Las muestras deben ser transportadas en recipientes herméticamente sellados esto permitirá su protección de manera que no se deterioren o se pierda cualquier parte de ellos durante el transporte.
6. Los parámetros a analizarse son solos siguientes: Temperatura, pH, Turbidez, Conductividad, DBO₅, DQO, Oxígeno Disuelto, Sólidos Disueltos, Nitratos, Fosfatos y Coliformes Fecales.

9.3.5. Identificación de Laboratorio

Identificación de Macroinvertebrados

En el laboratorio las muestras fueron previamente identificadas con la ayuda de guías o manuales de identificación de los taxones. Para realizar esta actividad se procedió a realizar lo siguiente:

1. Las muestras de macroinvertebrados estuvieron colocadas en las cajas Petri y mediante la utilización de una lupa, de una aguja de inmersión se procedió a la clasificación e identificación de macroinvertebrados.
2. Para la identificación de macroinvertebrados se utilizaron: un estereoscopio, guías o manuales de taxonomía comparando así con los ejemplares y detallando a que familia pertenecen cada uno de los especímenes capturados.
3. Cada una de las guías permitieron especificar las características morfológicas y el hábitat en el que habitan de cada uno de los especímenes capturados.

Todos estos pasos ayudaron a que el reconocimiento y la cuantificación sea más rápido y sencillo.

Identificación de Laboratorio

Para la identificación de los microinvertebrados se procedió a usar una gota de agua y mediante la ayuda de un gotero, un porta y cubre objetos se preparó la muestra. Luego se colocó en un microscopio binocular en donde se pudo observar cada uno de los especímenes existentes en dicha muestra, mediante la ayuda de guías de identificación taxonómica se realizó la comparación y se detalló a que familia pertenece cada espécimen encontrado. Este procedimiento se realizó en cada uno de los puntos recolectados.

9.3.6. Determinación del índice de Calidad

Con los datos obtenidos se realizó inventarios de las familias presentes en cada punto de muestreo. Estos resultados fueron comparados con los índices biológicos EPT y BMWP.

Análisis Ephemeroptera, Plecoptera, Trichoptera (EPT)

Este método hace referencia a tres familias de macroinvertebrados Ephemeroptera, Plecoptera y Trichoptera (EPT) que son indicadores de la buena calidad del agua por su alta sensibilidad a la contaminación. Para calcular este método se emplearon dos hojas de campo:

1. La Hoja de Campo 1 para el análisis EPT:

- ✓ Una vez que haya identificado los grupos presentes en cada área, anote en la columna de **Abundancia de individuos** de la Hoja de Campo 1 la cantidad de macroinvertebrados frente al grupo que corresponda. Si algún grupo no corresponde a ninguno de los grupos que constan en la lista, anote el número de individuos en la fila de **Otros grupos**.

- ✓ Sume todos los números de la columna de Abundancia de Individuos y anote el resultado en el cuadro de Total.

Copie los mismos números que están en la fila de color gris de la columna de Abundancia de Individuos en la columna de EPT Presentes, siguiendo la flecha. Las filas que tiene color gris en la Hoja de Campo 1 representan los grupos de Ephemeroptera, Plecoptera, Trichoptera (EPT):

- ✓ Sume los números de la columna EPT Presentes y anote el resultado en el cuadro de Total.
- ✓ Divida el total de EPT Presentes para el total de Abundancia de Individuos.
- ✓ Multiplique el calor por cien para sacar el porcentaje.
- ✓ Compare este valor con el cuadro de calificaciones. (Ver Anexos 9)

2. Análisis de Sensibilidad

(Carrera & Fierro, 2001) Este análisis toma en cuenta el grado de sensibilidad que tiene las diferentes familias de macroinvertebrados a los contaminantes. Por esta razón debe determinar la Presencia de los diferentes grupos de macroinvertebrados y no el número de individuos (Abundancia). Para este análisis se utiliza la Hoja de Campo 2. Esta hoja ya contiene los números de sensibilidad de cada familia. Se debe llenar una hoja por cada área de muestreo.

- ✓ Ubique las familias en cada área de muestreo en el listado que consta en la Hoja de Campo 2, copie los números de Sensibilidad que tiene cada familia y anótelos en la columna de Presencia.
- ✓ Sume toda la columna de Presencia y anote el resultado en el cuadro de Total.
- ✓ Compare el total de presencia con el cuadro de Índice de Sensibilidad. (Ver Anexo 10)

Método Biological Monitoring Working Party (BMWP)

Esta metodología ordena a las familias en las puntuaciones de 1 a 10 según el índice de tolerancia a la contaminación, podemos encontrar en la puntuación 10 un índice de mayor tolerancia, y en el número 1 un índice de menor tolerancia. Para realizar este método se emplearon dos tablas:

1. Tabla de la Puntuación de las diferentes familias de macroinvertebrados bentónicos acuáticos para el índice BMWP la misma que ayudó en la investigación una vez terminada la identificación de los macroinvertebrados recolectados a darle la respectiva puntuación a cada familia según el índice de tolerancia a la contaminación. Realizado este paso se procedió a sumar cada valor obtenido este resultado permitió obtener el valor BMWP. (Ver Anexo 11)
2. Tabla de Clases de calidad de agua, valores BMWP y colores para representaciones cartográficas permitió con el valor obtenido en la primera tabla el tipo de agua y el color con el que se la representa (Véase Anexo 11).

Índice de Shannon-Weaver

El índice de Shannon-Weaver fue calculado para cada uno de los puntos muestreados. (Brower et al, 1998). Este índice relaciona el número de especies con la proporción de individuos pertenecientes a cada una de ellas presentes en la muestra. Además mide la uniformidad de la distribución de los individuos entre las especies. Su fórmula es:

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

Dónde:

s= número de especies (riqueza de especies)

p_i = proporción de individuos de las especies i respecto al total de individuos (es decir la abundancia relativa de la especie i), n_i/N

n_i = número de individuos de las especies i

N = número de todos los individuos de todas las especies

Tabla 6: Clasificación de la calidad del agua de acuerdo a los valores del índice de Shannon-Weaver (H')

Esquema de Wilhm y Doris 1968		Esquema de Staud et al. 1970	
H'	Calidad de agua	H'	Calidad de agua
> 3	Agua limpia	3.0-4.5	Contaminación débil
1-3	Contaminación moderada	2.0-3.0	Contaminación ligera
< 1	Contaminación severa	1.0-2.0	Contaminación moderada
		0.0-1.0	Contaminación severa

Fuente: Segnini, 2003

10. ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE LOS RESULTADOS

10.1. Diversidad y abundancia

Los macroinvertebrados fueron muestreados en los meses de Septiembre, Octubre y Noviembre en 4 Puntos de muestreo en la orilla de la laguna de Chaloacocha. Las muestras se recolectaron mediante una red D-net y sumergiéndola al fondo de la laguna, se consideraron dos muestras por punto, las cuales fueron agrupadas posteriormente para el análisis de datos.

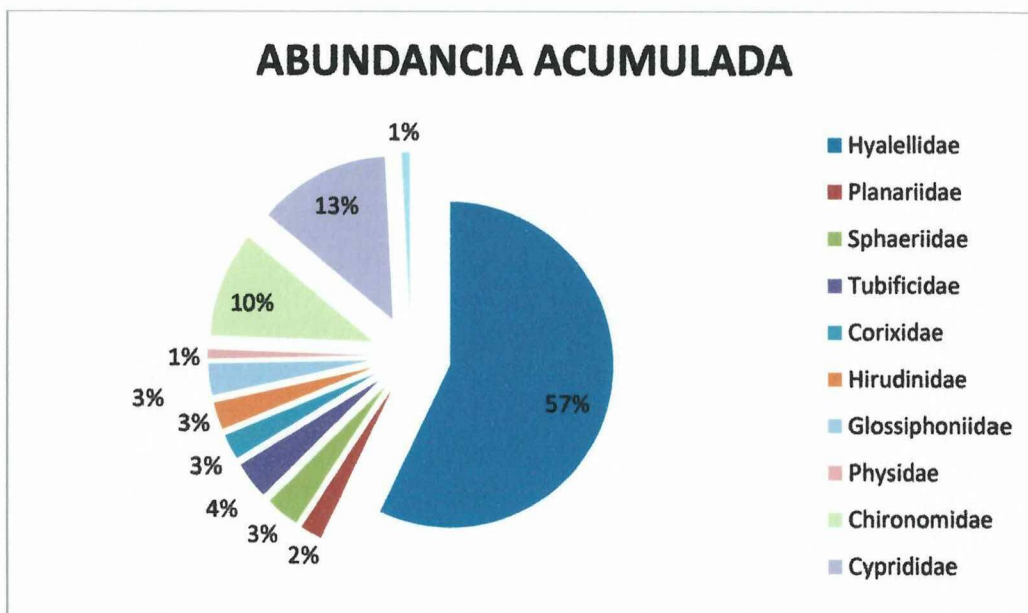
Se recolecto un total de 1539 macroinvertebrados acuáticos, distribuidos en 11 órdenes, 11 familias y 11 géneros (Tabla 7). Las familia más numerosas encontrada en los 3 meses de monitoreo pertenece a la Familia Hyalellidae (57%), seguida por la familia Cyprididae (13%), y la Chironomidae (10%), estas individuos crecen en ecosistemas con moderada carga contaminante siendo tolerables a los mismos.

Tabla 7. Abundancia de macroinvertebrados

ORDEN	FAMILIA	GENERO Y ESPECIE	ABUNDANCIA
Amphipoda	Hyaellidae	<i>Hyaella azteca</i>	879
Tricladida	Planariidae	<i>Polycelis felina</i>	33
Veneroida	Sphaeriidae	<i>Pisidium chilense</i>	52
Haplotaxida	Tubificidae	<i>Tubifex sp.</i>	56
Hemiptera	Corixidae	<i>Sigara selecta</i>	39
Arhynchobdellida	Hirudinidae	<i>Hirudo medicinalis</i>	42
Glossiphoniiformes	Glossiphoniidae	<i>Helobdella robusta</i>	48
Basommatophora	Physidae	<i>Physa acuta</i>	14
Diptera	Chironomidae	<i>Chironomus sp</i>	161
Podocopida	Cyprididae	<i>Strandesia bicuspis</i>	203
Odonta	Libellulidae	<i>Sympetrum sp.</i>	12
TOTAL DE INDIVIDUOS			1539

Elaborado por: las investigadoras, 2017

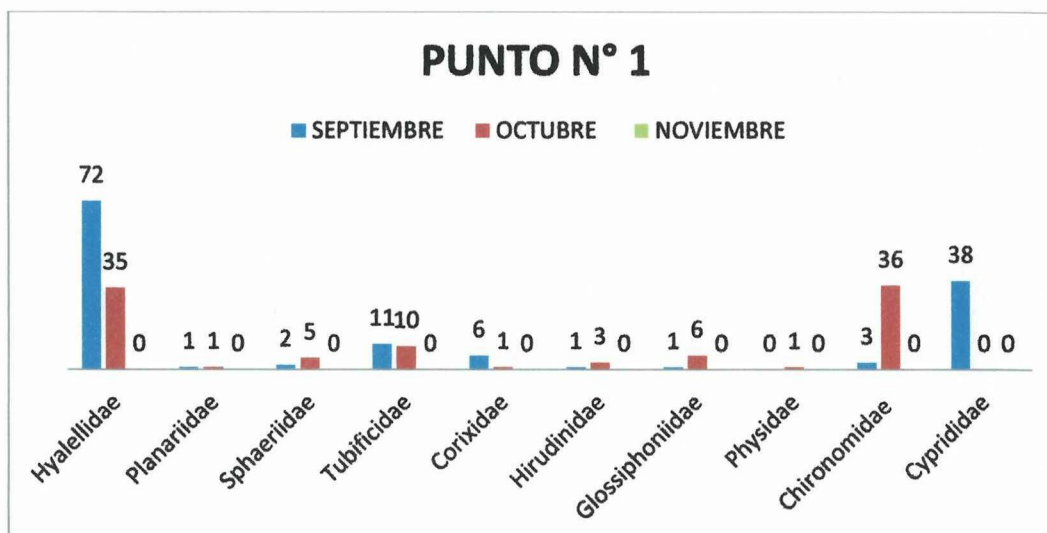
Gráfico 1. Individuos de Macroinvertebrados



Elaborado por: las investigadoras 2017

10.1.1. Abundancia por meses de recolección

Gráfico 2. Abundancia del punto 1



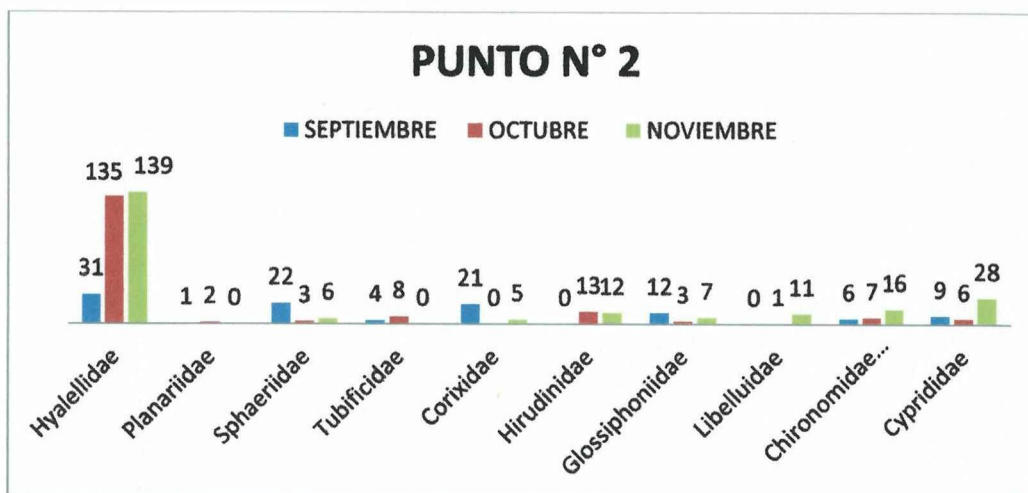
Elaborado por: las investigadoras, 2017

Análisis: En el gráfico 2 muestra la abundancia de macroinvertebrados acuáticos recolectados en el punto 1 con un total de 81 individuos en el mes de Septiembre, 342 individuos en el mes de Octubre y en el mes de Noviembre no se registran datos por la presencia de factores externos y factores climáticos. Están representados en 10 órdenes y 10 familias señalando que la familia Hyalellidae fue la más representativa en los tres meses de muestreo. (Ver Anexo 12)

Interpretación: En Octubre se recolectaron mayor cantidad de individuos de macroinvertebrados, por ser un mes de baja precipitación existieron altas temperaturas y radiación solar, y con ello un incremento en la cantidad de algas perifíticas. Esta mayor producción primaria también podría verse favorecida por la presencia de gran cantidad de Materia Orgánica. De esta forma las algas perifíticas representarían una oferta alimenticia más elevada para la familia Hyalellidae, además prefieren aguas con elevada mineralización viéndose favorecida por un incremento en los nutrientes en esta época climática (Moya et al., 2009). La familia Chironomidae y Tubificidae son muy frecuentes recolectarlos en sistemas que contienen alta cantidad de Materia Orgánica (Rivera et al., 2013 & Roldán, 1988).

Autores como Baer (1971) y Sawyer (1974) afirman que las familias Glossiphoniidae, Corixidae, Hirudinidae y Planaridae por ser depredadores parecen aumentar su riqueza en meses de baja precipitación ya que existe un incremento de la disponibilidad de presas para este grupo en esos periodos.

Gráfico 3. Abundancia del punto 2



Elaborado por: las investigadoras, 2017

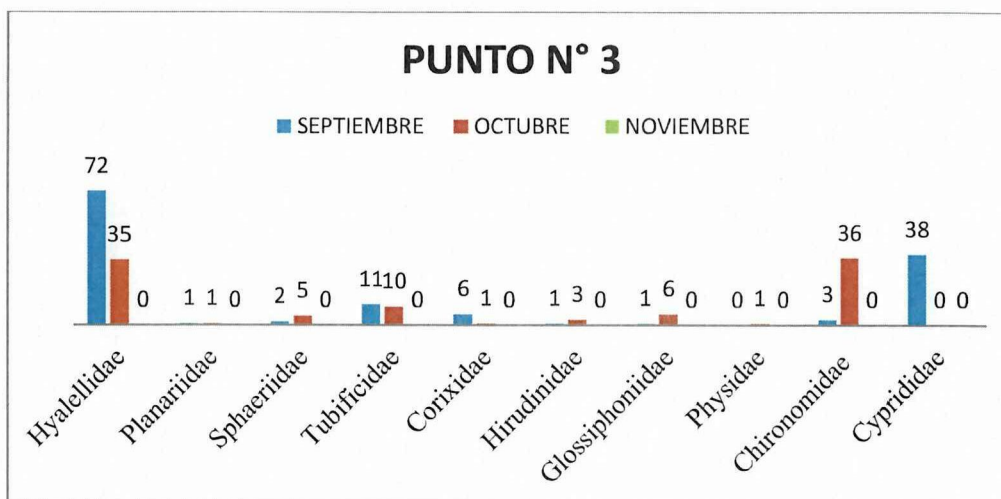
Análisis: En el gráfico 3 muestra la abundancia de macroinvertebrados acuáticos recolectados en el punto 2 con un total de 106 individuos en el mes de Septiembre, 178 individuos en el mes de Octubre y 224 individuos en el mes de Noviembre, representados en 10 órdenes y 10 familias señalando que la familia Hyalellidae fue la más representativa en los tres meses de muestreo. (Ver Anexo 13)

Interpretación: Noviembre fue el mes que se recolectó mayor número de individuos de macroinvertebrados, ya en este punto se presentó una entrada de agua por lo que existe mayor oferta alimenticia para estas familias viéndose también influenciada la época de bajas precipitaciones. La disminución de la Familia Corixidae se debe a que estos prefieren hábitats con vegetación sumergida escasa o moderadamente abundante (Roldán 1988), al contrario en este sector se observó gran cantidad de vegetación sumergida siendo esto la causa de la baja abundancia de esta familia. De igual manera se ve afectada la familia Sphaeriidae ya que esta se encuentra semienterrada en sedimentos finos y arenosos (Cortiloma, 2008).

Autores como Baer (1971) y Sawyer (1974) afirman que las familias Glossiphoniidae, Libellulidae, Hirudinidae y Planariidae por ser depredadores parecen aumentar su riqueza en

meses de baja precipitación ya que existe un incremento de la disponibilidad de presas para este grupo en esos periodos.

Gráfico 4. Abundancia del punto 3

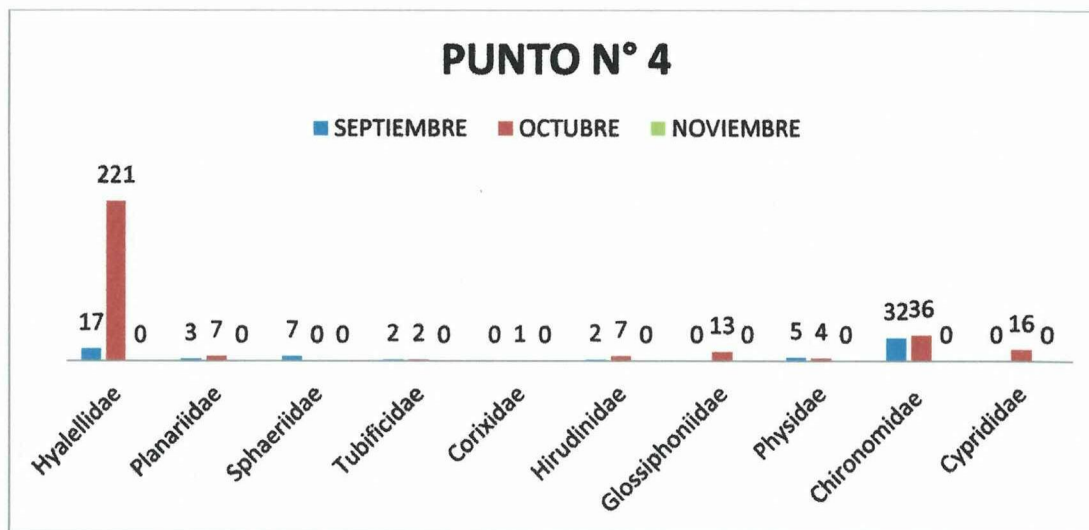


Elaborado por: las investigadoras, 2017

Análisis: En el gráfico 4 muestra la abundancia de macroinvertebrados acuáticos recolectados en el punto 3 con un total de 135 individuos en el mes de Septiembre, 98 individuos en el mes de Octubre y en el mes de Noviembre no se registran datos por la presencia de factores externos y factores climáticos. Están representados en 10 órdenes y 10 familias señalando que la familia Hyalellidae fue la más representativa en el mes de Septiembre y la familia Chironomidae en el mes de Octubre. (Ver Anexo 14)

Interpretación: Septiembre fue el mes que se recolectó mayor número de individuos de macroinvertebrados. La alta representatividad de las familias Chironomidae e Hyalellidae se debe posiblemente a que están ampliamente distribuidas en todo tipo de corrientes de agua (McCAFFERTY, 1981; MERRITT & CUMMINS, 1996). La familia Chironomidae tolera altos niveles de contaminación. La disminución de la abundancia en las familias Hyalellidae, Tubificidae, Corixidae y Cyprididae se debe este punto se vio más afectado por los factores climáticos y factores externos ya que al reducir el nivel de agua en sus orillas fue disminuyendo la oferta alimenticia (producción de algas).

Gráfico 5. Abundancia del punto 4



Elaborado por: las investigadoras, 2017

Análisis: En el gráfico 4 muestra la abundancia de macroinvertebrados acuáticos recolectados en el punto 3 con un total de 61 individuos en el mes de Septiembre, 314 individuos en el mes de Octubre y en el mes de Noviembre no se registran datos por la presencia de factores externos y factores climáticos. Están representados en 10 órdenes y 10 familias señalando que la familia Chironomidae fue la más representativa en el mes de Septiembre y la familia Hyalellidae en el mes de Octubre. (Ver Anexo 15)

Interpretación: Octubre fue el mes que se recolectó mayor número de individuos de macroinvertebrados debido a que es un mes de baja precipitación donde existieron alta temperatura y radiación solar, y con ello un incremento en la cantidad de algas perifíticas. Esta mayor producción primaria también podría verse favorecida por la presencia de gran cantidad de Materia Orgánica. De esta forma las Hyalellida, Cyprididae y Chironomidae aprovechan esta oferta alimenticia ya que son muy frecuentes recolectarlos en sistemas que contienen alta cantidad de Materia Orgánica (Rivera et al., 2013 & Roldán, 1988).

Autores como Baer (1971) y Sawyer (1974) afirman que las familias Glossiphoniidae, Corixidae, Hirudinidae y Planariidae por ser depredadores parecen aumentar su riqueza en meses de baja precipitación ya que existe un incremento de la disponibilidad de presas para este grupo en esos periodos.

La baja abundancia de la familia Pysidae podría deberse a la predominancia de *Eichhornia crassipes*, planta que no permite un elevado crecimiento del perifiton debido a la interferencia de la luz que producen sus hojas (Planas & Neiff, 1998).

10.2. Resultados del Método EPT (Ephemeroptera, Plecoptera y Trichoptera)

Los valores EPT demostraron un valor de 0% en los cuatro puntos de muestreo debido a que no se encontraron las familias Ephemeroptera, Plecoptera y Trichoptera que son las más significativas para realizar el estudio con este método. Determinando que el agua es de mala calidad.

10.3. Resultados del Método BMWP

Para el cálculo del BMWP, los taxones fueron agrupados en sus respectivas familias, asignándoles el puntaje de tolerancia sugeridos por Roldan (2003). Los resultados nos permitieron estimar en qué grado se encuentra afectada la laguna de Chaloacocha y en general, el impacto sobre este ecosistema; sin embargo, no indican cuál es la causa específica que los afecta. Tras la aplicación del índice BMWP/Col indican que el agua de esta laguna se presenta, a nivel general, como aguas muy contaminadas. Pero al calcular este índice por punto de muestreo encontramos variaciones en la calidad que van desde aguas muy contaminadas hasta aguas moderadamente contaminadas, lo que demuestra claramente que la interpretación de este índice se debe realizar con cautela para no inducir a conclusiones erradas. Como menciona Roldán, (2003) una comunidad bajo la presión de contaminación se caracteriza por poseer un bajo número de especies con un gran número de individuos por especie.

En el monitoreo se encontró con un dificultad a mediados de Octubre y todo el mes de Noviembre por ser una época de verano la empresa ELEPCO S.A abrió la compuerta de la hidroeléctrica de Illichí para que el agua de esta laguna fuera utilizada para su beneficio, esto dio como resultado la disminución del nivel del agua en este sistema hídrico e impidiendo el muestreo en 3 puntos.

Tabla 8: Resultados del BMWP

PUNTOS	BMWP		
	SEPTIEMBRE	OCTUBRE	NOVIEMBRE
PUNTO 1	37	36	seco
PUNTO 2	34	33	32
PUNTO 3	37	37	Seco
PUNTO 4	27	36	Seco
PROMEDIO		34	

Elaborado por: las investigadoras, 2017

10.4. Resultados del Índice de Shannon- Weaver

Tabla 9: Resultados del Índice de Shannon – Weaver (H')

PUNTOS	VALORES DEL ÍNDICE DE SHANNON-WEAVER	CLASIFICACIÓN DE LA CALIDAD DEL AGUA DE ACUERDO A LOS VALORES DE H'
PUNTO 1	2,0035	Contaminación moderada
PUNTO 2	2,1539	Contaminación moderada
PUNTO 3	2,3359	Contaminación moderada
PUNTO 4	1,8229	Contaminación moderada

Elaborado por: Las investigadoras, 2017

Análisis: De acuerdo con los resultados del índice de Shannon este fluctuó un rango de 2,0035 a 2,3359 en los puntos 1, 2 y 3 a diferencia en el punto 4 se determinó un H' 1,8229; estas diferencias de valores no alteran para determinar la calidad del agua de esta laguna. Los rangos determinados por Wilhm y Dorris (1968) en donde nos dice que H' superior a 3 indica que el agua está limpia, valores entre 1-3 moderadamente contaminada e inferiores a 1 corresponden a cuerpos de agua intensamente contaminados. De esta manera estableciendo que el agua en los cuatros puntos muestreados presentan una contaminación moderada. (Ver anexo 16)

10.5. Resultados de la Presencia de Microinvertebrados en la laguna de Chaloacochoa

Tabla 10: Presencia de microinvertebrados en la laguna de Chaloacochoa

Coordenadas:		1: Latitud 790830 E – Longitud 9891482 N			
		2: Latitud 790878 E – Longitud 9891197 N			
		3: Latitud 790708 E – Longitud 9891446 N			
		4: Latitud 790582 E – Longitud 9891637 N			
Altitud:		1: 3927 msnm			
		2: 3913 msnm			
		3: 3929 msnm			
		4: 3932 msnm			
Precipitación:		250 mm			
Fecha de colección:		24/ 09/2016 – 16/10/2016 – 30/10/2016			
Fecha de identificación		25/09/2016 – 03/11/2016			
Responsables:		Michelle Mayorga y Karina Paute			
FAMILIA	GENERO Y ESPECIE	PUNTO 1	PUNTO 2	PUNTO 3	PUNTO 4
Diatomeas					
Stauroneidaceae	<i>Stauroneis phoenicenteron</i>	X			X
Cymbellaceae	<i>Cymbella cistula</i>		X		
Catenulaceae	<i>Amphora pediculus</i>			X	X
Diatomaceae	<i>Fragilaria capucina</i>	X	X	X	X
Pinnulariaceae	<i>Diatomella balfouriana</i>		X		
	<i>Pinnularia viridis</i>	X			
	<i>Pinnularia confirma</i>	X	X	X	X

	<i>Caloneis silicula</i>		X		
Bacillariaceae	<i>Nitzschia supralitorea</i>	X			X
	<i>Nitzschia linearis</i>	X	X		
	<i>Hantzschia sp.</i>				
Fragilariaceae	<i>Tabellaria fenestrata</i>	X	X	X	X
	<i>Diatoma mesodon</i>			X	X
	<i>Synedra sp.</i>	X	X	X	X
Melosiraceae	<i>Melosira varians</i>				X
Gomphonemataceae	<i>Gomphonema truncatum</i>		X		
Surirellales	<i>Surirella ovalis</i>	X			X
Amphipleuraceae	<i>Frustulia vulgaris</i>	X	X	X	X
Cianobacterias: Algas verde-azules					
Oscillatoriaceae	<i>Oscillatoria tenuis</i>	X	X	X	X

Elaborado por: Las investigadoras, 2017

Análisis: Mediante la identificación realizada se encontraron dos grupos de fitoplancton en la laguna de Chaloacocha estos son Diatomeas y algas verde-azules en total se encontraron 12 familias, 17 géneros y 19 especies durante los meses de Septiembre y Octubre. Las especies que predominaron en los cuatro puntos son: *Fragilaria capucina*, *Pinnularia confirma*, *Tabellaria fenestrata*, *Synedra sp.*, *Frustulia vulgaris* y *Oscillatoria tenuis*, siendo tolerantes a la contaminación orgánica.

10.6. Resultados de los Parámetros Fisicoquímicos y Microbiológicos

Tabla 11: Análisis de los Parámetros Fisicoquímicos

PARÁMETRO	UNIDAD	RESULTADO	LÍMITE PERMISIBLE	CUMPLIMIENTO
Temperatura	°C	10	Condición Natural + o – 3 grados	CUMPLE
Potencial de Hidrogeno (pH)	Unid pH	8,0	6,5 – 8,3	CUMPLE
Turbidez	NTU	4,300	100,0	CUMPLE
Sólidos Disueltos Totales	mg/l	< 100	>2000	CUMPLE
Conductividad Eléctrica	milimhos/cm	0,0531	> 3,0	CUMPLE
Demandad Bioquímica de Oxígeno (DBO5)	mg/l	<6	<2	NO CUMPLE
Demandad Química de Oxígeno (DQO)	mg/l	<10	<4	NO CUMPLE
Oxígeno Disuelto (OD)	mg/l	7,3	No menor al 80% de Concentración de saturación y no menor a 6 mg/l	CUMPLE
Nitratos	mg/l	<1,0	50,00	CUMPLE
Fosfatos	mg/l	2,1	No aplica	

Elaborado por: las investigadoras, 2017

Análisis: De los 11 parámetros analizados, 7 cumplen con la normativa vigente establecida por el TULSMA Anexo 1 de las tablas para aguas de riego, consumo humano y recreación.

El parámetro de la Demanda Bioquímica de Oxígeno no cumple ya que sobrepasa el límite permisible que es de <2 , este exceso se debe al material orgánico presente en el agua.

Otro parámetro que no cumple con lo establecido en la normativa es la Demanda Química de Oxígeno sobrepasando el límite permisible que es de <4 , este exceso se debe a sustancias susceptibles de ser oxidadas por medios químicos.

10.7. DISCUSIÓN

Con la caracterización biológica de laguna de Chaloacocha, se identificaron 11 familias de macroinvertebrados, de los cuales 4 pertenecen a aguas medianamente contaminadas (Planariidae, Corixidae, Hyalellidae, Libellulidae,) y las 7 especies restantes pertenecen a aguas contaminadas (Sphaeriidae, Glossiponiidae, Chironominidae, Hirudinidae, Physidae, Tubifidae y Ostracoda). Con los resultados que presentó la abundancia acumulativa de los tres meses de muestreo de macroinvertebrados acuáticos se obtuvo un mayor número de individuos a las familias Hyalellidae con un 57% por presentar un amplio rango de distribución en los puntos muestreados siguiéndoles Cyprididae con un 13% y Chironomidae con 10%; a diferencia se presentó menor proporción de individuos fueron las familias Physidae y Libellulidae con 1%. Mediante el empleo de metodologías biológicas: el índice BMWP determinó mensualmente variaciones de aguas moderadamente y muy contaminadas, al contrario el Índice de Shannon este fluctuó un rango de 2,0035 a 1,8229 estableciendo una contaminación moderada.

En general las características fisicoquímicas y microbiológicas de la laguna, pueden estar influenciadas por los cambios climáticos que comprometen la sobrevivencia de la comunidad de macroinvertebrados. De entre todas las variables analizadas, (Vivas et al, 2002) las de mayor importancia que se presentan sobre los macroinvertebrados son: pH, Conductividad Eléctrica, Oxígeno Disuelto y Temperatura las mismas que presentaron valores "ACEPTABLES" conjuntamente con los valores de la Turbidez, Sólidos Disueltos Totales,

Nitritos y Coliformes fecales de acuerdo a los límites permisibles del TULSMA, libro VI Anexo I con la tablas referente a riego, consumo humano y fines recreativos.

Los valores del DBO₅ y DQO “NO CUMPLEN” con la normativa vigente, lo que influye en el deterioro de la calidad del agua, puesto que el aumento de estos parámetros, dan como resultado la disminución del Oxígeno Disuelto presente en el agua, la vida de los animales acuáticos entre ellos los macroinvertebrados se verían perturbados por la falta de oxígeno en el agua a causa de la existencia de enormes cantidades de materia orgánica y de la sobrepoblación de bacterias que cumplen con la función de descomponerla, y para cumplir con este proceso usarían el Oxígeno Disuelto presente en el agua, este proceso provocaría a que el agua entre en un estado de eutrofización. En un ambiente con las características que la laguna presenta se evidencia los organismos adaptados a resistir condiciones de contaminación orgánica, tal es el caso de los tubifidos (*Oligochaeta*) y los quironómidos (*Chironomidae*) encontrándose en mayor abundancia en estas condiciones debida a la falta de depredadores. (Roldán, 2003).

En términos generales esta laguna presentó riqueza de microinvertebrados considerado por tratarse de un solo sustrato se registró 19 especies en donde dominan *Fragilaria capucina*, *Pinnularia confirma*, *Tabellaria fenestrata*, *Synedra sp.*, *Frustulia vulgaris* y *Oscillatoria tenuis*, esto da como resultado una similitud de diatomeas y cianobacterias verde-azules entre los diferentes puntos de muestreo la característica principal de estos géneros encontrados es que habitan en aguas que posee contaminación orgánica.

11. IMPACTOS

El estudio realizado tiene un impacto positivo para el desarrollo de conocimientos acerca de la calidad del agua que posee la laguna de Chaloacocha en el Parque Nacional Llanganates,

beneficiando a las comunidades aledañas que utilizan el recurso hídrico respectivamente en agua de riego, uso recreacional y agua de consumo humano, ayudando y fomentando así el desarrollo local, y sobre todo estimulando la protección y conservación de este cuerpo de agua.

12. PRESUPUESTO DEL PROYECTO INVESTIGATIVO

PRESUPUESTO PARA LA ELABORACIÓN DEL PROYECTO:				
Recursos	PRESUPUESTO PARA LA ELABORACIÓN DEL PROYECTO			
	Cantidad	Unidad	V. Unitario \$	Valor Total \$
GPS (alquiler)	1	1	10,00	10,00
Transporte	7 días	1 día	20,00	140,00
Alimentación	7 días	1 día	5,00	55,00
Materiales y suministros				
Botas de hule	2	1	10,00	20,00
Libreta de campo	1	1	1,25	1,25
Red d- net	2	1	7,00	14,00
Alcohol al 70%	1	2	2,50	5,00
Frascos de plástico	40	1	0,30	12,00
Tamiz	1	1	2,00	2,00
Guantes quirúrgicos	1	1	1,25	1,25
Lupa	1	1	1,50	1,50

Bolígrafo o rotulador permanente	1	1	0,80	0,80
Etiquetas de papel vegetal u otro resistente a la humedad.	10	1	1,50	150,00
Cooler	1	1	5,75	5,75
Placas de Petri	4	1	1,10	4,40
Porta y cubre objetos	12	1	0,20	2,40
Análisis de laboratorio	1	1	78,66	78,66
Material Bibliográfico, impresiones y fotocopias.				
Impresiones				100,00
Empastados	2	1	50,00	100,00
CDs	4	1	1,00	4,00
Anillados	12	1	1,00	12,00
TOTAL				720,01

Elaborado por: las investigadoras, 2017

13. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

13.1. CONCLUSIONES

- ✓ Los **sitios** de muestreo fueron escogidos al azar dependiendo al fácil acceso a las orillas de la laguna de Chaloacocha y con la ayuda de un GPS se delimitó cinco puntos de los cuales cuatro **fueron** utilizados para la recolección de macro y micro invertebrados y uno para el análisis **fisicoquímico** y **microbiológico**.

- ✓ En la **Laguna de Chaloacocha** en los meses de Septiembre, Octubre y Noviembre se **colectaron** un total de 11 familias de macroinverbrados. Registrándose en el punto 2 (508) con **mayor** número de individuos predominando las familias: Hyalellidae, Cyprididae y Sphaeriidae, esto es debido a que este es el único punto que presenta una entrada de agua. Seguidos por el punto 1 con 423 individuos predominando las familias Hyalellidae, Cyprididae y Chironomidae, en el punto 4 con 375 individuos predominando Hyalellidae y Chironomidae y con un menor número de individuos (233) se encuentra el punto 3 donde predomina las familias Hyalellidae, Chironomidae y Cyprididae.

- ✓ Se estableció mediante la utilización del Índice BMWP en forma general aguas muy contaminadas pero al calcular este índice se encontró variaciones que van desde aguas muy contaminadas hasta moderadamente contaminadas considerando al punto 4 como el más contaminado por presentar en sus orillas gran porcentaje de materia orgánica en descomposición.

- ✓ La información obtenida en base a la abundancia acumulada de los tres meses de recolección nos da como resultado según el índice de Shannon- Weaver una contaminación moderada en los cuatro puntos de muestreo.

- ✓ Los parámetros fisicoquímicos analizados en la Laguna de Chaloacocha refleja contaminación moderada, tanto para consumo humano, riego y recreación de acuerdo con el libro VI del TULSMA Anexo 1, esta información coincide con las metodologías biológicas obtenidas a través del índice BMWP/COL e índice de Shannon-Weaver.

- ✓ Se observa que los parámetros como la Demanda Bioquímica de Oxígeno y Demanda Química de Oxígeno presentan valores fuera del rango establecido en la tabla para consumo humano de normativa vigente.

13.2. RECOMENDACIONES

- ✓ La información generada por el presente proyecto requiere ser completada con más investigaciones extensivas e intensivas tanto en monitoreos de la calidad con macroinvertebrados como de parámetros físico-químicos cubriendo la mayor parte de la laguna en época lluviosa debido a que en la época de verano la empresa ELEPCO S.A. ocupa esta agua para la Central Hidroeléctrica de Illuchi secando la mayor parte de esta laguna, con la información generada podrá ser una herramienta más útil para la conservación y manejo del agua de la Laguna de Chaloacocha.

- ✓ Es necesario que las comunidades de Sacha, Cumbijin y Leivisa elaboren un plan de manejo donde se desarrollen programas para mitigar el crecimiento de actividades agrícolas y ganaderas; lo cual permita conservar el páramo del Parque Nacional Llanganates.

- ✓ Fomentar el desarrollo de programas de monitoreos y actividades para la conservación de los recursos naturales presentes en el área de estudio en las zonas más vulnerables a la contaminación antrópica.

- ✓ Con el fin de ampliar el conocimiento en el tema de metodologías biológicas en macroinvertebrados acuáticos, se debe continuar realizando estudios en las lagunas aledañas al área de estudio para tener una base de datos útil.

14. BIBLIOGRAFÍA

ABS (Annual book of Standards). (1994). American Society for testing and Materials. Determinación de pH en el agua. Método ASTM D 1293-84 reprobado en 1990.

Agudelo, R. (2005). El agua, recurso estratégico del siglo XXI. Facultad Nacional de Salud Pública, 23 (1). Recuperado de http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0120-386X2005000100009

APHA-AWWA-WPCF (2000). *Métodos normalizados para el análisis de Agua Potable y Residual (17ma ed.)*. Madrid, España: Editorial Díaz

Asociación Interciencia. (2006). Biodiversidad: interferencia basada del índice de Shannon y la riqueza. *Interferencia*, vol 31, (8), 583-590 Recuperado de: <http://www.redalyc.org/pdf/339/33911906.pdf>

Bahls, L., Weber, E. & Jarvie, J. (1984). Ecology and Distribution of Major Diatom Ecotypes in the Southern Fort Union Coal Region of Montana. United States Government Printing Office. Recuperado de https://books.google.com.ec/books?id=0sFUAAAAYAAJ&pg=PA124&lpg=PA124&dq=Nitzschia+supralitoreia&source=bl&ots=V8llyqhOWe&sig=zGYNfG9SajnTlX5KV_tgbGfwAEk&hl=es&sa=X&ved=0ahUKEwip0J-lre3RAhVCRCYKHeAEAAoQ6AEIXjAN#v=onepage&q=Nitzschia%20supralitoreia&f=false

Brower J.E., Zar J.H Y Von Ende C.N. (1997). Field and laboratory Methods for General Ecology. WCB/McGraw-Hill. 273p.

Cantoral, E & Aboal, M (2008). Diatomeas (Bacillariophyceae) del Marjal Oliva-Pego (Comunidad Valenciana, España). *Jardín Botánico de Madrid*, 65 (1): 111-128. Recuperado de [http://www.rjb.csic.es/jardinbotanico/ficheros/documentos/pdf/anales/2008/Anales_65\(1\)_111-128_2008_diatomeas.pdf](http://www.rjb.csic.es/jardinbotanico/ficheros/documentos/pdf/anales/2008/Anales_65(1)_111-128_2008_diatomeas.pdf)

Carrera, C y Fierro, K. (2001). Manual de monitoreo: Los macroinvertebrados acuáticos como indicadores de la calidad del agua. Quito: EcoCiencia. Recuperado de https://issuu.com/fundacionecociencia/docs/manual_macroinvertebrados_acuaticos_ecociencia

Castro, E. & M, L. (1987). *Parámetros físico-químicos que influyen en la calidad y en el tratamiento del agua*. Lima: CEPIS.

Chapman, D. (1996). *Water Quality Assessments: A Guide to the Use of Biota, Sediments and Water in Environmental Monitoring*. London: Chapman Hill. 626 p.

Colibus, D. (2013). *Tabellaria Fenestrata*. Diatoms of the United States. Recuperado de https://westerndiatoms.colorado.edu/taxa/species/tabellaria_fenestrata

Confederación Hidrográfica del Ebro. (2005). Metodología para el establecimiento el Estado Ecológico según la Directiva MARCO del Agua: Protocolo de muestreo y análisis para invertebrados bentónicos. España: Autor. Recuperado de http://195.55.247.234/webcalidad/estudios/indicadoresbiologicos/Manual_bentonicos.pdf

Confederación Hidrográfica del Ebro. (2005). Metodología para el establecimiento el Estado Ecológico según la Directiva MARCO del Agua: Protocolo de muestreo y análisis para fitoplancton. España: Autor. Recuperado de http://195.55.247.234/webcalidad/estudios/indicadoresbiologicos/Manual_fitoplancton.pdf

Diatoms of the Southern California Bight. (2012). *Caloneis silicula*. Recuperado de http://dbmuseblade.colorado.edu/DiatomTwo/dscb_site/species.php?g=Caloneis&s=silicula

Diatoms of the Southern California Bight. (2012). *Cymbella cistula*. Recuperado de Diatoms of the Southern California Bight. (2012). *Diatomella Balfouriana*. Recuperado de http://dbmuseblade.colorado.edu/DiatomTwo/dscb_site/species.php?g=Diatomella&s=balfourian

Diatoms of the Southern California Bight. (2012). *Nitzschia desertorum*. Recuperado de http://dbmuseblade.colorado.edu/DiatomTwo/dscb_site/species.php?g=Nitzschia&s=desertorum

Diatoms of the Southern California Bight. (2012). *Nitzschia linearis*. Recuperado de http://dbmuseblade.colorado.edu/DiatomTwo/dscb_site/species.php?g=Nitzschia&s=linearis#

Diatoms of the Southern California Bight. (2012). *Viridis Pinnularia*. Recuperado de http://dbmuseblade.colorado.edu/DiatomTwo/dscb_site/species.php?g=Pinnularia&s=viridis

Dejoux, C. & Iltis, A (1991). *El lago Titicaca: Síntesis del conocimiento limnológico actual*. La Paz: ORSTOM. Recuperado de https://books.google.com.ec/books?id=l6KKzA6zQ10C&pg=PA185&lpg=PA185&dq=Amphora+pediculus+en+que+agua+se+encuentra&source=bl&ots=Ww2uzQpd-Z&sig=MzXivJ9KK6nF7xThjRD2_Ra97A0&hl=es&sa=X&ved=0ahUKEwjYrNCFotvRAhVB4CYKHxu4CbYQ6AEIGDAA#v=onepage&q=Amphora%20pediculus%20en%20que%20agua%20se%20encuentra&f=false

González de I., A. (1988) El plancton de las aguas continentales. Washington D.C.: Secretaria General de la OEA. (pp 130)

Hayes (1993). Microbiología e Higiene de los Alimentos. ACRIBIA. Zaragoza. España

Huertas, D. (2014). Análisis de la Calidad de agua del tío Cutuchi con base a variables Físico-Químicas y Macroinvertebrados Acuáticos. (Tesis inédita de Ingeniero Ambiental y Manejo de Riesgos Naturales) Universidad Técnica Equinoccial, Quito, Ecuador.

Izurieta, X. (2007). Ficha informativa de los Humedales de Ramsar (FIR)- Versión 2006-2008. Recuperado de <http://suia.ambiente.gob.ec/documents/783967/889253/Ficha+Ramsar+Complejo+Llanganati.pdf/db203365-c56e-4ab2-92ac-2512c3c24189>

Jácome, E. & Ugsha, N. (2015). Elaboración de una guía didáctica del Parque Nacional Llanganates, para el área de campismo y recreación turística. (Tesis inédita de Ingeniero Ecoturista). Universidad Técnica de Cotopaxi, Latacunga, Ecuador.

Kocielek, P. (2011). *Balfuriana Diatomella*. Diatoms of the United States. Recuperado de http://westerndiatoms.colorado.edu/taxa/species/diatomella_balfouriana

Krammer, K. & Lange-Bertalot, H. (2004). Bacillariophyceae. 3. Teil: Centrales, Fragilariaceae, Eunotiaceae. In: Süßwasserflora von Mitteleuropa, Band 2/3. Ettl, H., Gerloff, J., Heynin, H. & Mollenhauer, D. (Eds.). Elsevier Verlag München. 559 p.

Laboratorios INTENAM S.A (2010). Kenhi. Recuperado de: http://www.kenbi.eu/kenbipedia_3.php

Lenntech (2007). Agua residual y purificación del aire. Recuperado de <http://www.lenntech.com/espanol>

Liberto, R. (2010). Patrones demográficos en poblaciones naturales de Cyprididae (Crustácea: Ostrácoda) del área rioplatense y sus respuestas vitales en bioensayos de toxicidad. (Tesis inédita de Doctorado). Universidad Nacional de la Plata. La Plata: Colombia.

Maza, D. (2013). Validación de métodos analíticos para: DBO, DQO, nitritos, solidos totales, cloruros y dureza total para análisis de aguas naturales, aguas de consumo humano y aguas residuales en el laboratorio de Ingeniería Ambiental (Laboratorios UTPL). (Tesis inédita de Ingeniero Químico). Universidad Técnica Particular de Loja, Ecuador.

Medina Jasso, A., Piña Valdez, P., Nieves Soto, M., Arzola Gonzales, J. & Guerrero Ibarra, M. (2012). La importancia de las microalgas. México: Conabio Recuperado de <http://www.biodiversidad.gob.mx/Biodiversitas/Articulos/biodiv103art1.pdf>

Meidana, N., Seeligmann, C. & Morales, M. (2011). Diatomeas (Bacillariophyceae) en Ambientes Acuáticos de Altura de la provincia de Catamarca, Argentina. *Bol. Soc. Argent. Bot.* 41 (1-2): 1-13. Recuperado de <http://www.scielo.org.ar/pdf/bsab/v41n1-2/v41n1-2a01.pdf>

Meidana, N., Seeligmann, C. & Morales, M. (2011). El género Navicula Sensu Stricto (Bacillariophyceae) en Humedales de altura de Jujuy, Argentina. *Bol. Soc. Argent. Bot.* 46(1-2): 13-29. Recuperado de <http://www.scielo.org.ar/pdf/bsab/v46n1-2/v46n1-2a02.pdf>

Ministerio del Ambiente. (2013). Plan de Manejo Parque Nacional Llanganates. Ecuador: Autor

Ministerio del Ambiente. (2002). Anexo 1 del Libro VI del Texto Unificado de Legislación Secundaria del Ministerio Del Ambiente: Norma de calidad Ambiental y de Descarga de Efluentes: Recurso Agua. Ecuador. Autor

Ministerio del Ambiente. (2015). Anexo 1 del Libro VI del Texto Unificado de Legislación Secundaria del Ministerio Del Ambiente: Norma de Calidad Ambiental y de Descarga de

Efluentes al Recurso Agua. Publicada en el *Registro Oficial N° 387*, del 4 de noviembre del 2015. Ecuador

Monsalvas, E. (2013). Evaluación de la calidad del agua de la laguna de Yahuarcocha para elaborar un plan de monitoreo utilizando macroinvertebrados como indicadores biológicos. (Tesis inédita de Ingeniería en Recursos Naturales). Universidad Técnica del Norte, Ecuador. Recuperado de <http://repositorio.utn.edu.ec/handle/123456789/2156>

Oscoz, J. (2009). *Guía de Campo Macro-invertebrados de la Cuenca del Ebro*. España: Confederación Hidrográfica del Ebro. Recuperado de <http://www.zaragoza.es/contenidos/medioambiente/materialesdidacticos/otros/guia-macroinvertebrados.pdf>

Pereira, A., Carvalho, L. & Melo, S. (2012). Pinnularia (Bacillariofitas) desde el curso inferior de la Río Negro (Amazonas, Brasil): taxonomía y distribución temporal. *Acta Amazónica* 42 (2) Recuperado de http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0044-59672012000300001

Pereira, I., Reyes, G & Kramm, V. (2000). Cyanophyceae, Euglenophyceae, Chlorophyceae, Zygnematophyceae Y Charophyceae en Arrozales de Chile. *Gayana. Botánica*, 57 (1). Recuperado de http://www.scielo.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0717-66432000000100003

Pineda Patemina, J & Quiroz Alvarado, G. (2015). Caracterización de la comunidad de macroinvertebrados y estimación de la calidad del agua de las lagunas de Chingaza, del medio y el Arnical en el Parque Nacional Natural Chingaza (tesis inédita de Ingeniería Ambiental). Universidad Santo Tomás, Bogotá. Recuperada de <http://porticus.usantotomas.edu.co/bitstream/11634/626/1/CARACTERIZACION%20DE%20LA%20COMUNIDAD%20DE%20MACROINVERTEBRADOS%20Y%20%20ESTIMACION%20DE%20LA%20CALIDAD%20DEL%20AGUA.pdf>

Potapova, M. (2009). *Melosira varians*. Diatoms of the United States. Recuperado de https://westerndiatoms.colorado.edu/taxa/species/Melosira_varians

Potapova, M. (2009). Mesodon Diatoma. Diatoms of the United States. Recuperado de https://westerndiatoms.colorado.edu/taxa/species/Diatoma_mesodon

Segnini, S. (2003). El uso de los macroinvertebrados bentónicos como indicadores de la condición ecológica de los cuerpos de agua corriente. *Ecotropicos*, 16:45-63

Stevens Institute of Technology (SIT). (2006). Demanda Biológica de Oxígeno. Recuperado de: <http://www.k12science.org>

Roig, S., Claps, L. & Morrone, J. (2001). *Biodiversidad de Artrópodos Argentinos (Vol. 3)*. Museo de la Plata. Argentina: CONICET

Roldán, G. (1999). Los Macroinvertebrados y su valor como indicadores de la calidad del agua. *Rev.Acad.Colomb. Cienc.* 23(88), 375-387 Recuperado de: http://www.accefyn.org.co/revista/Vol_23/88/375-387.pdf

Roldán, G. (2003). *Bioindicación de la calidad del agua en Colombia: Propuesta para el usos del método BMWP/Col*. Medellín: Universidad de Antioquia.

Sar, E.; Ferrario, M. & Reguera, B. (2002) *Floraciones algales nocivas en el cono sur americano*. España: Instituto Español de Oceanografía (pp. 40 – 46). Recuperado de <http://www.bclme.org/factfig/HAB%20workshop/Books/SarEtAl2002.pdf>

Toledo, L. & Comas, A. (2011-2012). Especies Dulceacuícolas del genero Pinnularia (Bacillariophyceae). *Jardín Botánico Nacional*. 32-33: 285:292. Recuperado de <http://www.uh.cu/centros/jbn/descargas/rjbn/xxxii/27.pdf>

Torralba, A. & Ocharan, F. (2007). Protocolo para la evaluación del estado ecológico de la red fluvial de Aragón (NE de España) según comunidades de macroinvertebrados bentónicos. *Asociación Ibérica de Limnología*. 26(2): 359-372. Recuperado de

http://www.limnetica.com/Limnetica/Limne26/L26b359_Estado_ecologico_rios_Aragon.pdf

Verlencar, X. & Desai, S. (2004) *Phytoplankton identification manual*. La India: National Institute of Oceanography, Dona Paula, Goa - 403004 (pp. 5 – 6). Recuperado de: <http://drs.nio.org/drs/bitstream/handle/2264/97/Phytoplankton-manual.PDF;jsessionid=AC8E3A33FE8BC423D5F8478E7F57C51A?sequence=1>.

Wojtal, A. (2003). Diatoms of the genus Gomphonema ehr. (Bacillariophyceae) from a Karstic Stream in the Krakowski-Czestochowska Upland. *Polish Academy of Sciences*, (72), 3: 213-220. Recuperado de <http://www.iop.krakow.pl/pobierz-publicacje,606>

15. ANEXOS

Anexo 1. Aval de Traducción



Universidad
Técnica de
Cotopaxi

CENTRO CULTURAL DE IDIOMAS

AVAL DE TRADUCCIÓN

En calidad de Docente del Idioma Inglés del Centro Cultural de Idiomas de la Universidad Técnica de Cotopaxi, en forma legal **CERTIFICO** que:

La traducción del resumen de tesis al Idioma Inglés presentado por las estudiantes: **MAYORGA MOLINA ERIKA MICHELLE Y PAUTE LAGUATASIG KARINA CRISTINA** Egresadas de Facultad de Ciencias Agropecuarias y Recursos Naturales de la Carrera de Ingeniería de Medio Ambiente de la Universidad Técnica de Cotopaxi; cuyo título versa **“DETERMINACIÓN DE LOS ÍNDICES DE LA CALIDAD DEL AGUA A PARTIR DE MACRO Y MICRO INVERTEBRADOS EN LA LAGUNA DE CHALOACocha DEL PARQUE NACIONAL LLANGANATES”**, lo realizó bajo mi supervisión y cumple con una correcta estructura gramatical del Idioma.

Es todo cuanto puedo certificar en honor a la verdad y autorizo al peticionario hacer uso del presente certificado de la manera ética que estimare conveniente.

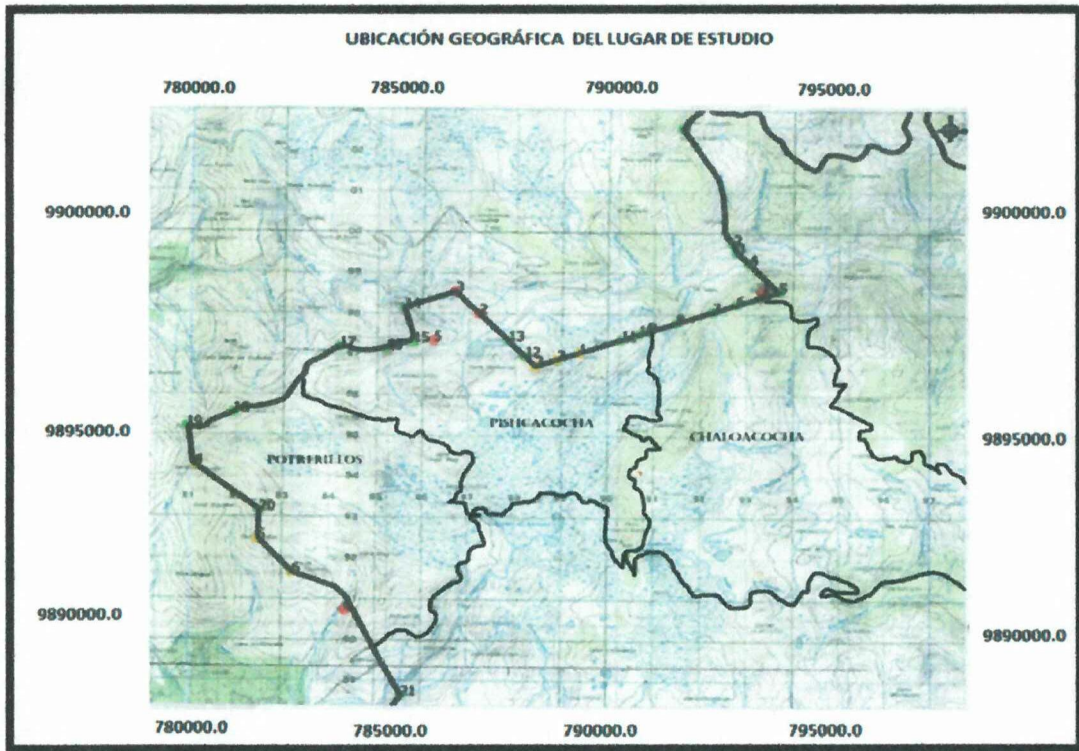
Latacunga, Febrero del 2017

Atentamente,

A handwritten signature in blue ink, appearing to read 'M. Pacheco Pruna', written over a horizontal dotted line.

Lic. Marcelo Pacheco Pruna
C.C: 050241735-0

DOCENTE DEL CENTRO CULTURAL DE IDIOMAS

Anexo3. Ubicación del lugar de estudio

Elaborado por: Grupo de trabajo

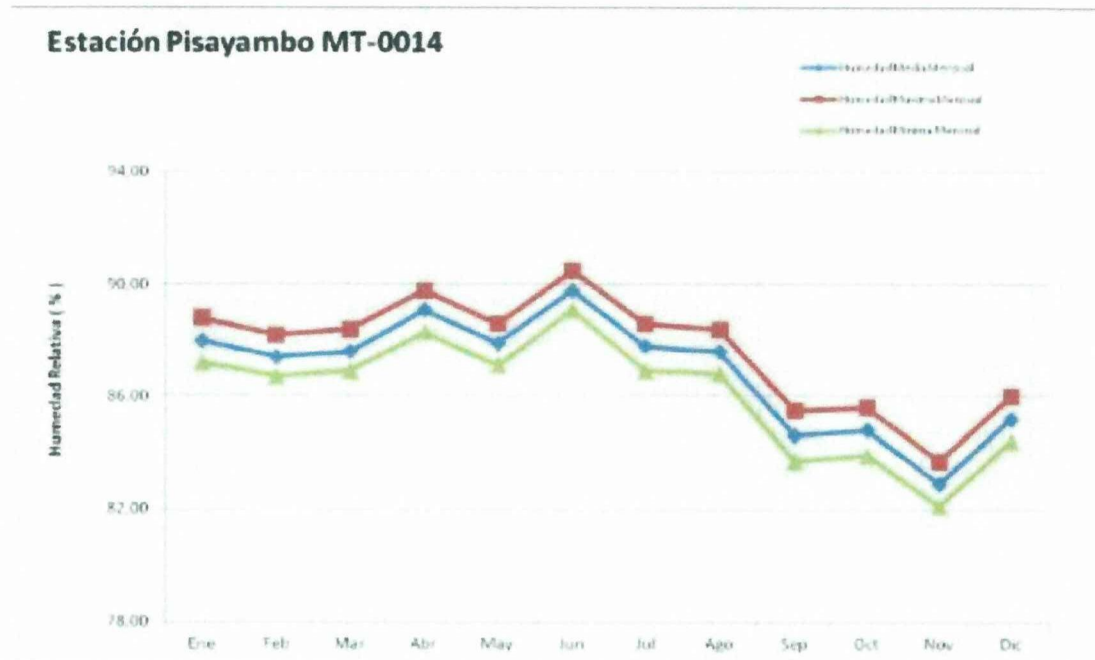
Anexo 4. Ubicación de la Laguna de Chaloacochoa

MAPA DE CHALOACOCHA

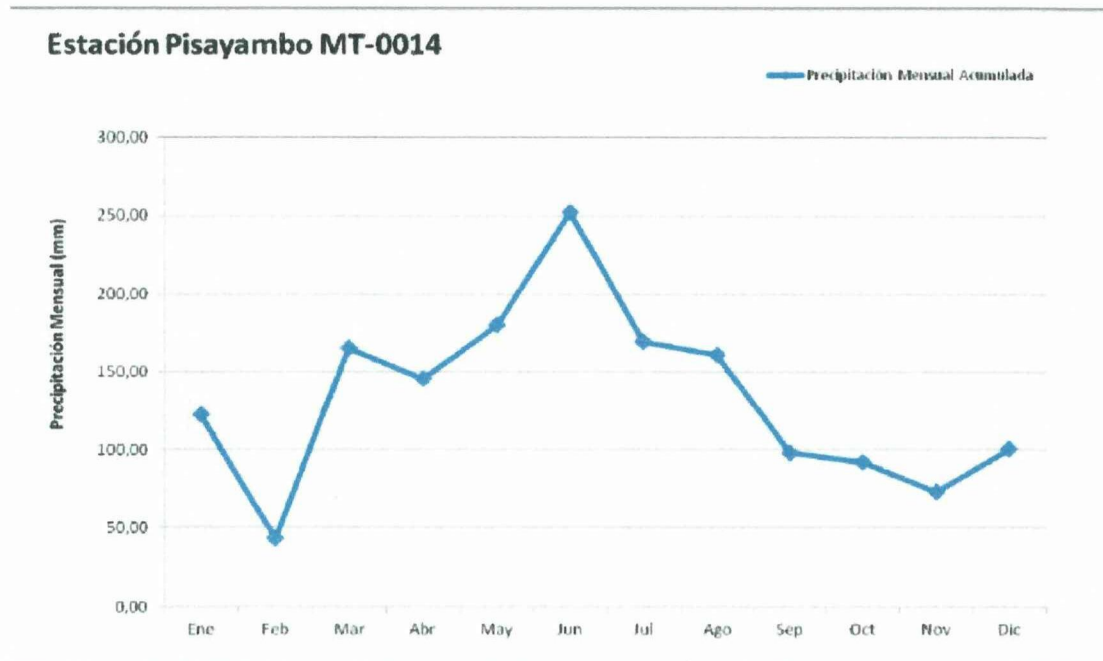


Elaborada por: Las investigadoras

Anexo 6. Humedad relativa del sector de Chalacochoa



Fuente: Red Hidrometeorológica Interinstitucional de Tungurahua (2014)

Anexo 7. Precipitación del sector de Chaloacocha

Fuente: Red Hidrometeorológica Interinstitucional de Tungurahua, 2014

Anexo8. Familias de los órdenes ETP (Ephemeroptera, Plecoptera, Trichoptera)

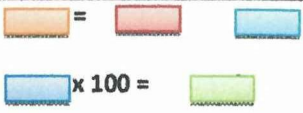
ORDEN	FAMILIA
Ephemeroptera	Baetidae
	Caenidae
	Ephemeridae
	Ephemerellidae
	Euthyplociidae
	Heptageniidae
	Leptohyphidae
	Leptophlebiidae
	Oligoneuriidae
	Polymitarcidae
	Potamanthidae
	Prosopistomatidae
	Siphonuridae
	Tricorythidae
Plecoptera	Capnidae
	Chloroperlidae
	Leuctridae
	Nemouridae
	Perlidae
	Perlodidae
	Taeniopterygidae
Trichoptera	Beraeidae
	Brachycentridae
	Calamoceratidae
	Ecnomidae
	Glossosomatidae
	Goeridae
	Helicopsychidae

	Hydropsychidae
	Hydroptilidae
	Lepidostomatidae
	Leptoceridae
	Limnephilidae
	Molannidae
	Odontoceridae
	Philopotamidae
	Phryganeidae
	Polycentropodidae
	Psychomyiidae
	Rhyacophilidae
	Sericostomatidae
	Uenoidae

Elaborado por: las investigadoras, 2017

Anexo 9. Hoja de campo 1: Índice EPT

Coordenadas del sitio de colección:		
Nombre de la laguna:		
Fecha de Colección:		
Fecha de Identificación:		
Personas que colectaron:		
CLASIFICACIÓN	ABUNDANCIA (Número de Individuos)	EPT PRESENTES
Anisoptera		
Bivalvia		
Baetidae		→
Ceratopogonidae		
Chironomidae		
Corydalidae		
Elmidae		
Euthyplociidae		→
Gastropoda		
Glossosomatidae		→
Gordioidea		
Hirudinea		
Hydrachnidae		
Hydrobiosidae		→
Hydropsichidae		→
Leptoceridae		→
Leptohiphidae		→

Leptophlebiidae		➔
Naucoridae		
Oligochaeta		
Oligoneuridae		➔
Perlidae		➔
Philopotamidae		➔
Psephenidae		
Ptilodactylidae		
Pyralidae		
Simuliidae		
Tipulidae		
Turbelaria		
Veliidae		
Zygoptera		
Otros grupos		
TOTAL		
ETP TOTAL ÷ ABUNDANCIA TOTAL	ABUNDANCIA TOTAL	

Calidad de Agua	
75 – 100%	Muy Buena
50 – 74%	Buena
25 – 49%	Regular
0 – 24%	Mala

Elaborado por: las investigadoras, 2017

Anexo 10. Hoja de campo 2: Índice de sensibilidad

Coordenadas del sitio de colección:		
Nombre de la laguna:		
Fecha de Colección:		
Fecha de Identificación:		
Personas que colectaron:		
CLASIFICACIÓN	SENSIBILIDAD	PRESENCIA
Anisoptera	8	
Bivalvia	?	
Baetidae	7	→
Ceratopogonidae	3	
Chironomidae	2	
Corydalidae	6	
Elmidae	6	
Euthyplociidae	9	→
Gastropoda	3	→
Glossosomatidae	7	
Gordioidea	3	
Hirudinea	3	
Hydrachnidae	10	
Hydrobiosidae	9	→
Hydropsichidae	5	→
Leptoceridae	9	→
Leptohiphidae	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	?	
TOTAL		

Calidad de Agua	
101 – 145	Muy Buena
61 – 100	Buena
36 – 60	Regular
16 – 35	Mala
0 – 15	Muy Mala

Elaborado por: las investigadoras, 2017

Anexo 11. Tablas para la determinación del índice BMWP

Tabla 1: Puntuación dada para las diferentes familias de macroinvertebrados bentónicos acuáticos para el índice BMWP/Col1

Familias	Puntuación
Anomalopsychidae, Atriplectididae, Blepharoceridae, Calamoceratidae, Ptilodactylidae, Chordodidae, Gomphidae, Hydridae, Lampyridae, Odontoceridae, Lymnessidae, Oliigoneuridae, Perlidae, Polythoridae, Helicopsychidae.	10
Ampullariidae, Dytiscidae, Ephemeridae, Euthyplocidae, Gyrinidae, Hydraenidae, Hydrobiosdae, Leptophlebiidae, Leptoceridae, Polycentropodidae, Polymitarcydae, Potamanthidae, Xiphocentronidae.	9
Garridae, Hebridae, Hydrobiidae, Lestidae, Palaemonidae, Pleidae, Pseudothelphusidae, Pyralidae, Saldidae, Simulidae, Trichodactylidae, Veliidae.	8
Baetidae, Caenidae, Calopterygidae, Coenagrionidae, Corixidae, Dixidae, Dryopidae, Glossosomatidae, Hyalellidae, Hydroptilidae, Hydropsychidae, Leptohiphidae, Naucoridae, Notonectidae, Psychodidae, Planariidae, Scirtidae.	7
Aeshnidae, Ancyliidae, Corydalidae, Elmidae, Gammaridae, Libellulidae, Limnichidae, Lutrochidae, Megapodagrionidae, Noteridae, Pilidae, Sialidae, Staphylinidae.	6
Belostomatidae, Gelastocoridae, Hydropsychidae, Mesoveliidae, Nepidae, Planorbiidae, Pleuroceridae, Pyralidae, Tabanidae, Thiaridae.	5
Curculionidae, Chrysomelidae, Stratiomyidae, Haliplidae, Ephydriidae, Dolichopodidae, Sphaeriidae, Scarabidae, Nortoridae.	4
Ceratopogonidae, Glossiphoniidae, Cyclobdellidae, Hirudinidae, Hydrophilidae, Lymnaeidae, Hydrometridae, Physidae, Ostracoda,	3

Tipulidae.	
Culicidae, Chironomidae, Muscidae, Sciomyzidae, Syrphidae.	2
Oligochaeta, Tubificidae.	1

Fuente: (Roldán, 2003).

Tabla 2: Clases de calidad de agua, valores BMWP y colores para representaciones cartográficas

Clase	Calidad	BMWP	Significado	Color
I	Buena	>150	Aguas muy limpias	Azul
		101-120	Aguas no contaminadas o poco alteradas	
II	Aceptable	61-100	Se evidencian efectos de la contaminación	Verde
II	Dudosa	36-60	Aguas moderadamente contaminadas	Amarillo
IV	Crítica	16-35	Aguas muy contaminadas	Naranja
V	Muy Crítica	< 15	Aguas fuertemente contaminadas	Rojo

Fuente: (Roldán, 2003).

Anexo 12. Resultados BMWP del punto 1

Coordenadas:		Latitud 790830 E – Longitud: 9891482 N						
Altitud:		3927 msnm						
Precipitación:		250 mm						
Fecha de colección:		24/ 09/2016 – 16/10/201 – 30/10/2016 13/11/201 – 27/11/2016						
Fecha de identificación		25/09/2016 – 01/12/2016						
Responsables:		Michelle Mayorga y Karina Paute						
ORDEN	FAMILIA	GENERO Y ESPECIE	ABUNDANCIA			ÍNDICE BMWP		
			SEP	OCT	NOV	SEP	OCT	NOV
Amphipoda	Hyaellidae	<i>Hyaella azteca</i>	48	181	Seco	7	7	seco
Tricladida	Planariidae	<i>Polycelis felina</i>	8	10	Seco	7	7	seco
Veneroida	Sphaeriidae	<i>Pisidium chilense</i>	7	0	Seco	4	0	seco
Haplotaxida	Tubificidae	<i>Tubifex sp.</i>	6	13	Seco	1	1	seco
Hemiptera	Corixidae	<i>Sigara selecta</i>	3	2	Seco	7	7	seco
Arhynchobdellida	Hirudinidae	<i>Hirudo medicinalis</i>	3	1	Seco	3	3	seco
Glossiphoniiformes	Glossiphoniidae	<i>Helobdella robusta</i>	2	4	Seco	3	3	seco
Basommatophora	Physidae	<i>Physa acuta</i>	2	2	seco	3	3	seco
Diptera	Chironomidae	<i>Chironomius sp.</i>	2	23	seco	2	2	seco
Podocopida	Cyprididae	<i>Strandesia bicuspis</i>	0	106	seco	0	3	seco
TOTAL			81	342	seco	37	36	seco
EPT			0%					

Elaborado por: las investigadoras, 2017

Anexo 13. Resultados BMWP del punto 2

Coordenadas:		Latitud 790878 E – Longitud: 9891197 N						
Altitud:		3913 msnm						
Fecha de colección:		24/ 09/2016 – 16/10/201 – 30/10/20113/11/201 – 27/11/201						
Fecha de identificación		25/09/2016 – 01/12/2016						
Responsables:		Michelle Mayorga y Karina Paute						
ORDEN	FAMILIA	GENERO Y ESPECIE	ABUNDANCIA			ÍNDICE BMWP		
			SEP	OCT	NOV	SEP	OCT	NOV
Amphipoda	Hyaellidae	<i>Hyaella azteca</i>	31	135	139	7	7	7
Tricladida	Planariidae	<i>Polycelis felina</i>	1	2	0	7	7	0
Veneroida	Sphaeriidae	<i>Pisidium chilense</i>	22	3	6	4	4	4
Haplotaxida	Tubificidae	<i>Tubifex sp.</i>	4	8	0	1	1	0
Hemiptera	Corixidae	<i>Sigara selecta</i>	21	0	5	7	0	7
Arhynchobdellida	Hirudinidae	<i>Hirudo medicinalis</i>	0	13	12	0	3	3
Glossiphoniiformes	Glossiphoniidae	<i>Helobdella robusta</i>	12	3	7	3	3	3
Odonta	Libellulidae	<i>Sympetrum sp.</i>	0	1	11	0	3	3
Diptera	Chironomidae	<i>Chironomus sp.</i>	6	7	16	2	2	2
Podocopida	Cyprididae	<i>Strandesia bicuspis</i>	9	6	28	3	3	3
TOTAL			106	178	224	34	33	32
			EPT			0%		

Elaborado por: las investigadoras, 2017

Anexo 14. Resultados BMWP del punto 3

Coordenadas:		Latitud 790708 E – Longitud: 9891446 N						
Altitud:		3929 msnm						
Fecha de colección:		24/ 09/2016 – 16/10/201 – 30/10/20113/11/201 – 27/11/201						
Fecha de identificación		25/09/2016 – 01/12/2016						
Responsables:		Michelle Mayorga y Karina Paute						
ORDEN	FAMILIA	GENERO Y ESPECIE	ABUNDANCIA			ÍNDICE BMWP		
			SEP	OCT	NOV	SEP	OCT	NOV
Amphipoda	Hyaletellidae	<i>Hyaletella azteca</i>	72	35	seco	7	7	seco
Tricladida	Planariidae	<i>Polycelis felina</i>	1	1	seco	7	7	seco
Veneroida	Sphaeriidae	<i>Pisidium chilense</i>	2	5	seco	4	4	seco
Haplotaxida	Tubificidae	<i>Tubifex sp.</i>	11	10	seco	1	1	seco
Hemiptera	Corixidae	<i>Sigara selecta</i>	6	1	seco	7	7	seco
Arhynchobdellida	Hirudinidae	<i>Hirudo medicinalis</i>	1	3	seco	3	3	seco
Glossiphoniiformes	Glossiphoniidae	<i>Helobdella robusta</i>	1	6	seco	3	3	seco
Basommatophora	Physidae	<i>Physa acuta</i>	0	1	seco	0	3	seco
Diptera	Chironomidae	<i>Chironomus sp.</i>	3	36	seco	2	2	seco
Podocopida	Cyprididae	<i>Strandesia bicuspis</i>	38	0	seco	3	0	seco
TOTAL			135	98	seco	37	37	seco
EPT			0%					

Elaborado por: las investigadoras, 2017

Anexo 15. Resultados BMWP del punto 4

Coordenadas:	Latitud 790582 E – Longitud: 9891637 N							
Altitud:	3932 msnm							
Fecha de colección:	24/ 09/2016 – 16/10/201 – 30/10/20113/11/201 – 27/11/201							
Fecha de identificación	25/09/2016 – 01/12/2016							
Responsables:	Michelle Mayorga y Karina Paute							
ORDEN	FAMILIA	GENERO Y ESPECIE	ABUNDANCIA			ÍNDICE BMWP		
			SE P	OC T	NOV	SE P	OCT	NOV
Amphipoda	Hyalellidae	Hyalella azteca	17	221	Seco	7	7	Seco
Tricladida	Planariidae	Polycelis felina	3	7	Seco	7	7	Seco
Veneroida	Sphaeriidae	Pisidium chilense	7	0	Seco	4	0	Seco
Haplotaxida	Tubificidae	<i>Tubifex sp.</i>	2	2	Seco	1	1	Seco
Hemiptera	Corixidae	Sigara selecta	0	1	Seco	0	7	Seco
Arhynchobdellida	Hirudinidae	Hirudo medicinalis	2	7	Seco	3	3	Seco
Glossiphoniiformes	Glossiphoniidae	Helobdella robusta	0	13	Seco	0	3	Seco
Basommatophora	Physidae	<i>Physa acuta</i>	5	4	Seco	3	3	Seco
Diptera	Chironomidae	<i>Chironomus sp.</i>	32	36	Seco	2	2	Seco
Podocopida	Cyprididae	Strandesia bicuspis	0	16	Seco	0	3	Seco
TOTAL			68	307	Seco	27	36	Seco
			EPT		0%			

Elaborado por: Las investigadoras, 2017

Anexo 16. Resultados del índice de Shannon- Weaver

PUNTO 1

FAMILIA	MESES	SEPTIEMBRE			OCTUBRE		NOVIEMBRE		CANTIDAD	ABUNDANCIA RELATIVA	H'
		1		2		1	2				
		1	2	1	2	1	2				
Hyalellidae	48	113	68	Seco	Seco	229	0,5414	-0,4793			
Planariidae	8	8	2	Seco	Seco	18	0,0426	-0,1938			
Sphaeriidae	7	-	-	Seco	Seco	7	0,0165	-0,0979			
Tubificidae	6	11	2	Seco	Seco	19	0,0449	-0,2011			
Chironomidae	2	2	21	Seco	Seco	25	0,0591	-0,2412			
Corixidae	3	-	2	Seco	Seco	5	0,0118	-0,0757			
Hirudinidae	3	-	1	Seco	Seco	4	0,0095	-0,0636			
Glossiphoniidae	2	1	3	Seco	Seco	6	0,0142	-0,0871			
Physidae	2	1	1	Seco	Seco	4	0,0095	-0,0636			
Cypridae	-	106	-	Seco	Seco	106	0,2506	-0,5003			
TOTAL DE INDIVIDUOS						423	TOTAL H'	2,0035			

Elaborado por: Las investigadoras, 2017

PUNTO 2											
FAMILIA	MESES	SEPTIEMBRE			OCTUBRE		NOVIEMBRE		CANTIDAD	ABUNDANCIA RELATIVA	H'
		1	2	1	2	1	2				
Hyalellidae	31	56	79	81	58	305	0,6004	-0,4419			
Sphaeriidae	22	2	1	1	5	31	0,0610	-0,2462			
Corixidae	21	-	-	4	1	26	0,0512	-0,2195			
Glossophoniidae	12	1	2	1	6	22	0,0433	-0,1961			
Cypridae	9	-	6	17	11	43	0,0846	-0,3015			
Chironomidae	6	7	-	4	12	29	0,0571	-0,2358			
Tubificidae	4	5	3	-	-	12	0,0236	-0,1276			
Planariidae	1	-	2	-	-	3	0,0059	-0,0437			
Hirudinidae	-	11	2	4	8	25	0,0492	-0,2138			
Libellulidae	-	-	1	7	4	12	0,0236	-0,1276			
TOTAL DE INDIVIDUOS									508	TOTAL H'	2,1539

Elaborado por: Las investigadoras, 2017


PUNTO 3										
MESES FAMILIA	SEPTIEMBRE		OCTUBRE		NOVIEMBRE		CANTIDAD	ABUNDANCIA RELATIVA	H'	
	1	2	1	2	1	2				
Hyalellidae	72	35	Seco	Seco	seco	seco	107	0,4592	-0,5156	
Cypridae	38	-	Seco	Seco	seco	seco	38	0,1631	-0,4267	
Tubificidae	11	10	Seco	Seco	seco	seco	21	0,0901	-0,3129	
Corixidae	6	1	Seco	Seco	seco	seco	7	0,0300	-0,1519	
Chironomidae	3	36	Seco	Seco	seco	seco	39	0,1674	-0,4316	
Sphaeriidae	2	5	Seco	Seco	seco	seco	7	0,0300	-0,1519	
Planariidae	1	1	Seco	Seco	seco	seco	2	0,0086	-0,0589	
Hirudinidae	1	3	Seco	Seco	seco	seco	4	0,0172	-0,1007	
Glossiphoniidae	1	6	Seco	Seco	seco	seco	7	0,0300	-0,1519	
Physidae	-	1	Seco	Seco	seco	seco	1	0,0043	-0,0338	
TOTAL DE INDIVIDUOS							233	TOTAL H'	2,3359	

Elaborado por: Las investigadoras, 2017

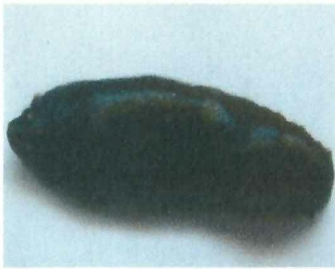
PUNTO 4									
MESES FAMILIA	SEPTIEMBRE		OCTUBRE		NOVIEMBRE		CANTIDAD	ABUNDANCIA RELATIVA	H'
	1	2	1	2	1	2			
Hyalellidae	17	16	205	16	seco	seco	238	0,6347	-0,4163
Sphaeriidae	7	-	-	-	seco	seco	7	0,0187	-0,1072
Physidae	5	2	2	2	seco	seco	9	0,0240	-0,1291
Chironomidae	32	17	19	17	seco	seco	68	0,1813	-0,4467
Cypridae	-	1	15	1	seco	seco	16	0,0427	-0,1942
Planariidae	3	-	7	-	seco	seco	10	0,0267	-0,1394
Hirudinidae	2	1	6	1	seco	seco	9	0,0240	-0,1291
Glossiphoniidae	-	9	4	9	seco	seco	13	0,0347	-0,1681
Tubificidae	2	-	2	-	seco	seco	4	0,0107	-0,0699
Corixidae	-	-	1	-	Seco	seco	1	0,0027	-0,0228
TOTAL DE INDIVIDUOS							375	TOTAL H'	1,8229

Elaborado por: Las investigadoras, 2017

Anexo 17. Fichas de Caracterización de Macroinvertebrados en la laguna de Chalococha

CÓDIGO 001		
	Orden: Amphipoda	Familia: Hyalellidae
	Género: Hyalella	Especie: <i>Hyalella azteca</i>
<p>Características: Son organismos de cuerpo comprimido lateralmente, miden entre 5,5 mm y 10,5 mm, de coloración blanquecina o amarillenta. Viven en aguas corrientes, quebradas u orillas de lagos enriquecidos con materia orgánica en descomposición. (Roldán, 2003). Algunas especies son detritívoras y depredadoras de zooplancton. (Cortiloma, 2008)</p>		


Elaborado por: Las investigadoras, 2017

CÓDIGO 002		
	Orden: Tricladida	Familia: Planariidae
	Género: Polycelis	Especie: <i>Polycelis felina</i>
<p>Características: Se les encuentra en casi cualquier hábitat en el fondo de las rocas o sobre las hojas esparcidas. Su cuerpo es plano, sin segmentos y pueden parecer una flecha. Tienen dos ojos bien visibles y generalmente son de color oscuro. Pueden medir entre 1 y 3cm. (Palma, 2003) Habitan generalmente en aguas frías en ambientes acuáticos bien oxigenados, pero algunas pueden resistir cierto grado de contaminación, son animales predadores que atacan y se alimentan de otros macroinvertebrados. (Roldán 1996)</p>		


Elaborado por: Las investigadoras, 2017

CÓDIGO 003		
	Orden: Veneroida	Familia: Sphaeriidae
	Género: Pisidium	Especie: <i>Pisidium chilense</i>
<p>Características: los organismos de esta familia presentan una concha pequeña de 5,3 de alto, convexa, con superficie brillante de color amarillento. Se encuentran en aguas tranquilas adheridos a la vegetación emergente o semienterrados en sedimentos finos y arenosos., siendo por lo tanto herbívoros y organismos filtradores. (Cortiloma, 2008)</p>		


Elaborado por: Las investigadoras, 2017

CÓDIGO 004		
	Orden: Haplotaxida	Familia: Tubificidae
	Género: Tubifex	Especie: <i>Tubifex sp.</i>
<p>Características: La familia Tubificidae se caracteriza porque sus especies son rojas o blancas, dependiendo del hábitat en el que se encuentren. Si el medio en que se encuentran tiene baja concentración de oxígeno y alta abundancia de materia orgánica en descomposición, sus cuerpos son rojos debido a la presencia de la hemoglobina, necesaria para capturar más eficiente el oxígeno disuelto en el agua, y los blancos no desarrollan hemoglobina ya que se encuentran en mejores condiciones de calidad de aguas. Viven en remansos los sistemas lóticos y en los sedimentos de los sistemas lénticos, por esto son llamados "gusanos del lodo". (Gamarra et al., 2012)</p>		


Elaborado por: Las investigadoras, 2017

CÓDIGO 005		
	Orden: Diptera	Familia: Chironomidae (Larva)
	Género: Chironomius	Especie: <i>Chironomius sp.</i>
<p>Características: los Chironómidos larvas son generalmente acuáticas, de cuerpo alargado y tubular, con doce segmentos abdominales bien definidos cabeza bien desarrollada y pequeña; no poseen patas. Es característica la presencia de dos pares de patas o pseudópodos en el primer segmento, que las ayudan en sus movimientos, y en el último segmento abdominal. Las larvas son de color rojo, morado, azul o blanco. Habitan en ríos, arroyos y lagos, aunque se pueden también en pozos, heces de animales y prácticamente cualquier ambiente húmedo. Algunas viven en piedras, troncos o arena otras especies viven libremente en el fondo del cuerpo de agua. Son detritófagas, se alimentan de mezclas de algas, bacterias y materia orgánica que encuentran en los sedimentos. Toleran bajas concentraciones de oxígeno disuelto y altas concentraciones de conductividad. Indicadores de agua eutrofizada. (Gamarra et al., 2012)</p>		

Elaborado por: Las investigadoras, 2017

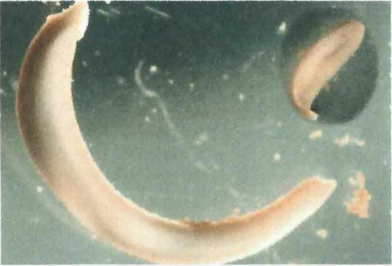
CÓDIGO 006		
	Orden: Hemiptera	Familia: Corixidae
	Género: Sigara	Especie: <i>Sigara selecta</i>
<p>Características: Las especies de esta familia viven en ambientes lóticos y lénticos, pasan la mayor parte del tiempo sobre un sustrato. Presentan amplia variedad de hábitos alimenticios desde herbívoros hasta carnívoros, principalmente consumen partículas que buscan en el fondo como algas, protozoos y metazoos. Las comunidades de corixidos están reguladas por variables ecológicas ambientales, tales como el tipo de sustrato, la cobertura vegetal y el tamaño y estabilidad de los ecosistemas. Las características químicas del agua como la salinidad, dureza y oxigenación son decisivas en la distribución de Corixidae, algunas especies se encuentran en aguas casi sin oxígeno o extrema salinidad sin embargo las altas temperaturas del agua hacen migrar a ambientes más favorables, prefieren los ambientes con aguas entre neutras y alcalinas.(Roig et al, 2001).</p>		

Elaborado por: Las investigadoras, 2017

CÓDIGO 007		
	Orden: Arhynchobdellida	Familia: Hirudinidae
	Género: Hirudo	Especie: <i>Hirudo medicinalis</i>
<p>Características: Viven en aguas tranquilas y estancadas aunque algunas pueden ocurrir en aguas corrientosas. Se les encuentra entre la vegetación, adosadas a piedras o en otros sustratos sólidos. Su cuerpo es aplastado, de tamaño menor a cinco centímetros. Posee una ventosa en forma de disco en uno de sus extremos, pudiendo tener dos (uno en cada extremo). Si bien se les conoce como "chupa sangre", los encontramos en aguas continentales se alimentan de fluidos de pequeños invertebrados principalmente. Solo unas pocas se alimentan de mamíferos (entre ellos el hombre). (Palma Alejandro, 2003)</p>		


Elaborado por: Las investigadoras, 2017

CÓDIGO 008


	Orden: Glossiphoniiformes	Familia: Glossiphoniidae
	Género: Helobdella	Especie: <i>Helobdella robusta</i>

Características: Las sanguijuelas tienen un cuerpo conformado por 32 segmentos y esto constituye un patrón constante para todas las especies; posee dos ventosas, una pequeña en la parte anterior y otra más grande en la parte posterior. Esta familia se caracteriza por desplazarse lentamente, con la ayuda de sus ventosas intercalando su desplazamiento uno a uno. Los adultos pueden llegar a medir entre 0,7 a 10 cm de longitud. Posee un par de ojos fotosensibles y su cuerpo es de colores oscuros con patrones de rayas o manchas. Son predadores, a través de sus ventosas pueden succionar jugos y tejidos, incluso sangres. Las especies de esta familia prefieren las aguas de baja corrientes y toleran altas concentraciones de materia orgánica en descomposición. (Gamarra et al., 2012)


Elaborado por: Las investigadoras, 2017

CÓDIGO 009		
	Orden: Basommatophora	Familia: Physidae
	Género: Physa	Especie: <i>Physa acuta</i>
<p>Características: familia de pequeños caracoles de agua dulce, de concha dextrógira. Viven asociados a los sedimentos de sistemas lénticos y lóticos. Son perifitofagos, se alimentan de algas, diatomeas y otros detritos, así como carne en descomposición. Las conchas tiene una abertura larga y grande, terminan en punta y carecen de opérculo, así mismo se caracterizan por ser delgadas y transparentes, lo que permite ver a trasluz su el cuerpo del molusco en su interior. Son tolerantes a bajas concentraciones de oxígeno disuelto ya que son pulmonados y toman oxígeno del aire a través de espiráculos. (Gamarra et al., 2012)</p>		

Elaborado por: Las investigadoras, 2017

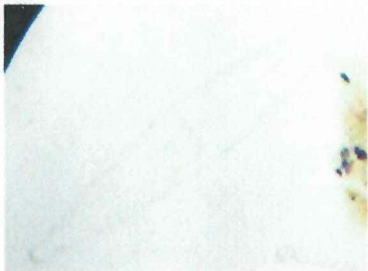
CÓDIGO 010		
	Orden: Podocopida	Familia: Cyprididae
	Género: Strandesia	Especie: <i>Strandesia bicuspis</i>
<p>Características: Los ostrácodos son una clase de crustáceos microscópicos (entre 0,1 mm y 2mm de longitud). Sus características más distintivas es su caparazón de dos valvas articuladas que al cerrarse cubre todas las partes blandas del animal, dándole una diminuta almeja. Se encuentran en aguas poco profundas y con materia orgánica, su presencia en aguas continentales está condicionada a las características físicas y químicas del ambiente, como la salinidad y la temperatura, siendo estos factores claves en su distribución y abundancia. Se ubican en el nivel trófico que los herbívoros y detritívoros compitiendo con los Chironomidae. (Liberto, 2010)</p>		

Elaborado por: Las investigadoras, 2017

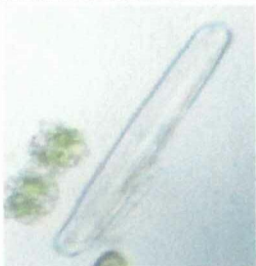
CÓDIGO 011		
	Orden: Odonta	Familia: Libellulidae
	Género: Sympetrum...	Especie: <i>Sympetrum</i> sp.
<p>Características: La familia Libellulidae constituye uno de los grupos más amplios de los odonatos. El adulto es terrestre, conocido como libélula es de tamaño variable, entre los 25 y 50 mm y cuerpo robusto. La cabeza es redonda, con los grandes, juntos y brillantes, el abdomen de colores vistosos (azul, verde, rojo). Las ninfas suelen confundirse con arácnidos debido a sus largas y delgadas patas, tienen el cuerpo robusto de color oscuro que va desde el marrón al verde, algunas con patrones moteados. Tienen antenas cortas de cuatro segmentos y se caracterizan porque su aparato bucal forma una estructura parecida a un cucharón doblado bajo la cabeza. Habitan en las aguas de bajo flujo y remansos de los sistemas lóticos o bajo las raíces de la vegetación de los ecosistemas lénticos. Algunos son detritófagos, pero la mayoría son depredadores carnívoros. Indicador de agua mediana contaminada (mesoligotrófica), soportan condiciones extremas de altas temperaturas y aguas eutroficadas. (Gamarra et al., 2012)</p>		

Elaborado por: Las investigadoras, 2017


Anexo 18. Fichas de Caracterización de Microinvertebrados (Diatomeas) en la laguna de Chaloacocha

CÓDIGO 001		
	Familia: Stauroneidaceae	
	Género: Stauroneis	Especie: Stauroneis phoenicenteron
<p>Características: Las válvulas son lanceoladas con vértices redondeados en términos generales. Valvas lanceoladas, notablemente dilatadas en la porción central, con extremos largamente rostrados (Maidana & Seeligmann, 2006). Las estrías son irradian en todas partes, tanto más cerca de los ápices. La especie se encuentra bajo condiciones de salinidad y pH muy diversas (Maidana et al., 2011)</p>		


Elaborado por: Las investigadoras, 2017

CÓDIGO 002		
	Familia: Bacillariceae	
	Género: Nitzschia	Especie: Nitzschia linearis
<p>Características: Las válvulas lineales a lineales- lanceoladas, con lados paralelos, excepto el lado que lleva la quilla del punto que es cóncava en el centro. Ápices redondeados, casi capitales. Rafe posicionado excéntricamente, con un nódulo central distinto. (Diatoms of the Southern California Bight, 2012).</p>		

Elaborado por: Las investigadoras, 2017


CÓDIGO 003		
	Familia: Cymbellaceae	
	Género: Cymbella	Especie: Cymbella cystula
<p>Características: Válvulas fuertemente asimétricas al eje apical, con un margen ventral en la porción central de la válvula o cerca de ella. Ápices ligeramente producidos, ampliamente redondeados. Área axial arqueada, estrecha, situada aproximadamente en el centro de la válvula. Las estrías claramente lineales. Se encuentran en lagos esta familia tolera pequeñas cantidades de salinidad y altas concentraciones de nutrientes inorgánicos se presentan en aguas estancadas. (Diatoms of the Southern California Bight, 2012)</p>		

Elaborado por: Las investigadoras, 2017

CÓDIGO 004		
	Familia: Catenulaceae	
	Género: Amphora	Especie: Amphora pediculus
<p>Características: Valvas pequeñas semilunar, células biconvexa y por lo general se ve en la vista de la cintura con el margen dorsal mucho más profundo que el margen ventral. Rafe normalmente hacia el margen ventral (puede aparecer casi central) y casi en línea recta. Márgenes centrales con áreas hialinas. Esta especie vive en aguas bien oxigenadas, con poco enriquecimiento de nutrientes y poco enriquecimiento orgánico. (Dejox & Iltis, 1991)</p>		

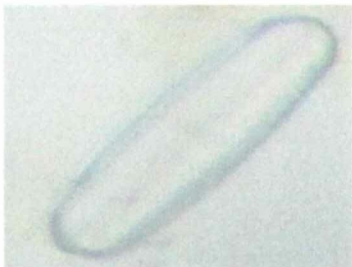
Elaborado por: Las investigadoras, 2017

CÓDIGO 005


	Familia:	
	Diatomaceae	
	Género:	Especie:
	Fragilaria	Fragilaria capucina
<p>Características: Esta especie es arafidea y penal. Las valvas son alargadas y rostradas en sus extremos. Presentan una fina estratificación transversal al eje longitudinal. El área longitudinal se extiende hasta los márgenes de forma que queda definida un área central cuadrada o rectangular. Es una especie cosmopolita que aparece en ocasiones en el plancton de aguas quietas pero es muy frecuente encontrarla en aguas corrientes o estancadas asociada a las piedras o la vegetación. Prefiere aguas mesotróficas o eutróficas, aunque las diferentes variedades difieren en su óptimo trófico. (Krammer & Lange-Bertalot, 2004)</p>		

Elaborado por: Las investigadoras, 2017


CÓDIGO 006

	Familia:	
	Pinnulariaceae	
	Género:	Especie:
	Diatomella	Diatomella balfouriana
<p>Características: Válvulas lineal, con vértices redondeados, 12-40micras de largo, 3,5-6,0 micras de ancho. El contorno de la válvula es lineal-elíptico. Un tabique interno está presente, con tres aberturas de la formación de un engrosamiento interno distintivo de sílice. Las estrías son cortas, a menudo no se extiende mucho más allá del margen de las válvulas (Diatoms of the Southern California Bight, 2012). Los extremos proximales del rafe se expanden. Esta especie se encuentra en los arroyos de montaña y hábitats Aerófilos.(Kociolek, 2011)</p>		

Elaborado por: Las investigadoras, 2017


CÓDIGO 007		
	Familia:	
	Bacillariceae	
	Género:	Especie:
	Nitzschia	Nitzschia supralitorea
<p>Características: Las válvulas son elípticas- lanceoladas con ápices cortos estrechamente redondeados y carecen de esternón. El rafe está posicionado excéntricamente dentro de una quilla que está soportada por fíbulas (Diatoms of the Southern California Bight, 2012). Habitan en aguas salobres con concentraciones relativamente grandes de nitrógeno inorgánico y pequeñas cantidades de sedimento suspendido. Dominan en la estación de verano. (Bahls et al, 1984)</p>		

Elaborado por: Las investigadoras, 2017

CÓDIGO 008		
	Familia:	
	Fragilariaceae	
	Género:	Especie:
	Tabellaria	Tabellaria fenestrata
<p>Características: Las válvulas son lineales con una inflación media que es tan amplia, o un poco más ancha, que los ápices claramente capitadas. Las estrías son paralelas y alternas. La zona axial es estrecha y lineal. Se encuentran en guas ligeramente cargadas o cargadas de materia orgánica.(Colibus, 2013)</p>		


Elaborado por: Las investigadoras, 2017

CÓDIGO 009

		Familia:	
		Pinnulariaceae	
		Género:	Especie:
		Pinnularia	Pinnularia viridis
<p>Características: Válvulas lineales elípticas a lineal con márgenes paralelos y vértices redondeados en términos generales. Longitud 50-175 micras, anchura de 10-30 micras, zona axial estrecha, formando una relativamente pequeña, lineal para la zona central elíptica. Rafe ondulan lateral. Rafe proximal externo termina dilatada y curvado hacia un lado, líneas longitudinales presentes en aproximadamente la mitad del camino entre la zona axial y de los márgenes, que recorren la longitud de la válvulas, estrías que irradian en el centro de la valvula, convirtiéndose en paralelo hacia los polos (Diatoms of the Southern California Bight, 2012). Especie frecuente en las aguas limpias y de bajo pH y bajo contenido de nutrientes (Toledo & Comas, 2011-2012).</p>			

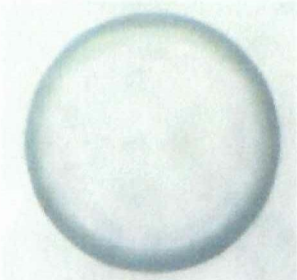
Elaborado por: Las investigadoras, 2017

CÓDIGO 010


	Familia: Pinnulariaceae	
	Género: Caloneis	Especie: Caloneis silicula
	<p>Características: Las válvulas variable en esquema, elíptico-lanceolada a linear-lanceoladas, a veces con ondulaciones marginales o un poco tumid en el centro, en términos generales no ápices redondeados prolongadas. Longitud 15-100micras, anchura de 5-18 micras, variable de la zona axial, lineal y estrecha a lanceoladas y más ancho. Rafe lateral, recto o arqueado ligeramente, rafe proximal extremo termina dilatada, desviado ligeramente en la misma dirección. Estrías 15-20/ 10 micras, irradian en paralelo, con prominentes faltas Voigt evidente. Líneas longitudinales presentes a ambos lados de la zona axial, submarginally colocados (Diatoms of the Southern California Bight, 2012).</p>	

Elaborado por: Las investigadoras, 2017

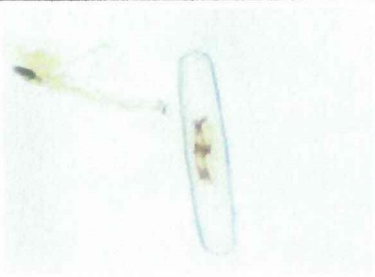
CÓDIGO 011

	Familia: Melosiraceae	
	Género: Melosira	Especie: Melosira varians
	<p>Características: Las células son cilíndricas, formando cadenas. Frústulos son 6-30 micras de diámetro con una altura manto de 5 a 15 micras. La cara de la válvula es ligeramente convexa, cubierto de pequeñas espinas. El manto está cubierto de pequeños gránulos. Es frustule tiene una estructura locular. La cara de la válvula es circular y plana. Su hábitat es normalmente bentónico y epífitas, pero se puede encontrar en el plancton también (Potapova, 2009).</p>	


Elaborado por: Las investigadoras, 2017

CÓDIGO 012		
	Familia: Gomphonemataceae	
	Género: Gomphonema	Especie: <i>Gomphonema truncatum</i>
<p>Características: Las válvulas clavan, con el centro tumulto, una constricción en la cabeza y luego el ápice es capitado, ampliamente redondeado y el footpole es redondeado. Las fisuras del rafe externo son ligeramente sinuosas. Zona central es pequeña. Las estrías se irradian, puntean indistintamente, y se hacen paralelas hacia la cabeza. Las estrías se irradian fuertemente en el pie del polo. Se trata de especies cosmopolitas, a menudo registradas en arroyos con agua de alto contenido de electrolitos, se produce en aguas frescas y salobres, toleran concentraciones muy pequeñas de nitrógeno orgánico, requiere un nivel de oxígeno bastante alto, que ocurre a veces en hábitats aerófitos (Wojtal, 2003)</p>		

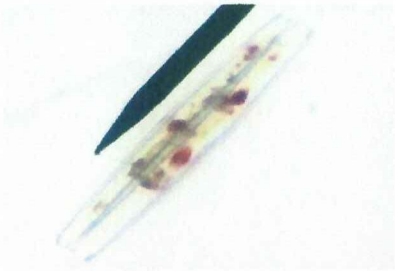
Elaborado por: Las investigadoras, 2017

CÓDIGO 013		
	Familia: Pinnulariaceae	
	Género: Pinnularia	Especie: <i>Pinnularia confirma</i>
<p>Características: válvulas lineales con bordes paralelos, bordes redondeados. Esternón de amplia rafe alcanzando aproximadamente la mitad de la anchura de la válvula, no hay zona central. Rafe lado con los extremos proximales flexionados. Estrías paralelo a lo largo de las válvulas. Viven en aguas con cierta salinidad y algo cargadas de materia orgánica (Pereira, et al., 2012)</p>		


Elaborado por: Las investigadoras, 2017


CÓDIGO 014		
	Familia: Fragilariaceae	
	Género: Diatoma	Especie: <i>Diatoma mesodon</i>
<p>Características: Frústulos son rectangulares en vista faja. Las válvulas son elípticas-lanceoladas con extremos redondeados, costillas son transapicales. Las estrías son uniseriadas, que consiste en pequeñas areolas. La zona axial es lineal, muy estrecha. Una rimoportula está presente en uno de los vértices de la válvula (Potapova, 2009). Viven en aguas algo eutróficas, en pequeñas surgencias laterales del río donde forma cortas formas cadenas. (Cantoral & Aboal, 2008)</p>		

Elaborado por: Las investigadoras, 2017


CÓDIGO 015		
	Familia: Fragilariaceae	
	Género: Synedra	Especie: Synedra sp.
<p>Características: Poseen valvas alargadas de forma linear, se caracterizan por presentar una estructura angosta y alargada con una línea menos notable que las navículas y con surcos trasversales en ciertos casos. Pueden presentarse de forma individual o como colonias, siendo la primera forma la más común en Synedra (Bellinger & Sigee, 2010).</p> <p>Tiene amplia distribución, sobretodo en lagos y ríos de aguas calmas de zonas frías. Habitan en ecosistemas con cero salinidad (Stoermer & Smol, 2004). Es una de las algas más tolerantes a la presencia de metales, es indicadora de eutrofización ya que se desarrolla de mejor manera con la presencia de nitrógeno y fósforo por lo que hay mayor disponibilidad de estos en el medio donde habitan produciendo contaminación de forma natural y afectando a otros grupos fitoplanctónicos (Reynolds, 2006).</p>		

Elaborado por: Las investigadoras, 2017

CÓDIGO 016		
	Familia: Surirellales	
	Género: Surirella	Especie: <i>Surirella ovalis</i>
<p>Características: La frústula es bipolar con un eje longitudinal definido, sin embargo pueden tomar formas lanceoladas o rómbicas. El rafe forma un canal alrededor de la frústula, este se separa del interior de la célula por puentes de sílice. (Kelly et al., 2005).</p> <p>Tienen una amplia distribución tanto en el océano, aguas salobres y en agua dulce. Estos organismos son arrastrados por las corrientes por lo que se pueden recoger en los sedimentos y rocas (Bellinger & Sigee, 2010). Son tolerantes a contaminación orgánica (Bathurst et al., 2010).</p>		
Elaborado por: Las investigadoras, 2017		

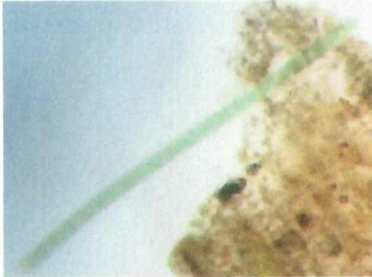
CÓDIGO 017		
	Familia: Bacillariaceae	
	Género: Hantzschia	Especie: <i>Hantzschia sp.</i>
<p>Características: Hantzschia presenta forma curva homogénea definida por un margen convexo fácil de identificar. Los ápices son romos y redondeados (Lawrence & Weldon, 2005) dando la forma a la frústula como de un banano. El rafe se encuentra a lo largo del manto valvar, se extiende a lo largo del costado entre los polos (Kelly et al., 2005).</p> <p>Son epífitas, se encuentran pegadas a otras superficies como plantas o almohadillas vegetales, principalmente en aguas con baja corriente como ciertos ríos o en aguas quietas donde existen pocos nutrientes, se encuentran en aguas con rangos de pH entre 5.6 y 8.5 (Stoermer & Smol, 2004).</p>		

Elaborado por: Las investigadoras, 2017

CÓDIGO 018		
	Familia: Amphipleuraceae	
	Género: Frustulia	Especie: <i>Frustulia vulgaris</i>
<p>Características: Son un grupo bentónico de vida libre, tienen una forma romboide o lanceolada con los ápices redondos y romos. El rafe es central y extendiéndose a lo largo de toda la estructura valvar, las estrías están ordenadas de tal manera que se produce un patrón de filas en dirección al rafe (Kelly et al., 2005). Son alcalófilas y tolerantes a contaminación (Bathurst et al., 2010).</p>		

Elaborado por: Las investigadoras, 2017

Anexo 19. Fichas de Caracterización de Microinvertebrados (Cianobacterias: Algas verde-azules) en la laguna de Chaloacocha

CÓDIGO 019		
	Familia: Oscillatoriaceae	
	Género: Oscillatoria	Especie: <i>Oscillatoria tenuis</i>
<p>Características: Filamentos de 4,8-6 μm de ancho, verde-azulado claro. Tricomas compuestos por células más anchas que largas y cuadradas, con notorios gránulos a nivel de los tabiques transversales. Los filamentos son rectos, con extremos no apuntados. (Pereira et al., 2000). Viven en aguas estancadas con cierta carga de materia orgánica.</p>		

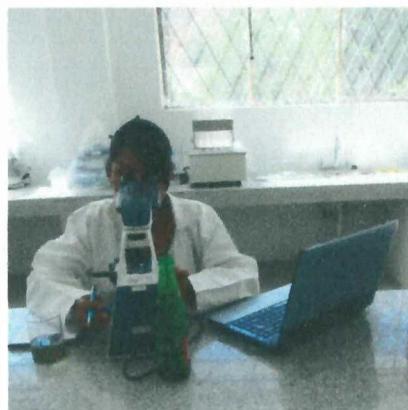
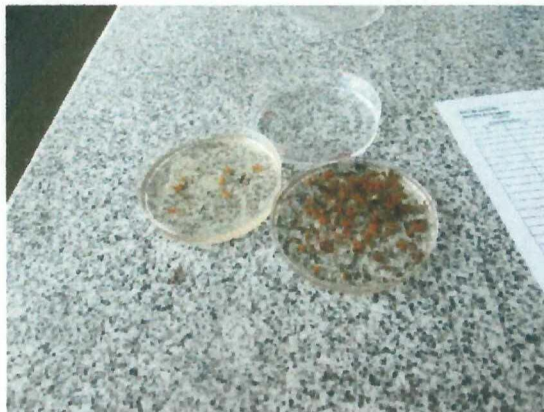
Elaborado por: Las investigadoras, 2017

Anexo 20. Actividades realizadas para la ejecución del proyecto investigativo**SELECCIÓN DE LOS PUNTOS DE MUESTREO****RECOLECCIÓN DE MACRO Y MICROINVERTEBRADOS**





Elaborado por: Las investigadoras, 2017

IDENTIFICACIÓN DE MACRO Y MICROINVERTEBRADOS EN EL LABORATORIO



Elaborado por: Las investigadoras, 2017

Anexo 21.- Resultados de los Análisis de Laboratorio

 <p>Servicio de Acreditación Ecuatoriana Acreditación N° OAF LE C 13-006 LABORATORIO DE ENSAYOS</p>	ANÁLITICA AVANZADA - ASESORÍA Y LABORATORIOS ANAVANLAB CIA. LTDA.		Muestra AAALab No: 4771-1 Pág 1 de 1
	La Primavera I, Leonardo Da Vinci 56-236 y Alberto Durero, Cumbayá. Contactos: 3550122 / 5143303 / servicioalcliente@aaalab.com.ec		

INFORME DE RESULTADOS No. 4771-1
1.- DATOS GENERALES

CLIENTE:	KARINA CRISTINA PAUTE LAGUATASIG	TELÉFONO:	0981058412
DIRECCIÓN:	MACHACHI ALOASI	ATENCIÓN A:	KARINA PAUTE

2. INFORMACION DE LA MUESTRA	INTEGRIDAD DE LA MUESTRA:	CUMPLE	LUGAR DE MUESTREO:	SALCEDO.P.N. LLANGANATES
TIPO DE MUESTRA:	AGUA SUPERFICIAL		FECHA DE MUESTREO:	09/01/2017
IDENTIFICACIÓN DE LA MUESTRA: (Dada por el cliente)	LAGUNA CHALOACOCHA		RESPONSABLE DEL MUESTREO:	KARINA CRISTINA PAUTE LAGUATASIG
FECHA DE RECEPCIÓN:	10/01/2017		PERÍODO DE REALIZACIÓN DE ANÁLISIS	10/01/2017 al 23/01/2017

3. RESULTADOS:

AA	PARAMETRO	METODO ANALITICO	UNIDADES	RESULTADO
1	Conductividad Eléctrica	AAA-PE-A008	uS/cm	53,1
1	Demanda Bioquímica de Oxígeno 5	AAA-PE-A010	mg/L	< 6
1	Demanda Química de Oxígeno	AAA-PE-A011	mg/L	< 10
1	Fosfatos	AAA-PE-A018	mg/L	2,1
1	Nitratos	AAA-PE-A024	mg/L	< 1,0
1	Oxígeno Disuelto	AAA-PE-A028	mg/L	7,3
1	pH	AAA-PE-A029	unid pH	8,0
1	Sólidos Disueltos Totales	AAA-PE-A032	mg/L	< 100
1	Turbidez	AAA-PE-A038	NTU	4,300
2	Coliformes Fecales NMP	SM 9221B	NMP/100 mL	< 1,1

Anexo 22. Reforma del 4 de noviembre del 2015– Anexo 1 del Libro VI del TULSMA – norma de Calidad Ambiental y de Descarga de Efluentes al Recurso Agua

Tabla 1: Criterios de calidad de fuentes de agua para consumo humano y doméstico que requieren tratamiento convencional

PARÁMETRO	EXPRESADO COMO	UNIDAD	CRITERIO DE CALIDAD
Demanda Química de Oxígeno	DQO	mg/L	<4
Demanda Bioquímica de Oxígeno (5 días)	DBO5	mg/L	<2
Nitratos	NO ₃	mg/L	50,0
Turbiedad	Unidades nefolométricas de turbiedad	UNT	100,0
Temperatura		°C	Condición Natural + o – 3 grados

Fuente: TULSMA, 2015 y 2002

Tabla 4. Parámetros de los niveles de la calidad de agua para riego

PROBLEMA	UNIDADES	GRADO DE RESTRICCIÓN		
		NINGUNO	LIGERO-MODERADO	SEVERO
Conductividad Eléctrica	milimhos/cm	0,7	0,7 – 3,0	>3,0
Sólidos Disueltos Totales	mg/L	450	450- 2000	>2000

Fuente: TULSMA, 2015

CE= Conductividad Eléctrica del agua de regadío (1 milimhos/cm=1000micromhos/cm)

Tabla 6: Criterios de calidad de agua para fines recreativos mediante contacto primario

PARÁMETRO	EXPRESADO COMO	UNIDAD	CRITERIO DE CALIDAD
Coliformes Fecales	NMP	NMP/100 ml	200
Oxígeno Disuelto	OD	mg/l	No menor al 80% de Concentración de saturación y no menor a 6 mg/l
Potencial de hidrógeno	pH		6,5 – 8,3

Fuente: TULSMA, 2015 y 2002