

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI

UNIDAD ACADÉMICA DE CIENCIAS AGROPECUARIAS Y RECURSOS NATURALES



CARRERA DE INGENIERÍA DE MEDIO AMBIENTE

TEMA:

“ESTABLECIMIENTO DE MECANISMOS BIORREMEDIADORES MEDIANTE LA IDENTIFICACIÓN DEL AGENTE CAUSAL DE EUTROFIZACIÓN EN LOS ACUÍFEROS SUPERFICIALES, SECTOR LOS POGUIOS – ISINCHE DE VACAS, CANTÓN PUJILÍ, PROVINCIA DE COTOPAXI, PERÍODO 2014 – 2015”.

Tesis de grado presentado previo a la obtención del título de Ingeniero de Medio Ambiente

Autor:

Mena Bautista Consuelo Maricela

Director:

Ing. Lara Landázuri Renán Arturo

**Latacunga- Ecuador
2015**

DECLARACIÓN DE AUTORÍA

Yo, Consuelo Maricela Mena Bautista, declaro que el presente trabajo aquí descrito es de mi autoría.

La Universidad Técnica de Cotopaxi puede hacer uso de los derechos correspondientes a este trabajo, según lo establecido por la Ley de Propiedad Intelectual, por su Reglamento y por la Normativa Institucional vigente.

POSTULANTE

Mena Bautista Consuelo Maricela
C.I.: 050363478-4



Ingeniería
Medio Ambiente

DOCENTE

Latacunga, 11 de Noviembre del 2015

Lic. M.Sc.
Nelson Corrales
DIRECTOR DE LA UNIDAD ACADÉMICA DE CIENCIAS AGROPECUARIAS Y
RECURSOS NATURALES.

Presente.-

De mi consideración.

En calidad de Director de la Tesis de la postulante Consuelo Maricela Mena Bautista, con el Tema: **“ESTABLECIMIENTO DE MECANISMOS BIORREMEDIADORES MEDIANTE LA IDENTIFICACIÓN DEL AGENTE CAUSAL DE EUTROFIZACIÓN EN LOS ACUÍFEROS SUPERFICIALES, SECTOR LOS POGUIOS – ISINCHE DE VACAS, CANTÓN PUJILÍ, PROVINCIA DE COTOPAXI, PERÍODO 2014 – 2015”**, certifico que ha sido prolijamente realizado las correcciones emitidas por el tribunal de tesis, por lo tanto, autorizo la presentación del respectivo empastado; la misma que está de acuerdo con las normas establecidas en el reglamento interno de la Universidad Técnica de Cotopaxi, vigente.

Atentamente,

Ing. Lara Landazuri Renán Arturo
C.I.: 040048801-1
Director de Tesis



Ingeniería
Medio Ambiente

DOCENTE

Latacunga, 10 de Noviembre del 2015

Lic. M.Sc.
Nelson Corrales
DIRECTOR DE LA UNIDAD ACADÉMICA DE CIENCIAS AGROPECUARIAS Y
RECURSOS NATURALES.

Presente.-

De mi consideración.
Reciba un cordial saludo y a la vez deseándole éxitos en sus funciones como Director Académico.

Cumpliendo con el Reglamento del Curso Profesional de la Universidad Técnica de Cotopaxi, en calidad de TRIBUNAL de la Tesis con el Tema "ESTABLECIMIENTO DE MECANISMOS BIORREMEDIADORES MEDIANTE LA IDENTIFICACIÓN DEL AGENTE CAUSAL DE EUTROFIZACIÓN EN LOS ACUÍFEROS SUPERFICIALES, SECTOR LOS POGUIOS - ISINCHE DE VACAS, CANTÓN PUJILÍ, PROVINCIA DE COTOPAXI, PERÍODO 2014 - 2015", propuesto por la Egresada MENA BAUTISTA CONSUELO MARICELA, de la especialidad de Ingeniería de Medio Ambiente, presentamos el Aval Correspondiente al presente trabajo, nos permitimos indicar que fue revisado y corregido en su totalidad, por lo que se puede solicitar la fecha para la defensa de tesis.

Particular que ponemos en su conocimiento para los fines legales pertinentes.

Atentamente,

Ing. MSc Tapia Alexandra
PRESIDENTA DEL TRIBUNAL

Dr. MSc Efraín Cayo
OPOSITOR DEL TRIBUNAL

Ing. Andrade José
MIEMBRO DEL TRIBUNAL

www.utc.edu.ec

Salache / Eloy Alfaro - Latacunga / Teléfono: 593 (03) 266 164 / care@utc.edu.ec



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 la señorita Egresada de la Carrera de Ingeniería de Medio Ambiente de la Unidad Académica de Ciencias Agropecuarias y Recursos Naturales: **MENA BAUTISTA CONSUELO MARICELA**, cuyo título versa **"ESTABLECIMIENTO DE MECANISMOS BIORREMIADORES MEDIANTE LA IDENTIFICACIÓN DEL AGENTE CAUSAL DE EUTROFIZACIÓN EN LOS ACUÍFEROS SUPERFICIALES, SECTOR LOS POGUIOS- ISINCHE DE VACAS, CANTÓN PUJILÍ, PROVINCIA DE COTOPAXI, PERÍODO 2014-2025"**, 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 estimaren conveniente.

Latacunga, Noviembre del 2015

Atentamente,

Msc. Arias Arroyo Paulina Alexandra
DOCENTE CENTRO CULTURAL DE IDIOMAS
C.C. 050221209-5

www.ut.edu.ec

Av. Simón Rodríguez s/n Barrio El Ejido /San Felipe. Tel: (03) 2252346 - 2252307 - 2252205

AGRADECIMIENTO

A la vida por haberme dado más de una oportunidad para seguir luchando por la hermosa familia en la que crecí.

En especial a mi familia por haber depositado su confianza en mí durante mis estudios.

A la Universidad Técnica de Cotopaxi, Unidad Académica de Ciencias Agropecuarias y Recursos Naturales, y a los señore@s: Ing. Renán Lara, Ing. Alexandra Tapia, Ing. José Andrade, Dr. Efraín Cayo por su asesoría en la investigación.

Al departamento de Ciencias Biológicas de la Escuela Politécnica Nacional, al curador del museo de historia natural “Gustavo Orces” el señor: Vladimir Carvajal por su asesoría.

A los profesores, compañeros de la Universidad y todas las personas que confiaron y apoyaron mis sueños.

Consuelo Mena Bautista

DEDICATORIA

La presente investigación está dedicada a todas las personas que confiaron en mí y creyeron que lo lograría, aquellas que aportaron en mi crecimiento personal y profesional.

A mi madre Cecilia Bautista, mi abuela Celita Bautista y mi tía Azucena, por su cariño, comprensión y entrega durante toda mi vida; a José Francisco por su apoyo incondicional y a toda la familia Bautista quienes con sus consejos han sabido guiarme para cumplir mis objetivos, que me permitieron llegar hasta estas instancias.

A mis maestros por su paciencia constancia y sabiduría.

Consuelo Mena Bautista

ÍNDICE DE CONTENIDO

AGRADECIMIENTO	v
DEDICATORIA	vi
RESUMEN EJECUTIVO	xiv
ABSTRACT	xvi
INTRODUCCIÓN	xvii
JUSTIFICACIÓN	xix
OBJETIVOS	xx
Objetivo General	xxi
Objetivos Específicos	xxi
CAPÍTULO I	1
1. FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA	1
1.1. ANTECEDENTES	1
1.2. MARCO TEÓRICO	4
1.2.1. El Agua	4
1.2.2. Polución y Contaminación del Agua	10
1.2.3. Indicadores de Calidad del Agua	23
1.2.4. Conservación de Acuíferos Superficiales	30
1.3. GLOSARIO DE TÉRMINOS	32
1.4. NORMATIVA VIGENTE	38
CAPÍTULO II	49
2. DISEÑO METODOLÓGICO E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS ...	49
2.1. Diseño Metodológico	49
2.1.1. Tipos de Investigación	49
2.1.2. Metodología	51
2.2. Métodos y Técnicas	57
2.2.1. Métodos	57
2.2.2. Técnicas	59
2.3. Recursos, Materiales y Equipos	62
2.3.1. Recursos Institucionales	62
2.3.2. Talento Humanos	62
2.3.3. Recursos Tecnológicos	63
2.3.4. Recursos Materiales	63
2.4. Ubicación del Sitio de Estudio	65

2.4.1.	Ubicación	65
2.4.2.	Medio Físico.....	66
2.4.3.	Medio Biótico.....	68
2.4.4.	Medio Socio Económico.....	69
2.5.	Análisis e Interpretación de Resultados.....	70
2.5.1.	Interpretación de los Análisis Físico - Químicos.....	70
2.5.2.	Resultados de la Identificación y Conteo de Macroinvertebrados ..	73
2.5.3.	Resultados de la Identificación y Conteo de Fitoplancton.....	86
2.5.4.	Identificación y Obtención de Peso Seco de Macrófitas	95
2.5.	INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS	99
2.6.1.	Establecimiento del Estado Trófico.....	99
2.6.2.	Correlaciones entre las Variables Independientes y Dependientes de los Indicadores Utilizados	118
CAPÍTULO III		144
3.	PROPUESTA.....	144
3.1.	INTRODUCCIÓN.....	145
3.2.	JUSTIFICACIÓN	146
3.3.	OBJETIVO.....	147
3.4.	MARCO TEÓRICO	147
3.4.1.	Concepto de Humedal Natural	147
3.4.2.	Concepto de Humedal Artificial.....	147
3.4.3.	Eliminación de Nutrientes.....	149
3.5.	DISEÑO DE HUMEDAL DE FLUJO SUPERFICIAL	153
3.5.1.	Criterios de Diseño para un Humedal de Flujo Superficial	153
3.5.2.	Parámetros de Diseño para un Humedal de Flujo Superficial	153
3.5.3.	Cálculos.....	154
3.5.4.	Implementación del Humedal	159
3.5.5.	Mantenimiento del Humedal.....	159
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....		160
CONCLUSIONES		160
RECOMENDACIONES		163
BIBLIOGRAFÍA		164
Bibliografía Citada.....		164
Bibliografía Consultada.....		169
Tesis revisadas		170
Legislación		172

Lincografía	173
ANEXOS.....	1727

ÍNDICE DE CUADROS

CUADRO 1: ZONAS DEL AGUA SUBTERRÁNEA.....	8
CUADRO 2: NIVELES DE EUTROFIZACIÓN	15
CUADRO 3: VALORES LÍMITES DE CLASIFICACIÓN TRÓFICA PARA FÓSFORO TOTAL	18
CUADRO 4: VALORES LÍMITES DE ESTADO TRÓFICO DE LAKEWATCH	18
CUADRO 5: VALORES LÍMITES DE CLASIFICACIÓN TRÓFICA A PARTIR DE LA TRANSPARENCIA.....	19
CUADRO 6: RANGOS DE ESTADO TRÓFICO EN BASE A LA SATURACIÓN DE OXÍGENO DISUELTO	19
CUADRO 7: ESQUEMAS DE CLASIFICACIÓN DE LAS AGUAS CONTAMINADAS DE ACUERDO A LOS VALORES DEL ÍNDICE DE SHANNON WEAVER (H') SEGÚN ROLDÁN (1992)	21
CUADRO 8: RANGO ESTABLECIDO PARA LA CLASIFICACIÓN DE LA CALIDAD DE LAS AGUAS	23
CUADRO 9: RESULTADOS DE LOS ANÁLISIS FÍSICO-QUÍMICOS.....	72
CUADRO 10: CONTEO DE MACROINVERTEBRADOS COLECTADOS DURANTE EL PERÍODO DE ESTUDIO	85
CUADRO 11: PESO SECO g/m ² DE MACRÓFITAS DURANTE EL PERÍODO DE ESTUDIO.....	98
CUADRO 12: CATEGORIZACIÓN TRÓFICA DE OESTPOG BASADA EN LOS PARÁMETROS FÍSICOS Y QUÍMICOS	99
CUADRO 13: CATEGORIZACIÓN TRÓFICA DE CENTPOG BASADA EN LOS PARÁMETROS FÍSICOS Y QUÍMICOS	100
CUADRO 14: ABUNDANCIA TOTAL Y RELATIVA DE MACROINVERTEBRADOS DEL ACUÍFERO SUPERFICIAL OESTPOG..	103
CUADRO 15: ABUNDANCIA TOTAL Y RELATIVA DE MACROINVERTEBRADOS DEL ACUÍFERO SUPERFICIAL CENTPOG	104
CUADRO 16: ÍNDICES DE DIVERSIDAD DE MACROINVERTEBRADOS	105
CUADRO 17: CLASIFICACIÓN DE LA CALIDAD DEL AGUA BASADO EN EL ÍNDICE DE SHANNON WEAVER H'	108
CUADRO 18: RELACIÓN ENTRE LOS GÉNEROS DE MACROINVERTEBRADOS INDICADORES Y LAS CONCENTRACIONES FÍSICO-QUÍMICAS.....	110
CUADRO 19: ABUNDANCIA TOTAL Y RELATIVA DEL ACUÍFERO SUPERFICIAL OESTPOG.....	111
CUADRO 20: ABUNDANCIA TOTAL Y RELATIVA DEL ACUÍFERO SUPERFICIAL CENTPOG	112
CUADRO 21: CLASIFICACIÓN DE LA CALIDAD DEL AGUA BASADA EN EL IDG.....	114
CUADRO 22: RELACIÓN ENTRE LOS GÉNEROS INDICADORES DE FITOPLANCTON Y LAS CONCENTRACIONES FÍSICO-QUÍMICAS	115
CUADRO 23: VALORES DE RIQUEZA Y NITRÓGENO TOTAL.....	118
CUADRO 24: VALORES DE ABUNDANCIA Y NITRÓGENO TOTAL.....	119

CUADRO 25: VALORES DEL ÍNDICE DE SHANNON WIENER Y NITRÓGENO TOTAL	120
CUADRO 26: VALORES DEL ÍNDICE DE SIMPSON Y NITRÓGENO TOTAL.....	121
CUADRO 27: VALORES DE RIQUEZA Y FÓSFORO TOTAL	122
CUADRO 28: VALORES DE ABUNDANCIA Y FÓSFORO TOTAL	123
CUADRO 29: VALORES DEL ÍNDICE DE SHANNON WIENER Y FÓSFORO TOTAL.....	124
CUADRO 30: VALORES DEL ÍNDICE DE SIMPSON Y FÓSFORO TOTAL	125
CUADRO 31: VALORES DE RIQUEZA Y OXÍGENO DISUELTO.....	126
CUADRO 32: VALORES DE ABUNDANCIA Y OXÍGENO DISUELTO.....	127
CUADRO 33: VALORES DEL ÍNDICE DE SHANNON WIENER Y OXÍGENO DISUELTO	128
CUADRO 34: VALORES DEL ÍNDICE DE SIMPSON Y OXÍGENO DISUELTO	129
CUADRO 35: VALORES DE RIQUEZA Y PH.....	130
CUADRO 36: VALORES DE ABUNDANCIA Y PH.....	131
CUADRO 37: VALORES DEL ÍNDICE DE SHANNON WIENER Y PH.....	132
CUADRO 38: VALORES DEL ÍNDICE DE SIMPSON Y PH.....	133
CUADRO 39: VALORES DE ABUNDANCIA DE FITOPLANCTON Y NITRÓGENO TOTAL	134
CUADRO 40: VALORES DE ABUNDANCIA DE FITOPLANCTON Y FÓSFORO TOTAL	135
CUADRO 41: VALORES DE ABUNDANCIA DE FITOPLANCTON Y OXÍGENO DISUELTO	136
CUADRO 42: VALORES DE ABUNDANCIA DE FITOPLANCTON Y PH.....	137
CUADRO 43: VALORES DE ABUNDANCIA DE PESO SECO DE MACRÓFITAS Y NITRÓGENO TOTAL.....	138
CUADRO 44: VALORES DE PESO SECO DE MACRÓFITAS Y FÓSFORO TOTAL.....	139
CUADRO 45: VALORES DE PESO SECO DE MACRÓFITAS Y OXÍGENO DISUELTO	140
CUADRO 46: VALORES DE PESO SECO DE MACRÓFITAS Y PH.....	141
CUADRO 47: RESUMEN DE CORRELACIONES ENTRE LAS VARIABLES DEPENDIENTES E INDEPENDIENTES	142
CUADRO 48: CRITERIOS DE DISEÑO PARA UN HUMEDAL DE FLUJO SUPERFICIAL.....	153
CUADRO 49: PARÁMETROS DE DISEÑO PARA UN HUMEDAL DE FLUJO SUPERFICIAL.....	153

ÍNDICE DE FOTOGRAFÍAS

FOTOGRAFÍA 1: LOCALIZACIÓN DE LAS UNIDADES DE ESTUDIO	65
FOTOGRAFÍA 2: GÉNERO <i>Haplotáxis</i>	73
FOTOGRAFÍA 3: GÉNERO <i>Aeshna</i>	74
FOTOGRAFÍA 4: GÉNERO <i>Ilibius</i>	75
FOTOGRAFÍA 5: GÉNERO <i>Hidroporus</i>	76
FOTOGRAFÍA 6: GÉNERO <i>Tropisternus</i>	77
FOTOGRAFÍA 7: LARVA DEL GÉNERO <i>Chironomus</i>	78
FOTOGRAFÍA 8: LARVA DEL GÉNERO <i>Culex</i>	79
FOTOGRAFÍA 9: LARVA DEL GÉNERO <i>Odontomyia</i>	80
FOTOGRAFÍA 10: LARVA DE <i>Típula</i>	81
FOTOGRAFÍA 11: LARVA EL GÉNERO <i>Eristalis</i>	82
FOTOGRAFÍA 12: GÉNERO <i>Physa</i>	83
FOTOGRAFÍA 13: GÉNERO <i>Corvicula</i>	84
FOTOGRAFÍA 14: GÉNERO <i>Lemna</i>	95
FOTOGRAFÍA 15: GÉNERO <i>Scirpus</i>	96
FOTOGRAFÍA 16: GÉNERO <i>Nasturtium</i>	97

ÍNDICE DE GRÁFICOS

GRÁFICO 1: BIOMASA DE MACRÓFITAS EN EL PERÍODO DE ESTUDIO	117
GRÁFICO 2: CORRELACIÓN DE LA RIQUEZA Y EL NITRÓGENO TOTAL	118
GRÁFICO 3: CORRELACIÓN DE LA ABUNDANCIA Y EL NITRÓGENO TOTAL.....	119
GRÁFICO 4: CORRELACIÓN DEL ÍNDICE DE EQUIDAD DE SNAHHON WEAVER Y EL NITRÓGENO TOTAL	120
GRÁFICO 5: CORRELACIÓN DEL ÍNDICE DE DOMINANCIA DE SIMPSON Y EL NITRÓGENO TOTAL	121
GRÁFICO 6: CORRELACIÓN DE LA RIQUEZA Y EL FÓSFORO TOTAL	122
GRÁFICO 7: CORRELACIÓN DE LA ABUNDANCIA Y EL FÓSFORO TOTAL.....	123
GRÁFICO 8: CORRELACIÓN ÍNDICE DE EQUIDAD DE SHANNON WEAVER Y EL FÓSFORO TOTAL.....	124
GRÁFICO 9: CORRELACIÓN ÍNDICE DE DOMINANCIA DE SIMPSON Y EL FÓSFORO TOTAL.....	125
GRÁFICO 10: CORRELACIÓN DE LA RIQUEZA Y EL OXÍGENO DISUELTO	126
GRÁFICO 11: CORRELACIÓN DE LA ABUNDANCIA Y EL OXÍGENO DISUELTO	127
GRÁFICO 12: CORRELACIÓN ÍNDICE DE EQUIDAD DE SHANNON WEAVER Y EL OXÍGENO DISUELTO	128
GRÁFICO 13: CORRELACIÓN ÍNDICE DE DOMINANCIA DE SIMPSON Y EL OXÍGENO DISUELTO	129
GRÁFICO 14: CORRELACIÓN DE LA RIQUEZA Y EL PH.....	130
GRÁFICO 15: CORRELACIÓN DE LA ABUNDANCIA Y EL PH.....	131
GRÁFICO 16: CORRELACIÓN ÍNDICE DE EQUIDAD DE SHANNON WEAVER Y EL PH.....	132
GRÁFICO 17: CORRELACIÓN ÍNDICE DE SIMPSON Y EL PH	133
GRÁFICO 18: CORRELACIÓN DE LA ABUNDANCIA DE FITOPLANCTON Y EL NITRÓGENO TOTAL	134
GRÁFICO 19: CORRELACIÓN DE LA ABUNDANCIA DE FITOPLANCTON Y EL FÓSFORO TOTAL	135
GRÁFICO 20: CORRELACIÓN DE LA ABUNDANCIA DE FITOPLANCTON Y EL OXÍGENO DISUELTO.....	136
GRÁFICO 21: CORRELACIÓN DE LA ABUNDANCIA DE FITOPLANCTON Y EL PH.....	137
GRÁFICO 22: CORRELACIÓN PESO SECO DE MACRÓFITAS Y EL NITRÓGENO TOTAL	138
GRÁFICO 23: CORRELACIÓN PESO SECO DE MACRÓFITAS Y EL FÓSFORO TOTAL	139
GRÁFICO 24: CORRELACIÓN PESO SECO DE MACRÓFITAS Y EL OXÍGENO DISUELTO.....	140
GRÁFICO 25: CORRELACIÓN PESO SECO DE MACRÓFITAS Y EL PH.	141

TEMA DE TESIS: “ESTABLECIMIENTO DE MECANISMOS BIORREMIEDIADORES MEDIANTE LA IDENTIFICACIÓN DEL AGENTE CAUSAL DE EUTROFIZACIÓN EN LOS ACUÍFEROS SUPERFICIALES, SECTOR LOS POGUIOS – ISINCHE DE VACAS, CANTÓN PUJILÍ, PROVINCIA DE COTOPAXI, PERÍODO 2014 – 2015”.

AUTOR: Consuelo Maricela Mena Bautista.

DIRECTOR: Renán Arturo Lara Landázuri

RESUMEN EJECUTIVO

El sector los Poguios alberga floraciones de agua subterránea que se encuentran ubicados entre los barrios Guambaló al norte y este; San Agustín al sur y San Marcos e Infantes al oeste; de él se abastecen para consumo humano la junta de aguas Chugchilán, Guambaló e Inchapo, y regadío la junta de agua Simón Rodríguez.

El monitoreo de los parámetros físicos y químicos; así como de los indicadores biológicos (fitoplancton, macroinvertebrados y macrófitas) se realizaron mensualmente durante cinco meses y dotaron de datos significativos para la determinación del fenómeno de eutrofización; la caracterización de los organismos muestreados y la utilización de índices de diversidad corroboraron la clasificación trófica.

El deterioro de los acuíferos superficiales se debe a varios factores tanto físicos y químicos que intervienen en los procesos de biocenosis de los organismos que habitan en el medio acuático; muchos de los organismos presentan adaptaciones para vivir en medios eutrofizados; sin embargo otros son indicadores del

fenómeno. La vegetación es abundante e impide el intercambio de energía a la vez que produce gran cantidad de biomasa que se aporta al medio acuático y agudiza el proceso eutrófico.

La intervención de medios naturales resulta muy delicada; pues se corre el riesgo de desequilibrar el ecosistema y provocar un impacto mayor, la biorremediación es una alternativa para la contaminación por materia orgánica por lo que se propone esta alternativa para la conservación de los acuíferos superficiales del sector los Poguios.

THEME: "ESTABLISHMENT OF BIOREMEDIATION MECHANISMS BY IDENTIFYING THE CAUSAL AGENT OF EUTROPHICATION IN SHALLOW AQUIFERS, AT THE POGUIOS- ISINCHE DE VACAS SECTOR, PUJILÍ, COTOPAXI PROVINCE, PERIOD 2014-2025"

AUTHOR: Consuelo Maricela Mena Bautista

DIRECTOR: Renán Arturo Lara Landázuri

ABSTRACT

The Poguios area holds groundwater, which are situated among the Guambaló neighborhoods to the north and east; to the south, San Agustín, and, to the west, San Marcos and Infantes neighborhoods. This groundwater supplies the human consumption mainly in the Chugchilán, Guambaló and Inchapo neighborhoods; and additionally it contributes to the irrigation system of the Simon Rodriguez water board.

The monitoring of the physical and chemical parameters, also the biological ones (phytoplankton, macroinvertebrates and macrophytes) were carried out monthly, in five months; and they bring a lot of important information to establish the eutrophication phenomenon; the sampled organisms identification and the use of specific diversity ratings, confirmed the trophic classification.

The shallow aquifers deterioration is caused by a lot of facts, including some physical and chemical, which intervene in the organisms biocenosis process that live in the acuatic habitat; the mayor part of these organisms are adapted to live in eutrophicated habitats, but others are eutrophication traces. The flora in the site is profuse, and it prevents the energy exchange, producing a huge amount of biomass that worsens the eutrophication problem.

The intervention of natural sites is very delicate, because we can risk the equilibrium of it, and do more damage in it. The bioremediation is one of the alternatives we present for the organic wastes contamination, to help in the conservation of the shallow aquifers of the Poguios sector.

INTRODUCCIÓN

La Eutrofización es un fenómeno producido principalmente por las altas concentraciones de Nitrógeno y Fósforo en el agua, a este fenómeno se le atribuye la degradación de muchas fuentes hídricas generando una proliferación excesiva de productores de clorofila, una alteración en el flujo de energía de la cadena trófica, y sobresaturación en la demanda de oxígeno en el agua.

La detección de la eutrofización en acuíferos superficiales depende de múltiples factores que pueden intervenir en el desarrollo de este fenómeno; las concentraciones de Nitrógeno y Fósforo influyen en el desarrollo de ciertos organismos; por ejemplo: altas concentraciones de nitrógeno ayudan a la proliferación de macrófitas y algas, en cambio el Fósforo influye en el crecimiento del fitoplancton; por otro lado, la temperatura juega un papel muy importante en las reacciones químicas, al incrementarse la temperatura las reacciones son más rápidas y consumen mayor cantidad de oxígeno.

La provincia de Cotopaxi cuenta con algunos acuíferos superficiales, que en las últimas décadas se han visto afectados por la expansión urbana, la mala gestión de los desechos urbanos y efluentes domésticos que ocasionan contaminación en las fuentes de agua.

Los acuíferos llamados Poguios; presentan floraciones que tienen abundante caudal por lo que fluyen sin problema; sin embargo los que experimentan problemas de Eutrofización son los que se encuentran cercados formando embalses.

Los protocolos de trabajo de campo y de laboratorio aplicados, fueron adaptados de metodologías españolas y colombianas; el muestreo de fitoplancton dependió de la profundidad. El filtrado es recomendado para cuerpos de agua poco profundos en los cuales se requiere tener datos cuantificables y significativos de los organismos que habitan en el cuerpo de agua. Los macroinvertebrados se presentaron en menor diversidad pero en mayor abundancia; la presencia de bancos vegetativos y los fondos blandos son un ambiente propicio para la reproducción de los órdenes Aplotaxida, Odonata, Coleóptera, Díptera, Pulmonata, Unionaceae.

En los Poguios, se presume que la proliferación de altas tazas de biomasa caracterizada por la presencia de abundantes macrófitas acuáticas, son el resultado de la eutrofización.

En tal virtud se planteó el presente estudio, que permitió estimar el comportamiento temporal de las diferentes variables y correlacionarlas para determinar la forma en la que influyen los parámetros físicos y químicos con respecto a las poblaciones Fitoplanctónicas, Macroinvertebrados y establecimiento de biomasa de Macrófitas (g/m^2). El presente estudio tiene por objeto determinar características del proceso de degradación que experimentan los acuíferos, así como la estimación de él o los agentes causales de Eutrofización.

Por último se estableció una propuesta de biorremediación a nivel de pre-factibilidad en la que se detallan las bases teóricas de la propuesta con la cual se espera equilibrar el ecosistema para lentificar su desaparición sin alterar de manera drástica la biocenosis de las especies existentes.

JUSTIFICACIÓN

El agua constituye en recurso fundamental para el desarrollo biológico, social y económico de las poblaciones las cuales se abastecen de ella para sus actividades cotidianas y producción agropecuaria en la que se centra el crecimiento económico y social del sector; el agua es utilizada para irrigar los campos de cultivos de hortalizas y pastos cercanos al río que luego son utilizados para alimentación local y para el sustento de animales menores y ganado vacuno; la importancia biológica de los acuíferos superficiales radica en el valor que tiene el agua para el desarrollo de la vida en todas sus formas, el aporte al ciclo hidrológico y al mantenimiento equilibrado del ecosistema a través del tiempo en el sentido de la conservación del ecosistema.

Bajo la preocupación de este problema se plantea investigar el o los agentes causales del fenómeno de eutrofización de los acuíferos superficiales del sector los Poguios – Isinche de vacas del cantón Pujilí mediante el análisis situacional actual del área que permitirá establecer el estado ambiental de los acuíferos, la observación de bioindicadores que caracterizan el fenómeno permitirá determinar la dinámica de la eutrofización con la identificación de animales o plantas que se desarrollan en este medio y por último se pretende establecer una propuesta de manejo y conservación de los acuíferos superficiales para mantener equilibrado el ecosistema y abastecer de manera constante del recurso agua a los sectores río abajo del sector los Poguios Isinche de vacas.

Los beneficiarios de la presente investigación son los pobladores de Guambaló, Isinche y San Agustín los cuales tendrán abastecimiento de agua para irrigar los campos, poder cultivar alimentos para su sustento y para sus animales; potencializando la economía del sector y el desarrollo interno de una manera equilibrada con la naturaleza, preservando el recurso para futuras generaciones.

OBJETIVOS

Objetivo General

Determinar el agente causal de eutrofización de los acuíferos superficiales mediante indicadores biológicos en el sector los Poguios – Isinche de vacas cantón Pujilí, provincia de Cotopaxi en el período 2014 – 2015 y proponer mecanismos biorremediadores para evitar su degradación.

Objetivos Específicos

- Diagnosticar la situación ambiental actual del acuífero superficial del sector los Poguios – Isinche de Vacas mediante el levantamiento de la línea base ambiental.
- Identificar el agente o los agentes causales de eutrofización mediante el análisis, identificación, y correlación estadística de las variables independientes (indicadores físicos y químicos) y dependientes (indicadores biológicos); en el período de tiempo establecido.
- Proponer alternativas a nivel de pre- factibilidad y determinar la más adecuada para la conservación de los acuíferos superficiales.

CAPÍTULO I

1. FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA

1.1. ANTECEDENTES

El agua conforma el 70% de la superficie terrestre del planeta: de ella, el 97,7 % del agua es salada y el 2,8% es agua dulce. Se distribuye en los océanos, ríos, mares, lagos y glaciares, pero no toda el agua es utilizable para el ser humano, solo el 0,6% puede ser utilizado y corresponde al agua que se encuentra en los ríos, lagos y el suelo (agua subterránea).

En Latino América y el Caribe se encuentra el 26% de los recursos hídricos del mundo de este porcentaje el 16% se encuentra en la llanura amazónica y el 45% corresponde a cuencas transfronterizas.

El Centro para la Investigación en Recursos Acuáticos de Nicaragua, Universidad Nacional Autónoma de Nicaragua, realizó un estudio del “FLUJO DE MACRONUTRIENTES EN EL SUBSISTEMA HIDROLÓGICO LAGO COCIBOLCA”, en el cual se encontró que la cantidad de macronutrientes que llegan al lago Cocibolca, desde diferentes fuentes, podría promover la eutrofización de sus aguas, lo que provocaría su restricción para el consumo humano y retrasaría el desarrollo de las actividades económicas en su cuenca. Con

los objetivos de identificar las actividades humanas y las áreas que mayormente aportan macronutrientes, de caracterizar el estado trófico en el área de descarga y de proporcionar información de gran utilidad para el manejo de la cuenca del Lago Cocibolca, se calculó la carga de Fósforo Total (PT) y Nitrógeno Total (NT) aplicando dos metodologías: a) por observación directa y b) empleando el modelo Cálculo de la Carga de Nutrientes en Lagos. En el área de descarga del lago, el fósforo se determinó como nutriente limitante, clasificándose en estado mesotrófico. La discrepancia entre las cargas observadas y las modeladas, sugieren que se requiere de cierta precaución al aplicar los coeficientes de exportación. Por otro lado, la observación sistemática de las cargas de nutrientes debe incorporarse como un elemento básico en los programas de manejo de cuencas.

RAP-AL Uruguay EN ABRIL DEL 2010, realizó un estudio sobre “contaminación y eutrofización del agua: impactos del modelo de agricultura industrial”, en la cual se llegó a la conclusión de que el país vive un proceso de degradación de los recursos hídricos, en gran medida vinculado a un modelo industrial de agricultura, basado en el uso masivo de agroquímicos. El país gasta millones de dólares en importar fertilizantes que terminan eutrofizando nuestros cursos y espejos de agua y otros muchos millones para importar plaguicidas que contaminan aguas superficiales y subterráneas. Este modelo agrícola no sólo resulta en eutrofización y contaminación del agua, sino que además conlleva la desaparición constante de pequeños productores y la concentración de la tierra, impactos sobre la salud de productores y consumidores, la pérdida de biodiversidad en general y agrícola en particular y la degradación de suelos. Un caso particular de afectación a los recursos hídricos es la situación de la laguna del Sauce, según lo indicado por diferentes científicos, se encuentra actualmente en un estado de eutrofia a hipereutrofia, observándose un marcado aumento en la frecuencia y duración de las floraciones de micro algas. Esto se ve especialmente agravado durante el desarrollo de las floraciones estivales de cianobacterias. Los eventos de sequías que se ha dado en los últimos años, disminuyen el aporte de los

ríos al sistema y temperaturas mayores durante los meses de invierno pueden llevar a que las cianobacterias predominen a lo largo de todo el año, agravado aún más por ser especies potencialmente tóxicas, por ejemplo *Microcystis* spp.

La revista de biología tropical, en junio del 2003, publica los estudios sedimentológicos en el Lago San Pablo, un lago tropical de alta montaña, situado en los Andes Ecuatorianos a 2660 msnm, el lago presenta características propias de un estado eutrófico y, como consecuencia de esto se ha observado un crecimiento intenso de macrófitas y un hipolimnion anóxico con contenido de sulfitos orgánicos en los sedimentos. A partir de las características físico- químicas de los sedimentos superficiales, se han podido establecer una distribución homogénea de estos a lo largo y ancho del fondo de la cubeta. Los análisis verticales de sedimentos destacan el incremento en los depósitos de fósforo durante los últimos 110 años, pero este incremento representa el 50% de la concentración previa, lo cual es bastante moderado. En el pasado los ingresos de fósforo se debieron a efectos naturales. Los lagos tropicales de alta montaña estudiados en el Ecuador muestran una tendencia hacia la eutrofización. Este hecho es contradictorio, ya que estos lagos se encuentran en zonas poco pobladas y de bajo desarrollo de la vegetación.

Los acuíferos superficiales de todo el mundo manifiestan algún deterioro, ya sea por causas antrópicas o naturales; o a su vez, por la combinación de ambas; los procesos naturales de degradación y contaminación no están aislados de constituir un problema para la disponibilidad del recurso agua para las generaciones futuras. El proceso de Eutrofización es una prueba de la desaparición de acuíferos de agua dulce alto-andinos por causas naturales y antrópicas; que se evidencia mediante el monitoreo de indicadores biológicos y los parámetros físico –químicos indicadores de este fenómeno.

1.2. MARCO TEÓRICO

1.2.1. *El Agua*

1.2.1.1. *Definición de Agua*

NEBEL Bernard (1999), **El agua es un líquido incoloro, inodoro e insípido, que hierve a 100°C y se congela a 0°C; químicamente el agua se compone de dos átomos de hidrógeno unidos a uno de oxígeno por medio de enlaces covalentes.** p 202

La Real Academia Española, define al agua (del latín aqua) es la “sustancia formada por la combinación de un volumen de oxígeno y dos de hidrógeno, líquida, inodora, insípida, en pequeña cantidad incolora y verdosa o azulada en grandes masas. Es el componente más abundante en la superficie terrestre y más o menos puro, forma la lluvia, las fuentes, los ríos y los mares; es parte constituyente de todos los organismos vivos y aparece en compuestos naturales, y como agua de cristalización en muchos cristales”.

1.2.1.2. *Importancia del Agua*

El agua es uno de los compuestos químicos más importantes para los seres humanos y la vida en general, tal como se desarrolla en nuestro planeta.

Fijándonos en el aspecto puramente cuantitativo, debemos indicar que el agua cubre aproximadamente el 72% de la superficie terrestre, y que la materia viva incluye en su composición entre el 50 y el 98% de esta sustancia.

Desde al punto de vista cualitativo, todas las formas de vida, aún en el desierto, requieren una entrada importante de agua y casi todas las funciones de nutrición y excreción en los seres vivos se basan en el agua. El agua, además, actúa como fuente de oxígeno tanto en la fotodescomposición atmosférica como en la fotosíntesis de las plantas verdes. En este último proceso el hidrógeno pasa a formar parte de la materia de la planta, con excepciones poco importantes. La función fotosintética es la base de toda la vida en la tierra y el agua interviene en ella tanto de forma transitoria como permanente.

PRIETO Jaime (2004), manifiesta: La vida empieza en el agua, la cual es depósito de calor y fuente de frío, transporte de los alimentos de cada célula del cuerpo, asciende en las plantas por ósmosis y capilaridad, es un gran conductor de la electricidad y materia prima para la formación de las plantas. Mediante la fotosíntesis la planta utiliza la energía de la luz para formar azúcares, celulosa y almidones por medio del agua y el anhídrido carbónico.

La vida ha utilizado el agua como medio de disolución y transporte interno de los elementos y sus combinaciones, necesarias para el desarrollo vital de los organismos. El agua abunda en la tierra, es fundamental en la producción de alimentos, en el crecimiento y la vida de las plantas, en el buen vivir del hombre, en la cría de animales, en la industria, en la construcción, en el movimiento y mantenimiento de máquinas, en la extinción de incendios, en el control de las heladas, y en el aseo en general.

Toda el agua que utiliza la humanidad procede de la precipitación del vapor acuoso de la atmósfera en forma de lluvia, granizo o nieve y escarcha, captada en una de las diversas etapas que recorre dicho líquido para volver a formar el vapor acuoso, por la evaporación del agua de ríos, suelo, estanques, lagos, mar y vegetación. Cada una de las regiones tiene un régimen lluvioso casi constante,

influyendo la topografía del terreno, la altitud, su riqueza forestal y cercanía al mar.

La fisonomía de la vegetación y las actividades de los animales, guardan relación estrecha con la distribución climática del agua. La disponibilidad de agua no solo depende del clima, también depende de la capacidad de retención de agua por los suelos, así como de la topografía, que afecta el drenaje y la recolección del agua. Ciertas características atmosféricas, como vientos muy fuertes o el contacto de las nubes con las pendientes montañosas afectan el contenido de humedad de la atmósfera.

Los suelos y la vegetación son factores variables que influyen sobre el movimiento del agua. La vegetación natural misma, refleja todos los factores climáticos y edáficos. Nuestro planeta contiene la misma cantidad de agua que hace millones de años, y la cantidad de ella en una región depende de su almacenamiento y mantenimiento según su área boscosa, imponiendo una regulación y conservación más racional de las reservas de agua, desde el momento de la captación, pasando por su consumo en ciudades y campos, hasta una adecuada y rigurosa purificación de los efluentes residuales.

La abundancia de agua y su buen uso señala el nivel de vida y desarrollo de un pueblo, por ello se hace necesario estudiar y resolver el problema del manejo y preservación del agua ante el gasto que viene en aumento, pues el agua dulce en este siglo XXI va a ser el problema ambiental y político más decisivo que enfrentará la humanidad. El problema de la escasez de agua debe incluir al ser humano a estudiar y desarrollar técnicas que permitan manipular el ciclo del agua en la naturaleza, para que la disponibilidad de agua aumente lo mismo que las crecientes demandas de recursos hídricos.

1.2.1.3. Tipos de Agua

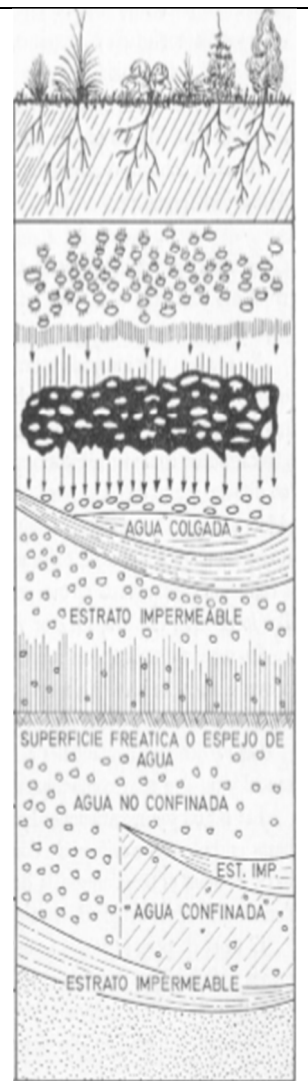
OROZCO Carmen, PÉREZ Antonio, GONZALES Nieves, RODRÍGUEZ Francisco y ALFAYATE José (2003), clasifican las aguas en tres tipos: Agua atmosférica, Aguas superficiales de escorrentía y Aguas subterráneas edáficas.

1.2.1.3.1. Aguas Subterráneas edáficas

De acuerdo a COLLAZO María y MONTAÑO Jorge (2012) las aguas subterráneas edáficas son aquellas que se alojan y circulan en el subsuelo, conformando los acuíferos. La fuente de aporte principal es el agua de lluvia, mediante el proceso de infiltración. Otras fuentes de alimentación localizada pueden ser los ríos, arroyos, lagos y lagunas. El agua subterránea se sitúa por debajo del nivel freático y está saturando completamente los poros y/o fisuras del terreno y fluye a la superficie de forma natural a través de vertientes o manantiales o cauces fluviales. Su movimiento en los acuíferos es desde zonas de recarga a zonas de descarga, con velocidades que van desde metro/año a cientos de m/día, con tiempos de residencia largos resultando grandes volúmenes de almacenamiento, aspectos característicos del agua subterránea.

CUADRO 1: ZONAS DEL AGUA SUBTERRÁNEA

ZONA NO SATURADA, DE AIREACIÓN O DE AGUA SUSPENDIDA	Agua del suelo de cultivo limitada al terreno vegetal y alcance de las raíces.	
	VARIEDAD DE AGUA EN ZONA DE AGUA SUSPENDIDA.	Agua pelicular o higroscópica, adherida a las partículas del suelo por fuerzas superiores a la gravedad. Puede evaporarse.
		Agua vadosa e intermedia. Por acción de la gravedad desciende a estratos inferiores.
		Agua colgada. Un acuífero no confinado se puede producir por acumulación de agua sobre un estrato impermeable.
Agua capilar. Existe en el fondo de la zona. Su elevación sobre la superficie freática depende de la tensión superficial.		
ZONA SATURADA DE AGUA SUBTERRÁNEA O FREÁTICA.	Agua libre o no confinada. Se encuentra bajo la superficie freática.	
	Agua confinada o artésiana. Se encuentra bajo un estrato impermeable.	
	Agua subterránea fija. Es la que llena los poros subcapilares de la arcilla, limos, etc.	
	Agua connata o congénita. Es la que queda incorporada a las rocas durante su formación.	



FUENTE: ORELLANA. Jorge (2005)

A. Acuíferos

PRIETO. Jaime (2004), define a los acuíferos como: **formaciones que contienen y transmiten agua del subsuelo se llaman acuíferos. La capacidad de una formación para contener agua se mide por la porosidad o relación entre su volumen de poros y su volumen total.** p 46

GIL MONTES Juan (2003), manifiesta: **Se denomina acuífero a aquellas formaciones geológicas que almacenan y liberan agua, con la particularidad, del carácter móvil y renovable de las aguas que llegan y saturan el medio permeable, permitiendo que el hombre pueda extraerla y aprovecharla en cantidades económicamente apreciables para sus necesidades.** p 9

B. Embalses

ROLDÁN Gabriel (1992) La creación de un embalse implica un cambio brusco de un ecosistema terrestre a uno acuático, y al mismo tiempo de un ecosistema lótico a uno léntico, el ecosistema se convierte en un híbrido entre un lago y un río. El agua de los embalses posee características enteramente diferentes a la los lagos naturales, en cuanto al contenido de sales, sólidos disueltos, pH y temperatura se refiere. p 157

Las fluctuaciones estacionales de la temperatura y el aporte de sedimentos y sólidos disueltos influyen en la estratificación térmica. También influye en ella el tiempo de residencia del agua en el embalse o retención hidráulica, lo cual acelera o retarda los procesos de descomposición de la materia orgánica y el aporte de nutrientes. p 166

1.2.2. Polución y Contaminación del Agua

1.2.2.1. Definición de Polución del Agua

De acuerdo a la real Academia Española define a la polución del agua como contaminación intensa, producida por los residuos de procesos industriales o biológicos.

1.2.2.2. Definición de Contaminación del Agua

COLLAZO María y MONTAÑO Jorge (2012) manifiesta: **“La contaminación es la alteración de las propiedades físicas, químicas y/o biológicas del agua por la acción de procesos naturales o artificiales que producen resultados indeseables”**. p 33.

1.2.2.3. Contaminación del Agua Subterránea

La contaminación del agua subterránea es más difícil de detectar que la del agua superficial debido a que no está visible, provocando mayor duración del contaminante en el medio, una vez detectada es posible que haya afectado a una gran proporción del acuífero. Una vez que se determina la contaminación del agua, se debe identificar la fuente de contaminación y por lo tanto el contaminante, su movilidad, su toxicidad y su persistencia.

1.2.2.3.1. Sustancias contaminantes del agua subterránea.

BARBA. Luz (2002), nos da a conocer las siguientes sustancias contaminantes. p 17-18

A. Microorganismos en el agua subterránea

Las bacterias son los organismos más comunes que se pueden encontrar en el agua subterránea. Cumplen un rol fundamental en el ciclo de la materia orgánica. Las bacterias nitrificantes son las más frecuentes, siendo la nitrificación la oxidación del amonio (NH_4^+), a nitrato (NO_3^-) por la acción del oxígeno atmosférico (O_2) utilizado por las bacterias.

B. Nitratos.

Los nitratos son ésteres de ácido nítrico y se presentan en el agua como sales sódicas y potásicas.

La contaminación por nitratos se ha convertido en una de las principales causas de deterioro del agua subterránea, observándose en ámbitos rurales derivados principalmente de los purines y orines derivados de la actividad ganadera, y proveniente de los pozos negros.

C. *Materia orgánica (coliformes fecales)*

Los coliformes fecales son microorganismos y se presentan como bacterias entéricas parecidas a la bacteria *Escherichia Coli*. La contaminación del agua subterránea por coliformes fecales se produce cuando se introducen estas bacterias en ella. El 99,9% de las bacterias fecales desaparecen entre los 10 y 50 días de tránsito en el acuífero.

D. *Sedimentos y Materiales Suspendidos*

Los sedimentos y materiales en suspensión son cuerpos sólidos que dependiendo de su peso puede sedimentarse o mantenerse suspendidos en el agua y se presentan como partículas microscópicas o materiales visibles.

Muchas partículas arrancadas del suelo y arrastradas a las aguas, junto con otros materiales que hay en suspensión en las aguas, son, en términos de masa total, la mayor fuente de contaminación del agua. La turbidez que provocan en el agua dificulta la vida de algunos organismos, y los sedimentos que se van acumulando destruyen sitios de alimentación o desove de los peces, rellenan lagos o pantanos y obstruyen canales y ríos.

1.2.2.3.2. Procesos de contaminación específicos.

A. Contaminación por Bionutrientes. (Eutrofización)

El término eutrofización proviene etimológicamente del griego “eu” que significa bueno y “trophos” que es alimentación. Para GreenFacts (Facts on health and the environment) es un proceso natural en ecosistemas acuáticos, especialmente en lagos, caracterizado por un aumento en la concentración de nutrientes como nitratos y fosfatos, con los consiguientes cambios en la composición de la comunidad de seres vivos.

a. Generalidades

ROLDAN Gabriel (1992) manifiesta que la eutrofización en los embalses es un proceso que resulta de un aumento de nutrientes, principalmente nitratos y fosfatos, que proporcionan un desarrollo exagerado de fitoplancton y plantas acuáticas. La eutrofización natural ocurre normalmente en cualquier sistema acuático continental o de aguas costeras. Este proceso trae como consecuencias: el aumento de productividad en términos de biomasa, disminución de la diversidad de especies, fuertes fluctuaciones de oxígeno disuelto, dióxido de carbono y pH en el ciclo día – noche, alta demanda bioquímica de oxígeno (DBO) en el fondo y aparición de densas masas de algas y vegetación acuática que impide el paso de la luz, aumentan la materia orgánica en descomposición y llevan al embalse a una distrofia o desaparición del mismo.

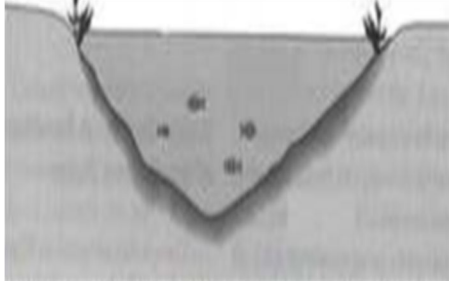
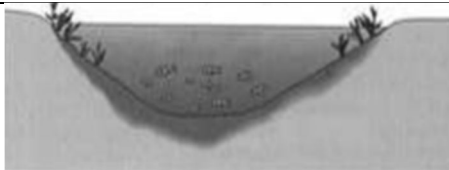
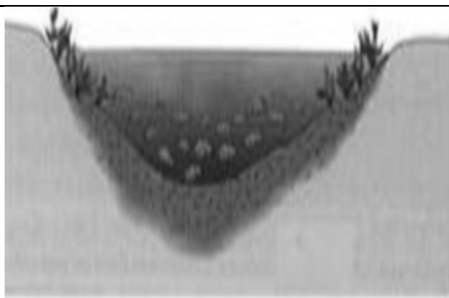
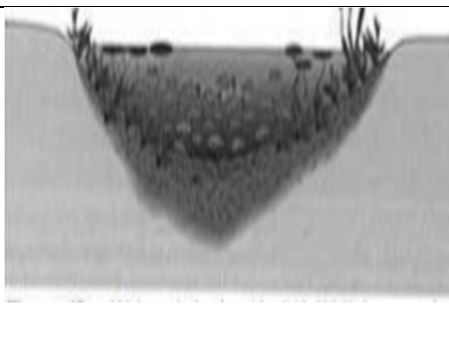
MORENO Paola, QUINTERO Jackeline y LÓPEZ Armando (2010), nos manifiestan que el proceso de eutrofización se da: p 26 -27.

Cuando el agua de una masa oligotrófica se enriquece de nutrientes, se inician muchos cambios. Primero, este enriquecimiento favorece el crecimiento y la multiplicación del plancton, lo que aumenta la turbidez del agua. Con la desaparición de la vegetación acuática sumergida, es evidente que se pierden alimentos, hábitats y el oxígeno disuelto (OD) de la fotosíntesis. Pero la pérdida de OD se agrava por la siguiente razón: el fitoplancton está compuesto de organismos fotosintéticos que también producen oxígeno, como todas las plantas verdes. Como ocupan la superficie, ésta se satura del gas y el exceso se escapa a la atmósfera. En un día tranquilo y soleado, se pueden apreciar las burbujas de oxígeno que después de quedar atrapadas en las algas filamentosas, son liberadas a la superficie. De esta manera, la fotosíntesis del fitoplancton no abastece de oxígeno a las aguas más profundas, excepto durante ciertos momentos en la primavera y otoño. Además, el fitoplancton tiene índices de crecimiento y reproducción muy elevados. En condiciones óptimas, su masa puede duplicarse en un día. Así, el fitoplancton alcanza su máxima densidad poblacional y este crecimiento alcanza su estado estable para finalmente entrar en decaimiento siguiendo el comportamiento logístico. El fitoplancton muerto se asienta y produce en el fondo depósitos espesos de detrito.

A su vez, la profusión de detritos genera una abundancia de descomponedores, la mayoría bacterias, cuyo crecimiento explosivo crea una demanda nueva de OD, que se consume en la respiración. El resultado es el agotamiento del recurso con la consiguiente sofocación de peces y crustáceos. Sin embargo, las bacterias aerobias estrictas prosperan y aprovechan el oxígeno cada vez que está disponible, por lo que mantienen al agua sin OD, en tanto que haya detritos que las alimenten. Mientras que las bacterias anaerobias aparecen en el fondo produciendo gases

como el amoniaco y el sulfuro de hidrógeno. Además, hay alguna oxidación de materia orgánica y de otros compuestos, lo que demanda más OD.

CUADRO 2: NIVELES DE EUTROFIZACIÓN

<p>Oligotrófico: Bajo nivel de productividad biológica. Agua clara, algunas plantas acuáticas, pocos peces, no mucha flora y fauna y fondo arenoso. <i>Criterios:</i> clorofila a (Clorf. A) menos de 3 ug/l, Fósforo Total (P2) menor a 15 ug/l, Nitrógeno Total (Nt) menor de 400 ug/l y claridad del agua (Dt) 4m.</p>	
<p>Mesotrófico: Moderado nivel de profundidad, claridad de agua y plantas acuáticas. <i>Criterios:</i> Clorof a entre 3 y 7 ug/l, Pt entre 15 y 25 ug/l, Nt 400 y 600 ug/l y Dt entre 2,5 y 4 m.</p>	
<p>Eutrófico: Alto nivel de profundidad, claridad de agua y buena cantidad de plantas acuáticas o poca claridad del agua y pocas plantas acuáticas. Gran potencial para soportar la gran cantidad de peces y vida silvestre. <i>Criterios:</i> Clorof a entre 7 y 40 ug/l, Pt entre 25 y 100 ug/l, Nt 600 y 1500 ug/l y Dt entre 0,9 y 2,5 m.</p>	
<p>Hipertrófico: Altísimos niveles de profundidad biológica muy pobre claridad de agua y abundancia de plantas acuáticas y potencial para soportar la gran cantidad de peces y vida silvestre. <i>Criterios:</i> Clorof a más de 40 ug/l, Pt superior a 100 ug/l, Nt mayor a 1500 ug/l y Dt menor a 0,9 m.</p>	

FUENTE: MORENO Paola, QUINTERO Jackeline y LÓPEZ Armando (2010)

b. Causas de la Eutrofización.

MORENO Paola, QUINTERO Jackeline y LÓPEZ Armando (2010) nos manifiestan: p 3-5

La deforestación y la erosión en suelos agrícolas influyen en la carga de nutrientes, ya que los escurrimientos al pasar por una tierra que no tiene protección, “lavan” la capa fértil, llevándose consigo los nutrientes de la misma.

La presencia de gases ambientales tales como óxidos de nitrógeno (NOx) y óxidos de azufre (SOx), al entrar en contacto con el agua atmosférica forman ion nitrato (NO_3^-) e ion sulfato (SO_4^{2-}), que forman sales solubles al alcanzar el suelo con los cationes del mismo, generando un empobrecimiento de dichos iones. Dichas sales son volcadas fácilmente en los cuerpos de agua, dando lugar a un proceso de eutrofización.

La asociación de fósforo con sedimentos es un grave problema para la restauración de fuentes de agua enriquecidas y poco profundas. Las partículas enriquecidas con Fósforo se depositan en el fondo y forman una abundante reserva de nutrientes en los sedimentos, a la que pueden acceder las plantas con raíces y que se descarga desde los sedimentos en condiciones de anoxia a la columna de agua superior, donde es rápidamente utilizada por las algas.

En los afloramientos de pocos metros de profundidad el proceso de eutrofización se manifiesta como un brote desmesurado de vida que obstruye el paso de la luz, condicionando al sistema a ser anóxico; la descomposición de materia orgánica se lleva a cabo por las bacterias que no se ven afectadas por estas condiciones.

c. *Métodos de evaluación de la Eutrofización.*

➤ *Análisis de las Macrófitos y del Fitoplancton*

Se toman muestras de macrófitos flotantes (pleuston) para su identificación, se estima la cobertura relativa en superficie de cada área de muestreo. También se colectan muestras de las macrófitos sumergidas (limnófitas) y se estima la cobertura relativa de sustrato. Para el análisis de fitoplancton se filtra un volumen de 50 lt de agua y se toma la muestra resultante de 50 ml, se fija la muestra con solución de formol al 10% y se transporta al laboratorio para realizar el análisis cualitativo y cuantitativo. La contabilización e identificación se realiza con un microscopio invertido con tubo para cámara. Se registran las frecuencias para el posterior cálculo del Índice Diatómico Genérico (IDG).

➤ *Clasificación Trófica basado en Valoración de los límites de Fósforo Total*

El estudio más completo sobre la eutrofización hasta ahora realizado lo ejecuto “Programa de Cooperación Eutrofización”, de la OCDE realizado en la década de 1970 en el cual se establecieron una secuencia de categorías tróficas cimentado en las concentraciones de Fósforo Total (Pt), de igual manera Chapra (1997) y Toledo (1983) establecieron los parámetros para las categorías tróficas.

CUADRO 3: VALORES LÍMITES DE CLASIFICACIÓN TRÓFICA PARA FÓSFORO TOTAL

<i>Categoría trófica</i>	<i>Pt(µg/L)</i>		
	<i>CHAPRA</i>	<i>TOLEDO</i>	<i>OCDE</i>
<i>Ultraoligotróficos</i>			<4,0
<i>Oligotróficos</i>	<10	<27	<10,0
<i>Mesotróficos</i>	10-20	28-51	10 – 35
<i>Eutrófico</i>	>20	>52	35- 100
<i>Hipertrófico</i>			>100

FUENTE: ALEAN Luz (2009)

➤ *Clasificación Trófica basado en Valoración de los límites de Nitrógeno Total*

Dada la compleja interacción entre las numerosas variables que intervienen en la eutrofización, es imposible establecer una limitación estricta entre las distintas categorías tróficas; sin embargo, el índice de estado trófico fue establecido por Forsberg and Ryding en el 2010 en Florida en el proyecto LAKEWATCH.

CUADRO 4: VALORES LÍMITES DE ESTADO TRÓFICO DE LAKEWATCH

<i>Categoría trófica</i>	<i>Nt(µg/L)</i>
<i>Oligotróficos</i>	<400
<i>Mesotróficos</i>	400 – 600
<i>Eutrófico</i>	600 – 1500
<i>Hipertrófico</i>	>1500

FUENTE: MORENO Paola, QUINTERO Jackeline y LÓPEZ Armando (2010)

➤ *Rangos del Estado Trófico en base a la Transparencia*

El estado trófico también se estimó, en función de la transparencia determinada con el disco Secchi, basado en los criterios de Toledo et al (1983).

CUADRO 5: VALORES LÍMITES DE CLASIFICACIÓN TRÓFICA A PARTIR DE LA TRANSPARENCIA

Estado trófico	Transparencia D sd en metros	
	TOLEDO	CHAPRA
Oligotrófico	≥ 1,60	>4
Mesotrófico	0,81 y 1,59	2-4
Eutrófico	≤ 0,80	<2
Hipereutrófico		

FUENTE: TOLEDO, A. P.; TALARICO, M.; CHINEZ, S. J. & AGUDO, E., (1983); ALEAN Luz (2009)

➤ *Rangos del Estado Trófico en base a la Saturación de Oxígeno Disuelto*

CUADRO 6: VALORES LÍMITES DE ESTADO TRÓFICO EN BASE A LA SATURACIÓN DE OXÍGENO DISUELTO

Estado trófico	Saturación de Oxígeno Disuelto %
	CHAPRA
Oligotrófico	>80
Mesotrófico	10-80
Eutrófico	<10

FUENTE: ALEAN Luz (2009)

➤ ***Clasificación de la calidad del Agua basado en la Biocenosis de Macroinvertebrados***

ROLDÁN Gabriel (1992) plantea los diferentes grados de perturbaciones causados en los ecosistemas acuáticos así en comunidades naturales de macroinvertebrados son más diversos y heterogéneos, mientras que cuando existen perturbaciones se presentan pocas especies en números considerables de abundancia. Se distingue el enfoque para evaluar la respuesta de las comunidades de macroinvertebrados a la contaminación; este usa tres componentes de la estructura de la comunidad, a saber: riqueza, uniformidad y abundancia para describir la respuesta de la comunidad a la calidad ambiental. Las presiones de la contaminación al igual que las condiciones naturales extremas disminuyen la diversidad y aumentan la abundancia.

Se han desarrollado muchos índices para medir la diversidad: Shannon Weaver H' (1949) que refleja equidad y Simpson 1-D (1949) que refleja la dominancia.

Índice de Dominancia de Simpson (1-D)

$$(D) = \sum p_i^2$$

$$D' = 1 - D$$

Donde p_i es la proporción con que cada especie aporta al total de individuos. Manifiesta la probabilidad de que dos individuos tomados al azar de una muestra sean de la misma especie. Está fuertemente influido por la importancia de las especies más dominantes. Se define como la sumatoria de las proporciones elevadas al cuadrado.

Índice de Equidad de Shannon – Weaver (H'),

$$H' = - \sum p_i \ln p_i$$

$H' = - \sum p_i \ln p_i$ Expresa la uniformidad de los valores de importancia a través de todas las especies de la muestra. Mide el grado promedio de incertidumbre en predecir a que especie pertenecerá un individuo escogido al azar de una colección. Asume que los individuos son seleccionados al azar y que todas las especies están representadas en la muestra. Adquiere valores entre cero, cuando hay una sola especie, y el logaritmo de S, cuando todas las especies están representadas por el mismo número de individuos

CUADRO 7: VALORES LÍMITES DE CLASIFICACIÓN DE LAS AGUAS CONTAMINADAS DE ACUERDO A LOS VALORES DEL ÍNDICE DE SHANNON WEAVER (H') SEGÚN ROLDÁN (1992)

H' Condición H'	Condición
3,0 – 5	Aguas muy limpias
1,5 – 3,0	Medianamente contaminadas
0,0 – 1,5	Aguas muy contaminadas

FUENTE: ROLDÁN Gabriel (1992)

➤ *Clasificación de la calidad del Agua basado en Géneros de Diatomeas*

IDG (Índice Diatómico Genérico)

Los valores de IDG van en orden decreciente de los niveles de contaminación. Para la creación de este índice se tomó como referencia los 106 taxones más

frecuentes. Con esta fórmula el valor del índice que se obtiene puede variar entre 1 y 5, rango establecido para la clasificación de la calidad de las aguas.

Este índice viene determinado por tres variables:

1. Sensibilidad a la polución de cada especie (S), con valores entre 1 (más resistente) y 5 (más sensible).
2. Amplitud o variabilidad ecológica (V), que va desde 1 (forma ubicua) hasta 3 (Forma característica).
3. Abundancia (A).

El índice diatómico se calcula mediante la siguiente fórmula:

$$IDG = \frac{\sum_{j=1}^j A_j S_j V_j}{\sum_{j=1}^n A_j V_j}$$

A_j = Abundancia (%)

S_j = Sensibilidad a la polución (1 a 5)

V_j = Valor indicativo de la especie (1 a 3)

CUADRO 8: RANGO ESTABLECIDO PARA LA CLASIFICACIÓN DE LA CALIDAD DE LAS AGUAS

ÍNDICE DIATÓMICO GENÉRICO (IDG)	
VALOR	SIGNIFICADO
IDG > 4,5	Calidad biológica óptima.
4 < IDG > 4,5	Calidad normal. Polución débil.
3,5 < IDG > 4	Polución moderada. Eutrofización.
3 < IDG > 3,5	Polución media. Eutrofización acentuada.
2 < IDG > 3	Desaparición de especies sensibles. Polución fuerte.
1 < IDG > 2	Polución muy fuerte.
IDG = 0	La población es considerada como inexistente (polución tóxica). Por debajo de 10 individuos por mm ² .

FUENTE: CARVAJAL Vladimir, BAÑO Natalia (2009)

1.2.3. Indicadores de Calidad del Agua

1.2.3.1. Indicadores Químicos

Según OROZCO Carmen, PÉREZ Antonio, GONZALES Nieves, RODRÍGUEZ Francisco y ALFAYATE José (2003): Los índices son valores numéricos que tratan de englobar las magnitudes de varios parámetros, su mayor parte físico y químico, aunque en algunos casos incluyen alguna medida microbiológica, considerados como los más importantes para definir la calidad del agua.

1.2.3.1.1. Nitrógeno Total.

El nitrógeno es un constituyente esencial de aminoácidos y proteínas de organismos, puede entrar a los lagos mediante precipitación, fijación del nitrógeno atmosférico o por escorrentía superficial o subterránea. Al resultado de sus diferentes formas de obtención se lo denomina Nitrógeno Total.

Una cantidad importante de nitrógeno se encuentra incorporado a los organismos (N orgánico), pero también puede encontrarse en forma de N_2 (nitrógeno), NO_3^- (nitrato), NO_2^- (nitrito) y reducido NH_4^+ (amoníaco).

ROLDÁN, Gabriel (1992) La fijación de Nitrógeno se debe principalmente a las algas cianofíceas (principales fijadoras, cuyo proceso es muy importante en la productividad lacustre.), las bacterias (en el sedimento), y los sedimentos de compuestos nitrogenados (orgánicos e inorgánicos). p 326

1.2.3.1.2. Fosforo total.

ROLDÁN, Gabriel (1992) manifiesta que la suma de todas las formas de fósforo, inorgánicas y orgánicas, se denomina Fósforo Total. El fósforo es el elemento biogénico que juega el papel más importante en el metabolismo biológico el fósforo se encuentra en las rocas principalmente como ortofosfato, la principal fuente de este ión son las rocas ígneas como la apatita y la fostina que se encuentra en los pantanos. La escorrentía superficial o subterránea de la cuenca de drenaje también contribuye sustancialmente al enriquecimiento. El fósforo dispara la productividad ocasionando la eutrofización; debido al incremento alarmante de la producción de cianofíceas, y macrófitas, aumentándose la zona litoral, estimulando rápida y progresivamente el proceso eutrófico. p 311

1.2.3.1.3. Oxígeno disuelto.

ROLDAN, Gabriel (1992) manifiesta que el oxígeno disuelto es uno de los gases más importantes en la dinámica y caracterización de los sistemas acuáticos. P 226

El oxígeno llega al agua por difusión de la atmósfera o por fotosíntesis. La difusión del oxígeno en un ecosistema acuático se lleva a cabo por medio de la circulación y movimientos del agua provocados por diferencia de densidad de las capas de agua o por los vientos. La fotosíntesis es la otra fuente de oxígeno en el agua, juega un papel fundamental en aguas lenticas como lagos y embalses dado su poco movimiento y circulación.

El volumen del oxígeno disuelto en el agua al igual que los demás gases, depende de tres factores fundamentales: la temperatura, la presión parcial de los gases atmosféricos en contacto con el agua y la concentración de las sales disueltas.

1.2.3.1.4. PH.

ROLDAN, Gabriel (1992) define al pH como el logaritmo negativo de la concentración de hidrogeniones en moles por litro.

Los valores de pH en aguas naturales varían entre 6,0 y 9,0, pero en embalses donde se presentan estratificaciones químicas debido a períodos prolongados de retención hidráulica, los valores pueden variar en más de una unidad entre la superficie y el fondo. p 261

Una acidez creciente produce cambios drásticos y fatales para la mayoría de las especies y disminuye considerablemente la productividad primaria, además desaparecen la mayoría de los invertebrados acuáticos.

1.2.3.2. Indicadores físicos

1.2.3.2.1. Transparencia.

ROLDAN, Gabriel; RAMÍREZ, John; (2008) La transparencia de los cuerpos de agua puede disminuir por la presencia de materia orgánica e inorgánica, el plancton y las partículas disueltas y en suspensión que se encuentran presentes en el agua, además afecta a la cantidad de luz que penetra en el agua.

ROLDÁN, Gabriel (1992) El disco Secchi es el instrumento utilizado para medir la profundidad de la zona fótica; generalmente el disco tiene 20 a 25 cm de diámetro, es de color blanco con franjas negras que facilitan la visibilidad por el contraste que se genera. Para la observación se introduce el disco en el agua hasta perderlo de vista y luego se lo sube hasta volver a verlo, la distancia a la que se observa el disco es conocida como la profundidad Secchi y representa la mitad de la distancia que recorre la luz hasta el disco u su regreso hasta el ojo del observador. Además es inversamente proporcional a la suma de la absorción de la luz por el agua, las sustancias disueltas y la concentración del material particulado. La transparencia se expresa en metros y depende de algunos factores como la agudeza visual del observador, de la reflexión del disco, las sombras en el agua y del contraste entre el disco y el agua. p 198

1.2.3.2.2. Temperatura.

Uno de los mayores factores de impacto en los ecosistemas acuáticos es el choque térmico, es decir el gradiente de temperatura que experimenta un cuerpo de agua en un período corto; además la temperatura influye inversamente en la solubilidad del oxígeno; por lo que, la temperatura es considerada la variable más importante

para los patrones de riqueza y abundancia de fauna debido a que el aumento de la temperatura hace que los organismos sean más sensibles a los contaminantes tóxicos, se reduce el nivel de oxígeno en el agua potenciando el efecto de la contaminación orgánica y mantiene una situación de estrés para las comunidades macro - bentónicas que posibilita el apareamiento de enfermedades o la susceptibilidad a ser parasitados o depredados.

1.2.3.3. Indicadores Biológicos

HERVAS Clara, RIVERO Francis, GONZÁLES Ariel; **“El concepto de organismo indicador se refiere a especies seleccionadas mayormente por su sensibilidad o tolerancia a varios parámetros”**. p 3.

1.2.3.3.1. Organismos bioindicadores.

HERBAS Clara, RIVERO Francis, GONZÁLES Ariel consideran como indicadores biológicos o bioindicadores a los siguientes organismos: p 6-9

A. Fitoplancton

La importancia de emplear algas como indicadores biológicos se debe a su relación con la eutrofización. La toma de muestras es fácil, pero la obtención de muestras cuantitativas es difícil especialmente para formas que estén atadas.

Una de las características más importantes de las algas es su capacidad depuradora del medio ambiente, ya que a través del proceso de fotosíntesis incorporan

oxígeno, contribuyendo de esta manera a la oxidación de la materia orgánica, por una lado y por el otro a aumentar el oxígeno disuelto en el agua, el cual será utilizado por las otras comunidades u organismos que componen la flora y fauna del medio acuático donde viven.

Las diatomeas son preferidas para los monitoreos debido a que es el grupo autotrófico dominante además de que su identificación es simple. Las ventajas de su uso es que son cosmopolitas, algunas especies son muy sensibles a cambios ambientales, mientras que otras muy tolerantes, algunas son muy sensibles a cambios ambientales por periodos muy largos, el muestreo es sencillo y rápido.

ROLDÁN Gabriel (1998); manifiesta que los fosfatos, los nitratos y el sílice son factores limitantes para el desarrollo de las algas. Todo cambio en la relación nitrógeno-fósforo acaba manifestándose en un avance o en un retroceso en el desarrollo de las algas verdeazules. Si la relación se desarrolla a favor del fosforo. Se presentan cianofíceas que incorporan nitrógeno al ecosistema. p 365

B. Macrófitas

Las macrófitas comprenden a todas las plantas acuáticas pluricelulares, incluyen a musgos, hepáticas y fanerógamas, son componentes naturales de la mayoría de los ecosistemas acuáticos.

Las ventajas del uso de macrófitas como indicadoras radican en que son estacionarias y su recolección es fácil debido a su tamaño y ubicación en el cuerpo de agua (orillas). El muestreo cualitativo de estos organismos incluye una

observación visual y recolección de los tipos más representativos del área de estudio.

C. *Macroinvertebrados*

ROLDAN, Gabriel (1992) Los macroinvertebrados comprenden a los organismos que se pueden observar a simple vista, es decir tamaños superiores a los 0,5 mm de largo; dentro de ellos se encuentran hidrozooos, turbelarios, oligoqueto, hirudíneos, insectos, arácnidos, crustáceos, gastrópodos y bivalvos. Algunas desarrollan toda su vida en el medio acuático (oligochaeta y mollusca), otros, por el contrario, tienen una fase de su ciclo aéreo. p 403

Los macroinvertebrados como indicadores de calidad del agua se basa en el hecho de que dichos organismos ocupan un hábitat a cuyas exigencias están adaptados; cualquier cambio en las condiciones ambientales se reflejará, por tanto, en las estructuras que allí habitan. p 418

La cantidad de oxígeno disuelto, el grado de acidez o basicidad (pH), la temperatura, la cantidad de iones disueltos (conductividad) son a menudo los parámetros a los cuales son más sensibles los organismos. p 419

1.2.4. Conservación de Acuíferos Superficiales

1.2.4.1. El combate de las manifestaciones de la eutrofización

NEVEL, Bernard (1999); manifiesta los siguientes mecanismos de combate de la eutrofización:

1.2.4.1.1. Aireación.

El agotamiento del oxígeno disuelto causado por los descomponedores de detritos y la consecuente sofocación de la vida acuática es la etapa final y más destructiva de la eutrofización. De ahí se sigue que la aireación artificial del agua sirva para alejar esta etapa. Más aún en un ambiente con concentraciones elevadas de oxígeno disuelto, el fosfato, un nutriente clave, forma con más facilidad los compuestos que se estabilizan en los sedimentos; así, este elemento importante es retirado de la solución acuosa.

Un sistema de aireación que gana popularidad consiste en tender una red de tubos de plástico con poros microscópicos en el fondo de la corriente de agua que se quiere tratar. El aire bombeado a presión hace que por los poros salgan burbujas pequeñísimas que se disuelven en el agua. El sistema ha resultado efectivo para acelerar la descomposición de los detritos acumulados, mejorar la calidad del agua y fomentar el regreso de la vida acuática más deseable. p 309 y 311

1.2.4.1.2. Retiro de las hierbas acuáticas.

En lagos y charcas someros, en los que el problema radica en la vegetación arraigada en el fondo alcanza y se difunde por la superficie, recoger las hierbas malas acuáticas es un medio adecuado de aumentar las posibilidades recreativas y estéticas. Se emplean dispositivos mecánicos comerciales, y los residentes de las cercanías también se reúnen para retirar la vegetación a mano. p 311

1.2.4.1.3. Dragado.

A veces se necesita dragar para quitar los sedimentos sin embargo esta acción tiende a aumentar la eutrofización porque se suele agitar buena parte del material asentado, que vuelve a quedar en solución, donde acrecienta la turbidez y estimula el crecimiento del fitoplancton.

1.2.4.1.4. Control de la erosión de las riberas.

Otra fuente importante de sedimentos es la erosión de las riberas causadas por el exceso de escurrimiento. Así, el manejo del agua lluvia también es importante para controlar la eutrofización, sobre todo si los depósitos captadores de agua de lluvia se realizan con vegetación acuática.

1.3. GLOSARIO DE TÉRMINOS

Acinetos: Los acinetos son un tipo especializado de células parecidas a las endosporas que producen algunas cianobacterias como respuesta a condiciones de vida desfavorables.

Adéfagos: Dícese de insectos coleópteros voraces, entre los que se encuentra el escarabajo.

Aguas lacustres: Agua de lagos. Lacustre viene del idioma latín en el cual el término *lacus* significa lago.

Aireación: Exposición a la acción del aire, ventilación.

Anterómero: Cada una de las divisiones de las antenas.

Andesíticas: Roca ígnea de composición intermedia.

Bentos: Organismos fijos al fondo del mar o de los lagos que permanecen en los sedimentos toda su vida.

Balance hídrico: Proceso de análisis mediante el cual se realiza un balance entre las disponibilidades de agua y los consumos o necesidades 2. Proceso de análisis mediante el cual se conoce la disponibilidad de agua en la naturaleza o en un territorio en un momento dado.

Carotenos: Pigmento de naturaleza lipídica de color amarillo anaranjado.

Clípeo: Área comprendida entre la frente y el labro, correspondiente a la parte superior del aparato bucal (labio superior).

Clorofila: Pigmentos fotosintéticos. Moléculas complejas derivados de la porfina y que contienen magnesio; tienen dos máximos de absorción de la luz hacia 430 y 665 nm. Existen varios tipos, de los que la clorofila a se encuentra en todos los organismos fotosintetizadores, excepto en las bacterias fotosintéticas.

Conservación: Manejo del uso, por parte de los seres humanos de organismos o ecosistemas con el propósito de garantizar su sostenibilidad.

Coxa: pieza de las patas de los insectos por la que éstas se unen y articulan al cuerpo. Procoxa situada en patas anteriores, mesocoxa en las intermedias y metacoxa en las posteriores.

Detritos: En biología, los detritos son residuos, generalmente sólidos permanentes, que provienen de la descomposición de fuentes orgánicas. Es materia muerta.

Dragado: Proceso de extracción barro, piedras o arena del fondo de un puerto de mar, un río o una corriente navegable para limpiarlo o darle mayor profundidad.

Drenaje: Procedimiento empleado para desecar el terreno por medio de conductos subterráneos.

Embalses: Gran depósito artificial de agua, construido generalmente cerrando la boca de un valle mediante un dique o presa, que retiene las aguas de un río o de la lluvia para utilizarlas en el riego, abastecer poblaciones o producir energía.

Escorrentía: Agua de lluvia que circula libremente sobre la superficie de un terreno.

Escutelo: Lámina triangular tras el pronoto y entre ambas bases de las alas delanteras.

Esternito: Parte ventral de un segmento, subdivisión de una placa esternal.

Fitorremediación: descontaminación de los suelos, la depuración de las aguas residuales o la limpieza del aire interior, usando plantas vasculares, algas (ficorremediación) u hongos (micorremediación), y por extensión ecosistemas que contienen estas plantas.

Flocoxantina: Un compuesto orgánico un pigmento carotenoide que se encuentra en los cloroplastos de las algas pardas

Ficobilinas: Pigmentos fotosintéticos accesorios. Constituidas por proteínas solubles en agua; tienen máximo de absorción de la luz en la banda de 500 a 660 nm. Las principales son: Ficocianina, Ficoeritrina y aloficocianina.

Filiformes: En forma de hilo.

Frústulo: Cubierta celular silícica de las diatomeas, formada por dos valvas unidas por dos o más bandas pleurales.

Labium: El par fusionado de apéndices que forman el labio inferior de los insectos.

Léntico: Cuerpos de agua cerrados, que permanecen en un mismo lugar sin fluir.

Levógira: Que su concha gira a la izquierda.

Lígula: Lóbulo medio del labium, simple o en par, situado sobre el borde distal del prementón, semejante a la lacinia maxilar.

Lóticos: relativo a las aguas corrientes, como arroyos o ríos.

Lutitas: Es una roca sedimentaria detrítica o clástica de textura pelítica, variopinta; es decir, integrada por detritos clásticos constituidos por partículas de los tamaños de la arcilla y del limo.

Mesótrofa: Referido a las aguas, aquéllas con concentraciones intermedias de nutrientes.

Meándro: Curva pronunciada que forma un río.

Microscopio invertido: Microscopio óptico que presenta los objetivos situados bajo la platina, y la fuente de iluminación en posición superior; se usa para la determinación y recuento de fitoplancton.

Neuston: Organismos que viven en la superficie del agua caminando, patinando o brincando.

Necton: Organismos que nadan activamente en la columna de agua.

Nitrogenasa: Complejo catalítico que consiste de dos unidades proteicas diferentes conocidas como dinitrogenasa y reductasa de dinitrogenasa.

Oligótrofa: Referido a las aguas, aquellas con concentraciones bajas o muy bajas de nutrientes.

Palpo: Cada uno de los apéndices articulados que tienen cerca de la boca los insectos, las arañas, los crustáceos y otros animales para palpar y sujetar la comida.

Pecten: Peine o peineta.

Pínula: Aleta pequeña o partes destacadas de una aleta .

Pirenoides: Organela asociada a los cloroplastos. Su función parece estar relacionada con la síntesis de las sustancias de reserva, mostrando usualmente en algas verdes varias placas de almidón asociadas.

Piroclastos: Cualquier fragmento sólido de material volcánico expulsado a través de la columna eruptiva arrojado al aire durante una erupción volcánica.

Plancton: Conjunto de seres minúsculos de origen animal (zooplancton) o vegetal (fitoplancton) presentes en aguas marinas y de lagos, que constituyen el alimento básico de diversos animales superiores.

Polífagos: Suborden de insectos coleópteros que agrupa a los escarabajos más evolucionados; son organismos que se nutren de diversas clases de alimento.

Pronoto: placa externa dorsal del exoesqueleto de un insecto, situada entre la cabeza y los élitros.

Puzolánicos: Son materiales silíceos o aluminio-silíceos a partir de los cuales se producía históricamente el cemento.

Quetas: Sedas insertas en la pared cutánea, o reunidas sobre apéndices locomotores que se encuentran en los anélidos y grupos afines.

Sedimentos: Conjunto de partículas sólidas que queda depositado en el fondo del recipiente que contiene un líquido.

Sedimentación: Proceso de acumulación excesiva de sedimentos sueltos en zonas muy bajas que constituye una afectación al suelo, a las aguas y a los fondos marinos.

Sedwick Rafter: Cámara volumétrica utilizada para recuento de fitoplancton.

Seudópodos: Apéndice blando, en forma de ventosas, que tienen las larvas de ciertos insectos en algunos de los segmentos abdominales.

Spearman: Es una medida de la correlación (la asociación o interdependencia) entre dos variables aleatorias continuas

Taxón: Categoría taxonómica, por ejemplo familia, género o especie.

Tricoma: Apéndices dérmicos con formas variables.

Trocánter: Segmento articular de las patas de los animales articulados, que se encuentran entre el coxa y el fémur

Xantófilas: Carotenoide más resistente a la oxidación.

Zona Eufótica: También llamada zona fótica. Corresponde la zona a la que penetra la luz solar y donde se realiza la fotosíntesis.

1.4. NORMATIVA VIGENTE

1.4.1. Normativa Nacional Vigente

1.4.1.1. Constitución Nacional de la República del Ecuador

TÍTULO II: DERECHOS.

Capítulo segundo

Derechos del buen vivir.

Sección primera: Agua y alimentación

Art.12.-El derecho humano al agua es fundamental e irrenunciable. El agua constituye patrimonio nacional estratégico de uso público, inalienable, imprescriptible, inembargable y esencial para la vida.

Sección segunda: Ambiente sano

Art. 14.- Se reconoce el derecho de la población a vivir en un ambiente sano y ecológicamente equilibrado, que garantice la sostenibilidad y el buen vivir, *sumak kawsay*.

Capítulo séptimo

Derechos de la naturaleza.

Art. 71.- La naturaleza o Pacha Mama, donde se reproduce y realiza la vida, tiene derecho a que se respete integralmente su existencia y el mantenimiento y regeneración de sus ciclos vitales, estructura, funciones y procesos evolutivos. Toda persona, comunidad, pueblo o nacionalidad podrá exigir a la autoridad pública el cumplimiento de los derechos de la naturaleza. Para aplicar e interpretar

estos derechos se observaran los principios establecidos en la Constitución, en lo que proceda.

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

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

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

Art. 73.- El Estado aplicará medidas de precaución y restricción para las actividades que puedan conducir a la extinción de especies, la destrucción de ecosistemas o la alteración permanente de los ciclos naturales. Se prohíbe la introducción de organismos y material orgánico e inorgánico que puedan alterar de manera definitiva el patrimonio genético nacional.

Art. 74.- Las personas, comunidades, pueblos y nacionalidades tendrán derecho a beneficiarse del ambiente y de las riquezas naturales que les permitan el buen vivir. Los servicios ambientales no serán susceptibles de apropiación; su producción, prestación, uso y aprovechamiento serán regulados por el Estado.

TITULO VII: RÉGIMEN DEL BUEN VIVIR.

Capítulo segundo

Biodiversidad y recursos naturales.

Sección sexta: Agua

Art. 411.- El Estado garantizará la conservación, recuperación y manejo integral de los recursos hídricos, cuencas hidrográficas y caudales ecológicos asociados al ciclo hidrológico.

Se regulará toda actividad que pueda afectar la calidad y cantidad de agua, y el equilibrio de los ecosistemas, en especial en las fuentes y zonas de recarga de agua. La sustentabilidad de los ecosistemas y el consumo humano serán prioritarios en el uso y aprovechamiento del agua.

Art. 412.- La autoridad a cargo de la gestión del agua será responsable de su planificación, regulación y control. Esta autoridad cooperará y se coordinará con la que tenga a su cargo la gestión ambiental para garantizar el manejo del agua con un enfoque ecosistémico.

1.4.1.2. Ley Orgánica de Recursos Hídricos, Usos y Aprovechamiento del Agua. Registro oficial n°305 miércoles 6 de Agosto 2014

CAPÍTULO III DERECHOS DE LA NATURALEZA

Artículo 64.- Conservación del agua. La naturaleza o Pacha Mama tiene derecho a la conservación de las aguas con sus propiedades como soporte esencial para todas las formas de vida.

En la conservación del agua, la naturaleza tiene derecho a:

- a) La protección de sus fuentes, zonas de captación, regulación, recarga, afloramiento y cauces naturales de agua, en particular, nevados, glaciares, páramos, humedales y manglares;
- b) El mantenimiento del caudal ecológico como garantía de preservación de los ecosistemas y la biodiversidad;
- c) La preservación de la dinámica natural del ciclo integral del agua o ciclo hidrológico;
- d) La protección de las cuencas hidrográficas y los ecosistemas de toda contaminación; y,
- e) La restauración y recuperación de los ecosistemas por efecto de los desequilibrios producidos por la contaminación de las aguas y la erosión de los suelos.

Artículo. 65.- Gestión integrada del agua. Los recursos hídricos serán gestionados de forma integrada e integral, con enfoque ecosistémico que garantice la biodiversidad, la sustentabilidad y su preservación conforme con lo que establezca el Reglamento de esta Ley.

Artículo 66.- Restauración y recuperación del agua. La restauración del agua será independiente de la obligación del Estado y las personas naturales o jurídicas de indemnizar a los individuos y colectivos afectados por la contaminación de las aguas o que dependan de los ecosistemas alterados.

La indemnización económica deberá ser invertida en la recuperación de la naturaleza y del daño ecológico causado; sin perjuicio de la sanción y la acción de repetición que corresponde.

Si el daño es causado por alguna institución del Estado, la indemnización se concretará en obras.

CAPÍTULO VI GARANTÍAS PREVENTIVAS

Sección Primera Caudal Ecológico y Áreas de Protección Hídrica

Artículo 76.- Caudal ecológico. Para los efectos de esta Ley, caudal ecológico es la cantidad de agua, expresada en términos de magnitud, duración, época y frecuencia del caudal específico y la calidad de agua expresada en términos de rango, frecuencia y duración de la concentración de parámetros que se requieren para mantener un nivel adecuado de salud en el ecosistema.

La Autoridad Única del Agua en coordinación con la Autoridad Ambiental Nacional establecerá reglamentariamente los criterios, parámetros y metodologías para la determinación del caudal ecológico de acuerdo con las condiciones y las características de los cuerpos de agua, que serán considerados dentro de la planificación hídrica nacional.

Toda resolución de la Autoridad Única del Agua por la que se otorgue autorización para uso o aprovechamiento productivo del agua deberá establecer y considerar el caudal ecológico que fue determinado para ello, conforme con los criterios de la planificación hídrica nacional.

Artículo 77.- Limitaciones y responsabilidades. El caudal ecológico de los cursos permanentes de agua en toda cuenca hidrográfica es intangible.

Es responsabilidad de la Autoridad Única del Agua, de las instituciones y de todas las personas, sean usuarios o no del agua, el respetar la cantidad y calidad requerida que proteja la biodiversidad acuática y los ecosistemas aledaños.

Todas las actividades productivas respetarán el caudal ecológico.

El caudal ecológico definido no es susceptible de autorización para su uso o aprovechamiento productivo, a excepción de aquellos usos que no tenga como consecuencia la afectación en la calidad ni en cantidad del caudal ecológico.

La autoridad administrativa que contravenga esta disposición, será responsable por los daños ambientales que genere y por el pago de la indemnización por daños y perjuicios ocasionados a terceros afectados o al patrimonio natural del Estado; además será sancionado de conformidad con la Ley, sin perjuicio de la nulidad de la autorización concedida.

Únicamente en el caso de declaración de estado de excepción, podrá autorizarse el uso del caudal ecológico para consumo humano, hasta tanto se adopten las medidas emergentes para garantizar nuevamente el abastecimiento.

Artículo 78.- Áreas de protección hídrica. Se denominan áreas de protección hídrica a los territorios donde existan fuentes de agua declaradas como de interés público para su mantenimiento, conservación y protección, que abastezcan el consumo humano o garanticen la soberanía alimentaria, las mismas formarán parte del Sistema Nacional de Áreas Protegidas.

La Autoridad Única del Agua, previo informe técnico emitido por la Autoridad Ambiental Nacional y en coordinación con los Gobiernos Autónomos

Descentralizados en el ámbito de sus competencias, establecerá y delimitará las áreas de protección hídrica que sean necesarias para el mantenimiento y conservación del dominio hídrico público.

El uso de las áreas de protección hídrica será regulado por el Estado para garantizar su adecuado manejo. El régimen para la protección que se establezca para las áreas de protección hídrica, respetará los usos espirituales de pueblos y nacionalidades. En el Reglamento de esta

Ley se determinará el procedimiento para establecer estas áreas de protección hídrica, siempre que no se trate de humedales, bosques y vegetación protectores. Cuando el uso del suelo afecte la protección y conservación de los recursos hídricos, la Autoridad Única del Agua en coordinación con los Gobiernos

Autónomos Descentralizados y las circunscripciones territoriales, establecerá y delimitará las áreas de protección hídrica, con el fin de prevenir y controlar la contaminación del agua en riberas, lechos de ríos, lagos, lagunas, embalses, estuarios y mantos freáticos.

Sección Segunda Objetivos de Prevención y Control de la Contaminación del Agua.

Artículo 79. Objetivos de prevención y conservación del agua.- La Autoridad Única del Agua, la Autoridad Ambiental Nacional y los Gobiernos Autónomos Descentralizados, trabajarán en coordinación para cumplir los siguientes objetivos:

- a) Garantizar el derecho humano al agua para el buen vivir o sumak kawsay, los derechos reconocidos a la naturaleza y la preservación de todas las formas de vida, en un ambiente sano, ecológicamente equilibrado y libre de contaminación;
- b) Preservar la cantidad del agua y mejorar su calidad;
- c) Controlar y prevenir la acumulación en suelo y subsuelo de sustancias tóxicas, desechos, vertidos y otros elementos capaces de contaminar las aguas superficiales o subterráneas;
- d) Controlar las actividades que puedan causar la degradación del agua y de los ecosistemas acuáticos y terrestres con ella relacionados y cuando estén degradados disponer su restauración;
- e) Prohibir, prevenir, controlar y sancionar la contaminación de las aguas mediante vertidos o depósito de desechos sólidos, líquidos y gaseosos; compuestos orgánicos, inorgánicos o cualquier otra sustancia tóxica que alteren la calidad del agua o afecten la salud humana, la fauna, flora y el equilibrio de la vida;
- f) Garantizar la conservación integral y cuidado de las fuentes de agua delimitadas y el equilibrio del ciclo hidrológico; y,
- g) Evitar la degradación de los ecosistemas relacionados al ciclo hidrológico.

CAPÍTULO II USO Y APROVECHAMIENTO DEL AGUA SUBTERRÁNEA Y ACUÍFEROS

Artículo 117.- Uso y aprovechamiento. Para la exploración y floración de aguas subterráneas, se deberá contar con la respectiva licencia otorgada por la Autoridad Única del Agua. En caso de encontrarlas, se requerirá la autorización para su uso o aprovechamiento productivo sujeto a los siguientes requisitos:

- a) Que su alumbramiento no perjudique las condiciones del acuífero ni la calidad del agua ni al área superficial comprendida en el radio de influencia del pozo o galería; y,
- b) Que no produzca interferencia con otros pozos, galerías o fuentes de agua y en general, con otras floraciones preexistentes.

Para el efecto, la Autoridad Única del Agua requerirá de quien solicita su uso o aprovechamiento, la presentación de los estudios pertinentes que justifiquen el cumplimiento de las indicadas condiciones cuyo detalle y parámetro se establecerán en el Reglamento de esta Ley.

Artículo 118.- Corresponsabilidad en la conservación del agua subterránea. Los sistemas comunitarios, juntas de agua potable, juntas de riego y los usuarios del agua son corresponsables con el Estado en la protección, conservación y manejo del agua subterránea.

1.4.1.3. Texto Unificado de Legislación Secundaria del Ministerio de Ambiente

NORMA DE CALIDAD AMBIENTAL Y DE DESCARGA DE EFLUENTES: RECURSO AGUA

LIBRO VI ANEXO 1

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

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

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

Parámetros	Expresados como	Unidad	Límite máximo permisible.
			Agua fría dulce
Clorofenoles.		mg/l	0,5
Bifenilos policlorados /PCBs	Concentración total de PCBs	mg/l	0,001
Oxígeno Disuelto.	O.D.	mg/l	No menor al 80% y no menor a 6mg/l
Potencial de Hidrógeno	Ph		6,5 – 9
Sulfuro de hidrógeno ionizado.	H2S	mg/l	0,0002
Amoníaco	NH3	mg/l	0,02
Aluminio	Al	mg/l	0,1
Arsénico	As	mg/l	0,05
Bario	Ba	mg/l	1,0
Berilo	Be	mg/l	0,1
Boro	B	mg/l	0,75
Cadmio	Cd	mg/l	0,001
Cianuro libre	CN-	mg/l	0,01
Zinc	Zn	mg/l	0,18
Cloro residual	Cl	mg/l	0,01
Estaño	Sn	mg/l	
Cobalto	Co	mg/l	2,0
Plomo	Pb	mg/l	

Cobre	Cu	mg/l	0,02
Cromo total	Cr	mg/l	0,05
Fenoles monohídricos	Expresado como fenoles.	mg/l	0,001
Grasas y aceites	Sustancias solubles en hexano.	mg/l	0,3
Hierro	Fe	mg/l	0,3
Hidrocarburos totales de petróleo	TPH	mg/l	0,5
Hidrocarburos aromáticos policíclicos (HAPs)	Concentración total de HAPs.	mg/l	0,0003
Manganeso	Mn	mg/l	0,1
Materia flotante	Visible		Ausencia
Mercurio	Hg	mg/l	0,0002
Níquel	Ni	mg/l	0,025
Plaguicidas organoclorados totales	Concentración de organoclorados totales	ug/l	10
Plaguicidas organofosforados totales	Concentración de organofosforados totales	ug/l	10
Piretroides	Concentración de piretroides totales	mg/l	0,05
Plata	Ag	mg/l	0,01
Selenio	Se	mg/l	0,01
Tensoactivos	Sustancias activas al azul de metileno		0,5
Temperatura	°C		Condiciones naturales +3 máxima 20
Coliformes fecales	nmp/100ml		200

FUENTE: NORMA DE CALIDAD AMBIENTAL Y DE DESCARGA DE EFLUENTES: RECURSO AGUA LIBRO VI ANEXO 1. Pg 301-303

Además de los criterios indicados, se utilizarán los siguientes valores máximos para la interpretación de la calidad de las aguas.

CUADRO 4. Límites máximos permisibles adicionales para la interpretación de la calidad de las aguas.

Parámetros	Unidad.	Límite máximo permisible.
		Agua dulce.
Acenaftileno	ug/l	2,0
Acilonitrilo	ug/l	26
Acrleina	ug/l	0,2
Animonio total	ug/l	16
Benceno	ug/l	300
BHC – ALFA	ug/l	0,1
BHC – BETA	ug/l	0,1
BHC – DELTA	ug/l	0,1
Clorobenceno	ug/l	15
Clorofenol (2-)	ug/l	7
Diclorobenceno	ug/l	2,5
Diclorobenceno (1,4-)	ug/l	4
Dicloroetano (1,2-)	ug/l	200
Dicloroetilenos	ug/l	12

Dicloropropanos	ug/l	57
Dicloropropenos	ug/l	2
Difenil Hidrazina (1,2)	ug/l	0,3
Dimetilfenol (2,4-)	ug/l	2
Etilbenceno	ug/l	700
Fluoruro total	ug/l	4
Hexaclorobutadieno	ug/l	0,1
Hexaclorociclopentadieno	ug/l	0,05
Naftalenonitritos	ug/l	6
Nitrobenceno	ug/l	60
Nitrofenoles	ug/l	27
PCB (total)	ug/l	0,2
Pentaclorobenceno	ug/l	0,001
Pentacloroetano	ug/l	0,03
P – clorometacresol	ug/l	0,4
Talio (total)	ug/l	0,03
Tetraclorobenceno (1,2,3,4 -)	ug/l	0,1
Tetraclorobenceno (1,2,4,5-)	ug/l	0,15
Tetracloroetano (1,1,2,2-)	ug/l	24
Tetracloroetileno	ug/l	260
Tetraclorofenoles	ug/l	1
Tetracloruro de carbono	ug/l	35
Talueno	ug/l	300
Toxafeno	ug/l	0,000
Tricloroetano (1,1,1)	ug/l	18
Tricloroetano (1,1,2)	ug/l	94
Tricloroetileno	ug/l	45
Uranio (total)	ug/l	20
Vanadio (total)	ug/l	100

FUENTE: NORMA DE CALIDAD AMBIENTAL Y DE DESCARGA DE EFLUENTES: RECURSO AGUA LIBRO VI ANEXO 1. Pg 303-306

4.1.2.4 Además de los parámetros indicados dentro de esta norma, se tendrán en cuenta los siguientes criterios:

La turbiedad de las aguas de estuarios debe ser considerada de acuerdo a los siguientes límites:

d) Ausencia de sustancias antropogénicas que produzcan cambios en color, olor y sabor del agua en el cuerpo receptor, de modo que no perjudiquen a la flora y fauna acuáticas y que tampoco impidan el aprovechamiento óptimo del cuerpo receptor.

CAPÍTULO II

2. DISEÑO METODOLÓGICO E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS

2.1. Diseño Metodológico

2.1.1. Tipos de Investigación

Los tipos de investigación que se utilizó en el presente trabajo son: de campo, cuasi experimental, cuantitativa - descriptiva y exploratoria

2.1.1.1. Investigación de Campo

Según el objeto de estudio la investigación es de Campo debido a que es trabajada en un ambiente natural en el que están presentes los organismos los cuales cumplen con el papel de ser la fuente de datos para ser analizados. Este tipo de investigación fue utilizada en el levantamiento de la línea base, para la recolección de las muestras biológicas, físico – químicas in situ y para laboratorio en los dos acuíferos superficiales durante 5 meses.

2.1.1.2. *Investigación Cuasi experimental*

Según las variables la investigación es Cuasi Experimental: debido a que en la investigación tenemos variables físico – químicas y observamos su efecto y relación con las variables biológicas. En este diseño los organismos muestreados no se asignaron al azar a los grupos, sino que dichos grupos ya están preestablecidos.

2.1.1.3. *Investigación Cuantitativa Descriptiva*

Según el nivel de medición y análisis de la información, la investigación es Cuantitativa; los muestreos se realizaron periódicamente durante 5 meses el intervalo de tiempo se debió al período de repoblación de los organismos, en cada uno de ellos contabilizaron y se los realizó siguiendo protocolos establecidos. En el estudio se establecen valores comparativos entre los valores de nitrógeno, fósforo, temperatura, OD, Transparencia y pH con el tiempo y los individuos de los géneros de Fitoplancton, Macroinvertebrados así como; el peso seco del metro cuadrado de las Macrófitas. A la vez la investigación es también Descriptiva; las identificaciones de los organismos muestreados describieron las características estructurales llegando a géneros en la clasificación taxonómica, de hábitat y distribución.

2.1.1.4. *Investigación Exploratoria*

Esta investigación exploratoria se aplicó para determinar la línea base ambiental de los acuíferos superficiales y la selección de las mejores alternativas de conservación a nivel de pre - factibilidad.

2.1.2. Metodología

2.1.2.1. Levantamiento de la Línea Base

Mediante la observación en las distintas visitas de campo, la foto - interpretación y la revisión bibliográfica de los distintos rasgos característicos tanto bióticos como abióticos se estableció la caracterización del sector los Poguios.

2.1.2.2. Metodología para la Medición y Muestreo para la Obtención de datos Físico – Químicos

2.1.2.2.1. Muestreo in situ

1. Se geo referenció los puntos de muestreo.
2. Se lavó los electrodo con agua destilada y se calibró
3. Medición del pH, OD (Oxígeno Disuelto) y Temperatura
 - ❖ Se introdujo los electrodos en el agua, uno a la vez y se registró la lectura de cada uno de ellos.
4. Medición de la Transparencia (Disco de Secchi)
 - ❖ Se introdujo el Disco de Secchi en el acuífero y se observa su visibilidad, con ayuda de un flexómetro se midió la profundidad.
 - ❖ Se registró los datos en la ficha de campo.

Estos pasos los realizamos en los dos puntos de muestreo, la calibración y la geo-referenciación debe realizarse una sola vez en el día.

2.1.2.2. Muestreo para análisis ex situ

1. Muestreo de agua para Nitrógeno Total y Fosforo Total:
 - ❖ Se tomó 2 litros de agua en recipientes plásticos.
 - ❖ Se etiquetó la muestra.
 - ❖ Se refrigeró la muestra a 4°C (NTE INEN 2169 (1998) (Spanish): Agua. Calidad del agua. Muestreo. Manejo y conservación de muestras CUADRO 2) y transportó con sustituto de hielo al laboratorio.
 - ❖ El método utilizado para Nitrógeno Total, fue un PROCEDIMIENTO INTERNO DE CÁLCULO.
 - ❖ El método utilizado para Fósforo Total, fue en método APHA4500 – PC, COLORIMÉTRICO.

2.1.2.3. Metodología para el Muestreo, Identificación y Obtención de Datos Cuantitativos y Cualitativos de Fitoplancton

2.1.2.3.1. Protocolo de campo.

1. Se preparó los recipientes de 10 litros de capacidad.
2. Proceso de toma de muestras
 - ❖ Con un recipiente más pequeño se tomó el agua del punto de muestreo y se colocó el líquido en los recipientes hasta completar los 50 litros.
 - ❖ Se filtró fuera del área de muestreo en la manga de filtrado de 85um los 50 litros contenidos en los recipientes.
 - ❖ Se trasvasó la muestra contenida en la manga de filtrado a un tubo de ensayo para centrifuga de 50 ml.
 - ❖ Se colocó 50 gotas de formol al 10% para fijar la muestra y se tapa el recipiente.

- ❖ Se etiquetó, rotuló y se guardó las muestras para su transporte.
- ❖ Por último se lavó los materiales utilizados.

2.1.2.3.2. *Protocolo de laboratorio.*

- ❖ Se elaboró fichas y guías de identificación de ejemplares
- ❖ La identificación y recuento de las muestras se lo realizó con el microscopio invertido.
- ❖ Se tomó los organismos preservados con una micro pipeta de dos mililitros y se los deposita en la cámara sedwick Rafter para luego llevarlos al microscopio invertido, y se procedió a observar las características de cada espécimen.
- ❖ Se realizó el conteo de organismos desplazando la cámara de izquierda a derecha y de arriba hacia abajo ayudado de un contador natural.
- ❖ El nivel de identificación que se requirió para este estudio es a nivel de géneros.

2.1.2.4. *Metodología para el Muestreo, Identificación y Obtención de Datos Cuantitativos y Cualitativos de Macroinvertebrados*

De acuerdo a PARDO Isabel, GARCÍA Liliana, DELGADO Cristina COSTAS Noemi, ABRAÍN Rut (2010) el protocolo para la obtención de datos de macroinvertebrados es el siguiente:

2.1.2.4.1. *Protocolo de campo.*

El método empleado para la recolección de macroinvertebrados en el campo está basado en el protocolo de muestreo de hábitats múltiples publicado por la Agencia de Protección del Medio Ambiente de Estados Unidos (EPA) (Barbour et al. 1999)

El protocolo que aquí se describe es similar al desarrollado en el proyecto europeo AQEM (AQEM consorciu 2002, Hering et al. 2003), que también se basa en el sistema americano de hábitats múltiples, y sobre el cual se está preparando un protocolo estándar internacional de muestreo.

1. Se evaluó visualmente el área de muestreo identificando los hábitats más representativos en función de los tipos y tamaños de sustrato.
2. Proceso de toma de muestras:
 - ❖ Las muestras se tomó de los bordes, entre la vegetación y la superficie de cada acuífero.
 - ❖ Las muestras se recogió con una red kick de mano con unas dimensiones estándares de 0,25 m de ancho y 0,25 m de alto y con una red de organza de 500 μm de luz de malla.
 - ❖ Para pozas con fondos blandos se dio tres pasadas; la primera pasada se realizó por la superficie, la segunda se arrastró 1 cm del fondo y la última se recogió lo que queda en suspensión. Para bancos vegetados se dio tres pasadas la red, rozando y sacudiendo las raíces a diferentes profundidades. Se hizo una pasada por el fondo del sedimento donde enraíza la vegetación. Para macrófitas sumergidas de aguas someras, se muestreó sacudiendo la planta e incluyendo el material suspendido.
 - ❖ Se lavó los sedimentos hasta tener visibilidad de los individuos.

- ❖ Se recolectó los organismos por similitud en tubos eppendorf, se completó el volumen con alcohol al 75% y se tapó; recolectados todos los organismos se los guardó en un frasco de mayor tamaño con alcohol al 75% y se tapó.
- ❖ Se etiquetó con la información relevante y se guardó para transportarlos.
- ❖ Se procedió a llenar la ficha de campo.

2.1.2.4.2. Protocolo de laboratorio.

- ❖ Se elaboró las fichas de identificación de ejemplares.
- ❖ Se trasladó los organismos preservados a una caja Petri para llevarlos al estereomicroscopio, nos ayudamos con pinzas para observar las características de cada espécimen.
- ❖ La identificación y recuento de las muestras se realizó en el laboratorio de invertebrados del Instituto de Ciencias Biológicas de la Escuela Politécnica Nacional con un Estereomicroscopio de 80X y con una cámara digital.
- ❖ Las identificaciones se realizó hasta el nivel de géneros, cuando fue posible, caso contrario solo se determinaron como meso especies.

2.1.2.5. Metodología para el Muestreo, Identificación y Secado de Macrófitas

De acuerdo a PARDO Isabel, GARCÍA Liliana, DELGADO Cristina COSTAS Noemi, ABRAÍN Rut (2010) el protocolo para la obtención de datos de macrófitas es el siguiente:

2.1.2.5.1. Protocolo de campo.

El método empleado para la recolección de datos relativos a macrófitas se ha diseñado en base a la norma CEN 14184 (Water quality. Guidance atandard for the surveying of aquatic macrophytes in running waters), siguiendo las recomendaciones al respecto contenidas en el proyecto STAR (Dawson, 2002).

1. Se seleccionó un ejemplar maduro de cada especie encontrada y el peso seco se seleccionó un metro cuadrado del acuífero.
2. Proceso de toma de muestras para peso seco:
 - ❖ Se seleccionó el área con mayor abundancia del acuífero y se procedió a cercar con estacas y piola.
 - ❖ Se procedió a retirar el área cercada equivalente a un metro cuadrado, los ejemplares recolectado fueron lavados e introducidos en bolsas de plásticos herméticas debidamente etiquetadas.
3. Proceso de toma de muestras para identificación taxonómica
 - ❖ Se recolectó el ejemplar idóneo de cada género identificado, se almacenaron en bolsas plásticas herméticas en una razón de dos bolsas por cada muestra, se etiquetó y se conservó en una caja de refrigeración con sustitutos de hielo hasta su llegada al domicilio donde se identificó y secó.
 - ❖ Se procedió a llenar la ficha de campo.

2.1.2.5.2. Protocolo de laboratorio.

- ❖ Se sometió las plantas muestreadas a procesos de deshidratación durante una semana.
- ❖ Trascurrido el tiempo de secado se pesó y se registró.

- ❖ Para la identificación taxonómica las muestras de plantas vasculares fueron sometidas a secado por presión, durante quince días.
- ❖ Con ayuda de guías de identificación botánica se procedió a redactar las características de cada ejemplar y elaboró la ficha.

2.2. Métodos y Técnicas

2.2.1. Métodos

En la presente investigación se utilizaron los métodos: inductivo, deductivo, analítico y sintético.

2.2.1.1. Método Inductivo

El método inductivo se utilizó para la recopilación de información de la línea base, detallada en el capítulo dos.

Los pasos que siguen a una inducción son:

- La observación del medio físico y biótico del sector los Poguios.
- Comparación con la bibliografía para establecer el tipo de ecosistema presente.
- Mediante la Abstracción se logró establecer los aspectos característicos del ecosistema.

- Mediante la Generalización se establecieron la concordancia bibliográfica con las características del ecosistema.

2.2.1.2. Método Deductivo

Este método se usó para la identificación de las diferentes familias de los bioindicadores y la vinculación con el fenómeno de eutrofización.

Los pasos que siguen en el método son:

- Mediante la aplicación de metodología nacionales como internacionales se recolectó, midió, muestreó e identificó los parámetros físico – químicos y biológicos.
- Mediante la comprensión se logró interpretar los datos recolectados a través del tiempo.
- Mediante la demostración de los datos a través de gráficos de correlación se pudo observar las tendencias temporales de los parámetros físico –químicos con los biológicos.

2.2.1.3. Método Analítico

El método analítico se manejó al establecer las variables de la presente investigación.

Las fases del método son:

- Mediante la observación se pudo evidenciar la floración excesiva de macrófitas en los acuíferos superficiales del sector los Poguios.
- El Problema radica en que la poca penetración de luz permite que se den reacciones que consumen oxígeno saturando la demanda del mismo.
- Hipótesis: las floraciones de macrófitas, algas y macro – invertebrados son indicadores de contaminación por Eutrofización.
- La verificación de las hipótesis se estableció mediante la medición, muestreo, identificación, análisis de los datos cualitativos y cuantitativos de las variables dependientes e independientes; para correlacionarlos entre sí.
- La generalización del problema se logró al relacionar los parámetros preestablecidos en los índices de diversidad con los datos obtenidos.

2.2.1.4. Método Sintético

El método sintético se utilizó al elaborar el sumario, conclusiones y recomendaciones.

2.2.2. Técnicas

Las técnicas usadas en la investigación fueron: técnica de concentración de fitoplancton, técnica de recolección de macroinvertebrados, técnica para el recuento de fitoplancton celda de sedgwick - rafter (s-r), la observación, el fichaje, técnicas de recolección de muestras de laboratorio.

2.2.2.1. *Técnica de concentración de Fitoplancton*

De acuerdo al Manual de técnicas de muestreo y análisis de fitoplancton y perifiton, Instituto Tecnológico de Ecología, México, D.F. abril 1982. La técnica de filtrado es muy utilizada cuando la profundidad del acuífero es inferior a 0,5 m y se utiliza un red de filtrado; los 50 litros de agua se concentra en bales de 10 litros, el contenido se pasar por el filtro de membrana de 85 μm , del cual se trasvasa 50 ml de filtrado contenidos en un tubo contenedor. La preservación de la muestra se realiza con formol al 10%.

2.2.2.2. *Técnica de recolección de Macroinvertebrados*

ROLDAN Gabriel (1992) nos manifiesta que tomar muestras cuantitativas en orillas con bancos vegetativos es muy difícil, por ello, lo más utilizado es el muestreo cualitativo con una red de mano tipo “D-net”. Con ayuda de esta red se remueven las orillas y la vegetación, atrapando de esta forma las larvas allí existentes.

PARDO, Isabel; GARCÍA, Liliana; DELGADO, Cristian; COSTAS, Noemi & ABRAÍN, Rut, (2010) recopilaron metodologías para muestreos de macroinvertebrados de acuerdo a los diferentes estratos:

Pozas con fondo compuesto de limos, arenas o gravas. Situarse con cuidado para no espantar a los insectos de la superficie del agua y dar tres pasadas rápidas en la misma zona. La primera pasada se realiza por la superficie, la segunda arrastrando 1 cm del fondo y la última para recoger lo que quede en suspensión.

Bancos vegetativos. Pasar tres veces la red, rozando y sacudiendo las raíces a diferentes profundidades. Hacer una pasada por el fondo del sedimento donde enraíza la vegetación.

2.2.2.3. *Técnica para el Recuento de Fitoplancton Celda de Sedgwick-Rafter (S-R)*

Esta técnica se realizó para el conteo en franjas; se colocó la cubierta en forma diagonal y se transfirió 2 ml la muestra con una pipeta; se dejó reposar la muestra para sedimentar el fitoplancton; se llevó al microscopio invertido y el proceso de recuento se realizó de arriba hacia abajo y de izquierda a derecha.

2.2.2.4. *Observación*

La observación directa dotó de información necesaria para el levantamiento de la línea base ambiental, y las condiciones ambientales en las que se procedió a tomar las muestras de Fitoplancton, Macroinvertebrados y Macrófitas.

2.2.2.5. *Fichaje*

El fichaje personalizado se utilizó para plasmar la información recolectada en campo respecto al muestreo de Fitoplancton, Macroinvertebrados y Macrófitas; la información geo referencial, los valores de parámetros físico – químicos in situ.

2.2.2.4. *Técnica de Recolección de Muestras de Laboratorio*

El proceso de toma de muestras se realizó tomando 2 litros de agua en botellas plásticas, las muestras son refrigeradas a 4° C hasta su llegada al laboratorio, las muestras deben estar bien identificadas con el nombre del sector, fecha y hora del muestreo, código, responsable.

2.3. Recursos, Materiales y Equipos

2.3.1. Recursos Institucionales

- **Institución:** Universidad Técnica de Cotopaxi
- **Unidad Académica:** De ciencias Agropecuarias y Recursos Naturales
- **Carrera:** Ingeniería de Medio Ambiente
- **Laboratorio:** Centro de Investigación y Control Ambiental (CICAM)
Escuela Politécnica Nacional
Instituto de Ciencias Biológicas de la Escuela Politécnica Nacional
- **Herbario:** Nacional del Ecuador
- **Ministerio:** Del Ambiente Ecuatoriano (Cotopaxi)

2.3.2. Talento Humanos

- **Autor:** Mena Bautista Consuelo Maricela
- **Director de tesis:** Ing. Lara Landázuri Renán Arturo

- **Asesor Externo:** Blgo. Carvajal López Vladimir
- **Miembros del Tribunal:** Ing. Tapia Alexandra
Dr. Cayo Efraín MSc
Ing. Andrade José

2.3.3. Recursos Tecnológicos

- ❖ GPS
- ❖ Estereomicroscopio Olympus 80X con cámara digital Infinity y software para toma de fotografías y medida de especímenes.
- ❖ Microscopio invertido Axiovert 25 con tubo fotográfico y cámara Nikon d7100
- ❖ Multiparámetros
- ❖ Balanza
- ❖ Disco de Secchi
- ❖ Secador casero.

2.3.4. Recursos Materiales

Materiales de oficina

- Papelería y materiales
- Computadora
- Pen Drive
- Impresora
- Internet
- Libros de referencia para la investigación.

Materiales de campo

- Cámara de fotos
- Botas de caucho y guantes de manejo
- Rastrillo, estacas, piola y flexómetro
- Bandejas plásticas y bolsas Ziploc
- Caja de transporte de muestras refrigerada y sustituto de hielo
- 5 baldes de 10 litros
- Pinzas entomológicas
- Fichas de campo para la recolección de las muestras y etiquetas plásticas resistentes al agua
- Frascos de vidrio con tapa
- Red de mano (malla de 85 μm)
- Manga de filtrado
- Envases de 2 litros de capacidad con tapa
- Tubos Falcon de ensayo para centrifuga de polipropileno de 50 ml.
- Tubos eppendorf de 1,5 ml
- Alcohol al 75%
- Formol al 10%
- Agua destilada

Materiales de Laboratorio

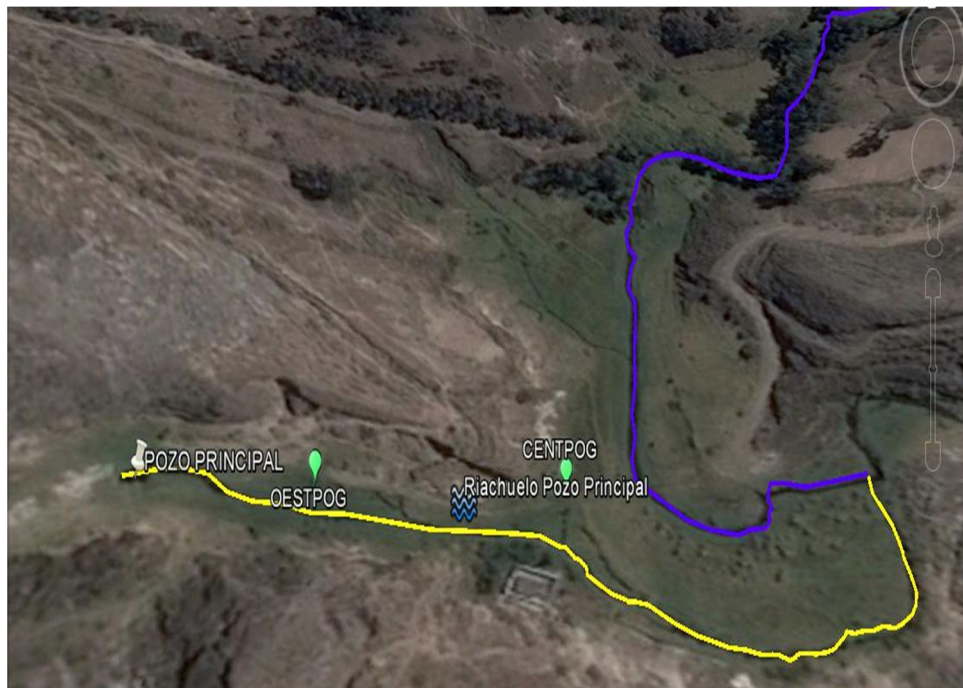
- Guías de identificación e iconografías
- Placas de prensado
- Cartón rígido
- Pipetas Paster 1ml
- Cajas petri
- Sedgwick Rafter cuadrículada o porta objetos para conteo de Hematocritos.
- Análisis de laboratorio

2.4. Ubicación del Sitio de Estudio

2.4.1. Ubicación

Los Poguios son manantiales que afloran en una quebrada sin nombre y desde tiempos de antaño se han conocido como tal, están situados en las coordenadas 70129 Este, 9892283 Norte con una altitud de 2858 msnm al sur oeste del cantón Pujilí, se encuentra entre los barrios Guambaló y San Marcos de Pujilí en la provincia de Cotopaxi.

FOTOGRAFÍA 1: LOCALIZACIÓN DE LAS UNIDADES DE ESTUDIO



FUENTE: Google Earth (2015)

2.4.2. Medio Físico

2.4.2.1. Climatología

El clima en los Poguios presenta dos épocas no muy marcadas: una lluviosa que inicia en los meses de octubre y se extiende a febrero y una seca que inicia en mayo y se extiende hasta agosto, las elevaciones que rodean al cantón Pujilí y Latacunga forman lo que meteorológicamente se conoce como zona de sotavento, esta zona se caracteriza por recibir escasas precipitaciones y tener un mayor evaporación; las precipitación anual oscila entre 450 y 500 mm, con una temperatura anual de 16°C y una humedad relativa de entre 74 a 79%.

2.4.2.2. Geología

Regionalmente el área de estudio se halla ubicada en la Sierra Central del Ecuador, en la cordillera Occidental de los Andes, en la franja volcánica de Cuturiví. Está constituida por una potente secuencia de depósitos volcánicos clásticos y lavas andesíticas del mesozoico, recubiertos por un paquete de materiales del terciario constituidos por lutitas, areniscas, piroclastos y material volcánico - sedimentarios: ceniza volcánica (cangagua).

Las quebradas se caracterizan por cambiar su pendiente de manera drástica; los Poguios son floraciones de manantiales rodeados por cerros constituidos generalmente por material pétreo en sus bases debido al arrastre de las inundaciones del río y en la cima por materiales puzolánicos, piedra pómez y cangagua, en algunos lugares es evidente la concentración de salitre que evidencia altas concentraciones de sales.

MORENO OSORIO, Camilo (1992). La geomorfología del río que atraviesa el sector los Poguios corresponde al parón meándrico debido a la inundación estacionaria que se produce.

2.4.2.3. Suelos

MORENO OSORIO, Camilo (1992). Los Poguios en su parte más alta de la quebrada los suelos están constituidos predominantemente por la cangagua, la misma que se desintegra en superficie con poca meteorización y formación de arcilla. En general estos suelos son arenos limosos muy finos, sobre capas continuas o discontinuas de cangagua no muy permeables. El suelo de las orillas del río Isinche constituye un rico sustrato de sedimentos, arenas de distinto tamaño de grano, gran cantidad de materia orgánica y humus.

2.4.2.4. Hidrología

El sector los Poguios pertenece a la cuenca del río Pastaza, micro-cuenca del río Isinche, tiene su nacimiento en los páramos occidentales y agregaciones de quebradas; atraviesa la ciudad de Pujilí y avanza hacia el sur para conectarse a la sub cuenca del río Cutuchi en la ciudad de Latacunga.

El río es estacionario pues en época lluviosa se evidencia un incremento de caudal causando desbordamientos, en época seca la ausencia de agua llega hasta el sector y con el aporte hídrico de los acuíferos de los Poguios continúa su recorrido, además de forma ocasional se arrojan aguas servidas presumiblemente de la ciudad de Pujilí.

2.4.2.5. Ecosistema

El sector los Poguios es una formación geológica de la cual nacen manantiales y en su lado oriental es atravesado por el río Isinche. De acuerdo a SIERRA Rodrigo (1999) en esta zona se desarrollan ecosistemas dulceacuícolas clasificados como herbazales lacustre de tierras altas que incluyen algunas formaciones vegetales cuya composición y características están directamente relacionadas con la presencia de agua, sea de forma permanente o estacional.

Ascendiendo la ladera y en la cima de ella, el ecosistema cambia debido a la ausencia de agua y las lluvias escasas las formaciones vegetales para SIERRA Rodrigo (1999) en este tramo, están constituidas por el ecosistema de espinar seco montano conformado por plantas armadas de espinas, además se encuentra en rangos altitudinales similares al matorral seco montano, en áreas con menor precipitación y suelos más pobres.

La caracterización cartográfica de hábitats manifestó que los acuíferos superficiales del sector los Poguios son pozas con fondos blandos, bancos vegetados y macrófitas sumergidas.

2.4.3. Medio Biótico

2.4.3.1. Flora

El levantamiento de la flora corresponde al ecosistema de herbazal lacustre de tierras altas, mediante la observación en el interior de los sitios de estudio, a un

radio de 5 metros a la redonda y revisión bibliográfica se establecieron 9 especies pertenecientes a las familias: *Brassicaceae*, *Araceae*, *Araliaceae*, *Cyperaceae*, *Isoetaceae*, *Equisetaceae*, *Asteraceae*, *Poaceae*, etc.

2.4.3.2. Fauna

El recurso faunístico fue determinado de acuerdo a visitas de campo y recolección de muestras para observación e identificación, se tomó en cuenta solo el medio acuático de los lugares de estudio y el río aledaño que nace del pozo principal del sector los Poguios. La fauna está representada por las siguientes familias: *Astroblepidae*, *Aeshniae*, *Haplotaixidae*, *Dyticidae*, *Hydrophilidae*, *Chironomidae*, *Stratyomyidae*, *Empididae*, *Physidae*, *Corviculidae*, etc.

2.4.4. Medio Socio Económico

2.4.4.1. Importancia Social y Económica

El recurso hídrico constituye un recurso de vital importancia para el desarrollo económico, social y de salubridad para los habitantes aledaños al sector los Poguios donde están situados los acuíferos superficiales.

En épocas pasadas este lugar era la fuente principal de agua para consumo humano para las comunidades de San Marcos, Infantes, Guambaló, Chugchilán y esporádicamente Inchapo, a la vez muchas familias hacían uso de los acuíferos confinándolos en represas para procesar la fibra de cabuya durante un mes, por esta razón mantenían los embalses limpios y drenados continuamente. La

elaboración de sogas a partir de fibras de cabuya constituía una fuente de ingresos para las familias dedicadas a esta labor por lo que estaban relacionadas con los embalses y su limpieza pero no necesariamente con su conservación.

En la actualidad la necesidad de satisfacer el acceso al agua hace que muchas comunidades concesionen caudales del sector los Poguios para consumo humano, el proyecto ejecutado y en funcionamiento es el presentado por la Junta de Agua de los barrios Chugchilán, Guambaló e Inchapo que abastece con el líquido alrededor de 180 familias. El pozo principal se unifica con otros remanentes de los acuíferos ubicados al norte forman un pequeño río; este caudal es aprovechado por la junta de agua e regadío “Simón Rodríguez”.

2.5. Análisis e Interpretación de Resultados

2.5.1. Interpretación de los Análisis Físico - Químicos

En general, la mayoría de parámetros determinaron que el sitio OESTPOG presenta mayores signos de degradación, sin embargo el sitio CENTPOG registra algunos indicadores que sugieren que está experimentando algún tipo de degradación. A nivel de cada indicador se evidencia que el Nitrógeno Total refleja altos valores en los dos sitios, siendo las cifras más significativas con 5,79 mg/L para OESTPOG en el tercer muestreo; y, 5,92 mg/L para CENTPOG en el segundo muestreo. En cambio los valores más bajos se experimentaron en el cuarto muestreo con 1,9 mg/L para el primer sitio y para el segundo sitio fue en el primer muestreo que totalizó 1.4 mg/L.

El Fósforo Total refleja altos valores en los dos sitios, siendo las cifras más significativas con 1,1 mg/L para OESTPOG en el cuarto muestreo; y, 3,98 mg/L para CENTPOG en el primer muestreo. En cambio los valores más bajos se experimentaron en el segundo muestreo con 0,38 mg/L para el primer sitio y para el segundo con 0,39 mg/L respectivamente.

El Oxígeno Disuelto refleja valores de anoxia en los dos sitios, siendo las cifras más significativas en el primer muestreo con 2,5 mg/L para OESTPOG; y, 2,34 mg/L para CENTPOG respectivamente. En cambio los valores más bajos se experimentaron en el cuarto muestreo con 1,88 mg/L para el primer sitio y para el segundo con 1,33 mg/L respectivamente.

La Temperatura refleja cifras significativas con 17°C para OESTPOG en el segundo muestreo; y, 18°C para CENTPOG respectivamente. En cambio los valores más bajos se experimentaron en el primer muestreo con 15,8°C para el primer sitio y en el quinto muestreo para el segundo con 17°C.

El pH se presentó en altas concentraciones con 7,8 en el segundo muestreo para el acuífero superficial OESTPOG; y, 7,4 para CENTPOG. Por el contrario los valores más bajos se experimentaron en el primer muestreo con 6,7 para el primer sitio; y, 6,6 en el tercer muestreo para el segundo sitio.

La transparencia dotó la mayor profundidad con 10 cm en el primer muestreo del acuífero superficial OESTPOG; y 20 cm el segundo muestreo del acuífero superficial CENTPOG. Por el contrario la menor profundidad se registró en el quinto muestreo con 2,5 cm para el primer sitio; y, en el primer muestreo con 3 cm para el segundo sitio.

CUADRO 9: RESULTADOS DE LOS ANÁLISIS FÍSICO-QUÍMICOS

CÓDIGO DE ESTACIÓN	PARÁMETRO	Unidades	08-mar-15		05-abr-15		02-may-15		13-jun-15		11-jul-15	
				%		%		%		%		%
OESTPOG	NITRÓGENO Total	mg/L	3,37		3,07		5,79		1,9		3,1	
	FOSFORO Total	mg/L	1,07		0,38		0,53		1,1		0,5	
	OXÍGENO DISUELTO	mg/L	2,5	25	2,2	22	2,3	23	1,88	18	2,4	24
	TEMPERATURA	°C	15,8		17		16,3		16,4		16	
	pH		6,7		7,8		6,75		7,3		6,5	
	TRANSPARENCIA	cm	10		3		3		4		2,5	
	CENTPOG	NITRÓGENO Total	mg/L	1,4		5,92		2,67		3,1		2,6
FOSFORO Total		mg/L	3,98		0,39		0,44		2,46		0,5	
OXÍGENO DISUELTO		mg/L	2,34	23,4	2,1	21	2,2	22	1,33	13	1,8	18
TEMPERATURA		°C	17,4		18		17,7		17,3		17	
pH			7,06		7,4		6,6		6,7		6,6	
TRANSPARENCIA		cm	3		20		5		6		3,5	

ELABORADO POR: Consuelo Mena

2.5.2. Resultados de la Identificación y Conteo de Macroinvertebrados

2.5.2.1. Identificación

GÉNERO: *Haplotaxix*

Características taxonómicas: Una o dos quetas por anillo; los gusanos adultos tienen un tamaño mayor a 2,5 cm; una queta por anillo; gusanos muy largos filiformes, a veces presentes en masa.

Hábitat: Los *Haplotaxis* constituyen la fauna béntica muy importante de los puntos de muestreo; OESTPOG y CENTPOG respectivamente, debido a que viven ocultos en los sedimentos del fondo de los acuíferos. Pueden vivir en medios lénticos y lóticos.

Distribución local: El género *Haplotaxis* se encontró en los dos acuíferos superficiales con diferencias significativas en el número de individuos en cada uno de los puntos de muestreo; en OESTPOG se encontró en menor cantidad, mientras que en CENTPOG se contabilizó una gran cantidad de individuos.

FOTOGRAFÍA 2: GÉNERO *HAPLOTÁXIS*

Phylum: Anélida
Clase: Oligochaeta
Orden: Clitellata
Familia: *Haplotaxidae*
Género: *Haplotaxis*



FUENTE: Consuelo Mena.

GÉNERO: *Aeshna*

Características taxonómicas: Odonatos de 35mm (dependiendo de su estado larvario), de cuerpos alargados con tres pares de patas que nacen del tórax, la cabeza es uno y medio a dos veces más ancha que larga, margen occipital cóncavo, con cinco parches pilosos a cada lado; antenas segmentadas, el tercer segmento antenal más largo, el labium alcanza el margen posterior caudal de la segunda coxa; palpo labial con un pequeño ínfero diente apical.

Hábitat: Los odonatos constituyen la fauna nestónica, viven su etapa larvaria en ecosistemas lénticos, con abundante vegetación y pueden soportar ciertos grados de anoxia y contaminación por materia orgánica; ocupan un lugar importante en la dinámica de poblaciones debido a que son predadores.

Distribución Local: El género *Aeshna* se encontró en los dos puntos de muestreo; OESTPOG y CENTPOG respectivamente, la abundancia es de 2-1 entre los dos puntos de muestreo, la disponibilidad de alimento y la concentración de Oxígeno disuelto pueden intervenir en la abundancia en los sistemas lénticos.

FOTOGRAFÍA 3: GÉNERO *AESHNA*

Phylum: Arthropoda
Clase: Insecta
Orden: Odonata
Familia: *Aeshnidae*
Género: *Aeshna*



FUENTE: Consuelo Mena

GÉNERO: *Ilybius*

Características taxonómicas: Son coleópteros adéfagos que miden próximamente 13mm, su cuerpo es alargado de color marrón oscuro, verde claro y marrón claro, con antenas filiformes no pectinadas y sin masa terminal, el antetarso y el tarso medio segmentados en 5 partes, el cuarto segmento aproximadamente igual al tercero; esculetum muy visible; el margen anterior de los ojos se encuentran ubicados en la base de las antenas. Los tres segmentos basales del antetarso del macho están abiertos pero no forman una placa redonda u oval; la parte posterior del fémur presenta un grupo lineal de cilios en el ángulo posterior apical; las garras posteriores tarsales no son iguales, el margen posterior de la última esternito abdominal de la hembra rasgado.

Hábitat: Viven en aguas poco oxigenadas, en sistemas lénticos y remansos de medios lóticos con pH ligeramente ácido aproximado de 4 – 7 y temperaturas del agua entre 15,8 – 17 °C, toleran contaminación por materia orgánica.

Distribución local: El género *Ilybius* se encontró en los dos puntos de muestreo; los puntos reúnen las condiciones de hábitat requeridas, su abundancia difiere presumiblemente por las concentraciones de Nitrógeno y fósforo.

FOTOGRAFÍA 4: GÉNERO *ILIBIUS*

Phylum: Arthropoda
Clase: Insecta
Orden: Coleoptera
Familia: *Dyticidae*
Género: *Ilybius*



FUENTE: Consuelo Mena

GÉNERO: *Hidroporus*

Características taxonómicas: Las larvas del género *Hidroporus* se caracterizan por tener una protección frontal como muesca lateral; segundo antenómero sin una seta dorsomedial secundaria, tercer antenómero con un poro laterobasal primario y una pínula ventroapical; estípites maxilares con cinco setas primarias; piernas sin pelos natatorios; presencia de espiráculos laterales en los segmentos abdominales 1-7; y cercos sin setas secundarias. Adultos de tamaño pequeño de 2 mm aproximadamente, con el tarso anterior y medio separados en 4 segmentos o pseudotetrámeros; sin carina epipleural. Dorso usualmente marrón a negro, sin marcas pálidas y vientre negro; el proceso de coxa posterior que se produce lateralmente para cubrir la base de los trocánteres traseros; este proceso es el ápice truncado y es solo producido ligeramente al medio.

Hábitat: Pueden habitar tanto medios lóticos sin mucha corriente como medios lénticos; estos últimos son los preferenciales si están acompañados de abundante vegetación y materia orgánica en descomposición.

Distribución local: El género *Hidroporus* se distribuyó de mejor manera en el acuífero superficial CENTPOG, las características del hábitat son las más óptimas para su desarrollo; en el acuífero OESTPOG su abundancia es limitada.

FOTOGRAFÍA 5: GÉNERO *HIDROPORUS*

Phylum: Arthropoda
Clase: Insecta
Orden: Coleoptera
Familia: *Dyticidae*
Género: *Hidroporus*



FUENTE: Consuelo Mena

GÉNERO: *Tropisternus*

Características taxonómicas: Las larvas de *Tropisternus* se caracterizan por tener una cabeza subrectangular; antena uniramal; clipeo con numerosos dientes pequeños; lígula de vértice sencillo; mandíbulas principalmente simétricas con 1 o 2 dientes internos; pronoto reducido enteramente esclerotizado y 8 segmentos completos abdominales, con agallas laterales cortas en el segmento 9. Los adultos se caracterizan por un pronoto sin canales longitudinales; suavizado y usualmente igual de grande que la base de la elitra, ojos no prominentes; cilios de largo variable; tarso medio y posterior con 5 segmentos, con el primer segmento más pequeño que el segundo o tarso medio y posterior con 4 segmentos; palpo maxilar al menos tan largos como las antenas; miden aproximadamente 20mm; la espina metasternal se extiende hacia el margen posterior de la primera externita abdominal; profundamente cavado y dividido entre dos lóbulos.

Hábitat: Los medios lénticos constituyen un hábitat óptimo, con abundante vegetación viva y en proceso de descomposición, pueden vivir en medios lóticos; en las orillas, entre el fango y en bancos vegetativos.

Distribución Local: El género *Tropisternus* se encontró en mayor abundancia en el acuífero denominado OESTPOG, debido a la abundante cantidad de alimento que le proporciona el hábitat.

FOTOGRAFÍA 6: GÉNERO *TROPISTERNUS*

Phylum: Arthropoda
Clase: Insecta
Orden: Coleoptera
Familia: *Hydrophilidae*
Género: *Tropisternus*



FUENTE: Consuelo Mena

GÉNERO: *Chironomus*

Características taxonómicas: Parte ventral del mentón expandido lateralmente para formar las placas ventromentales, las que usualmente son estriadas y nunca con sedas en la base. Las dos manchas oculares se encuentran una encima de otra y habitualmente claramente separadas. (**Chironominae**)

Larvas que oscilan entre 2 mm – 150 mm de longitud de color rojo, por la presencia de hemoglobina en su cuerpo; presentan antenas sésiles sin base alargada o pedestal; placas paralabiales en forma de abanico, separadas en la parte media. Peine de la epifaringe diferente, nunca con dientes simples. Intersección de sedas plumosa, palmeada o de otra forma. Larvas con túbulos anales situados ventralmente

Hábitat: Las larvas de *Chironomus* habitan aguas contaminados con niveles de oxígeno disuelto inferiores al 20%, con abundante materia orgánica en descomposición, característico de medios eutrofizados.

Distribución local: Este género de díptero se encontró únicamente en el Acuífero OESTE, donde su abundancia nota la alta degradación del acuífero por anoxia y una excesiva descomposición de la materia orgánica.

FOTOGRAFÍA 7: LARVA DEL GÉNERO *CHIRONOMUS*

Phylum: Arthropoda
Clase: Insecta
Orden: Diptera
Familia: *Chironomidae*
Género: *Chironomus*



FUENTE: Consuelo Mena

GÉNERO: *Culex*

Características taxonómicas: Larvas de culicido de tamaño variable de 6 mm aproximadamente, antena tan larga como la cabeza, comprimidas más allá del penacho antenal el cual es grande, múltiple, inserto afuera del eje tercero, alcanzando más allá la punta. Cuerpo densamente espiculado. Índice de sifón de 6.2 a 7.0; pecten de 11 a 17 dientes en la tercera base del sifón; diente individual bordeado en un lado cerca de la punta; cerca de cinco pares de penachos con espinas sifonales múltiples insertas más allá del pecten, el penacho proximal más largo que el diámetro basal del sifón pero menor de la mitad de su longitud; dos penachos subdorsales pequeños 2 o 3 ramificaciones presentes; la espina preapical dorsal tan larga o más que el diente del pecten apical, curvado.

Hábitat: Las larvas de *Culex* se adaptan en cualquier medio acuático sin importar su magnitud, por lo que no exigen mayores características en el ecosistema acuático, viven en medios lénticos con abundante materia orgánica en descomposición, plantas sumergidas y flotantes.

Distribución local: *Culex* se encontró con abundancia en el acuífero superficial denominado CENTPOG debido a que este brinda un hábitat óptimo para el desarrollo de las larvas del culicido.

FOTOGRAFÍA 8: LARVA DEL GÉNERO *CULEX*

Phylum: Arthropoda
Clase: Insecta
Orden: Díptera
Familia: *Culicidae*
Género: *Culex*



FUENTE: Consuelo Mena

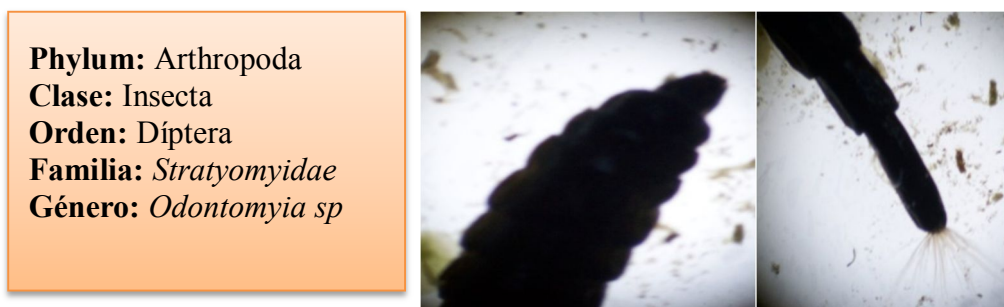
GÉNERO: *Odontomyia*

Características taxonómicas: Larva de cuerpo aplanado y largo, con segmentos abdominales que disminuyen su tamaño gradualmente, son de color marrón claro y pueden llegar a ser de colores muy oscuros dependiendo del sustrato en el que se encuentren, la cabeza se encuentra retraída en el segmento primero del tórax y es más larga que ancha de vista dorsal, ojos convexos en posición dorso-ventral. Presenta un sistema respiratorio modificado, apertura espiracular trasversal posterior en el ápice del segmento anal rodeado por corona de pelos flotadores pinados, dispuestos en tres grupos distintos en cada margen de la cámara de respiración; flotador dorsomedial con pelos más acortados

Hábitat: El género *Odontomyia* habita en medios lénticos muy anóxicos, con abundante materia orgánica en descomposición, y abundante vegetación.

Distribución local: El género *Odontomyia* se encontró exclusivamente en el acuífero superficial denominado OESTPOG en cantidades considerables que lo colocan como uno de los más abundantes.

FOTOGRAFÍA 9: LARVA DEL GÉNERO *ODONTOMYIA*



FUENTE: Consuelo Mena

GÉNERO: *Tipula*

Características taxonómicas: Larvas de zancudos detritívoros; su cuerpo es muy blando sin prolongaciones, presenta un disco espicular en el borde con 6 lóbulos en la parte terminal del cuerpo que no todos se alargan, los más largos raramente más de dos veces su ancho basal.

Hábitat: Las típulas viven en aguas con abundante materia orgánica en descomposición con plantas sumergidas y flotantes en las cuales habitan, se alimentan de raíces de plantas y otros detritos.

Distribución local: Las *Tipulas* se encontraron en mayor número en el acuífero superficial denominado CENTPOG en distintos estados larvarios, la abundante vegetación sumergida y emergente proporciona un ambiente favorable para la reproducción de típula.

FOTOGRAFÍA 10: LARVA DE TÍPULA

Phylum: Arthropoda
Clase: Insecta
Orden: Díptera
Familia: *Tipulidae*
Género: *Tipula*



FUENTE: Consuelo Mena

GÉNERO: *Eristalis*

Características taxonómicas: La larva de la subfamilia *Eristalinae* presenta pseudópodos que facilitan su movilidad, presenta un tubo respiratorio, una adaptación para captar el oxígeno de la atmósfera.

Hábitat: Las larvas de *Eristalis* se desarrollan en agua contaminada con materia orgánica en estado de putrefacción, con bajas concentraciones de oxígeno disuelto, con abundante vegetación flotante.

Distribución local: *Eristalis* se presentó con un número mínimo en el acuífero superficial denominado OESTPOG, las características de hábitat son las idóneas para el desarrollo larvario de este sírfido que pone sus huevos en aguas con alta contaminación de materia orgánica.

FOTOGRAFÍA 11: LARVA EL GÉNERO *ERISTALIS*

Phylum: Arthropoda
Clase: Insecta
Orden: Díptera
Familia: Syrphidae
Subfamilia: *Eristalinae*
Género: *Eristalis*



FUENTE: Consuelo Mena

GÉNERO: *Physa*

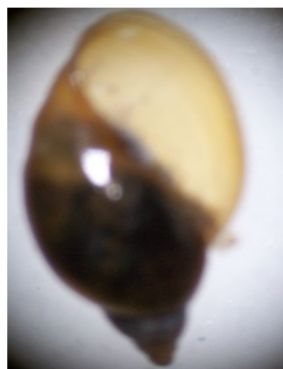
Características taxonómicas: Tiene forma cónica; la concha es de color marrón a verde oliváceo, su concha es levógira con 5 o 6 curvas y presenta antenas filiformes. El cuerpo consta de un manto de colores oscuros cuya falda tiene dos lóbulos de izquierda a derecha de la concha; que le ayuda a realizar y mejorar el intercambio de oxígeno, actuando como una especie de branquia que les permite pasar mucho tiempo bajo el agua.

Hábitat: *Physa* habita en ambientes lénticos, estancados con abundante vegetación que le sirve de guarida, prefiere las aguas duras y alcalinas.

Distribución local: *Physa* es un género que se adapta a cualquier tipo de ambiente acuático y se encuentra distribuida en los dos acuíferos superficiales, las condiciones son muy favorables para su reproducción y crecimiento.

FOTOGRAFÍA 12: GÉNERO *PHYSA*

Phylum: Mollusca
Clase: Gastropoda
Orden: Pulmonata
Familia: *Physidae*
Género: *Physa*



FUENTE: Consuelo Mena

GÉNERO: *Corvicula*

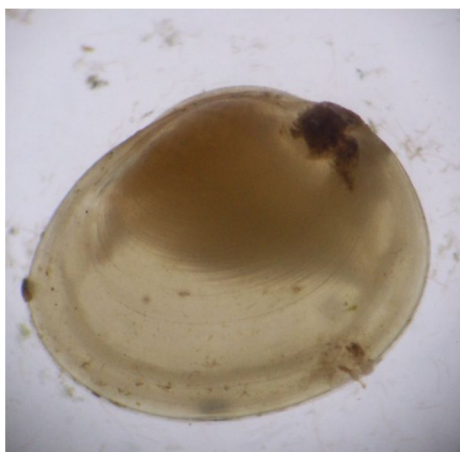
Características taxonómicas: Bivalvo pequeño dulceacuícola de forma ovalada, de coloración habitualmente marrón, con estrías en las valvas. Exteriormente presenta un rayado concéntrico, cubierto por periostraco de color dorado-verdoso. El interior es lustroso, de tono azulado con un borde externo violáceo.

Hábitat: *Corvicula* habita en ambientes lénticos, estancados con abundante vegetación en descomposición y presencia de limo o arcilla formando fondos blandos.

Distribución local: El género *Corvicula* se encontró en los dos acuíferos superficiales monitoreados con diferencias únicamente en su abundancia.

FOTOGRAFÍA 13: GÉNERO *CORVICULA*

Phylum: Mollusca
Clase: Pelecypoda
Orden: Unioneaceae
Familia: *Corviculidae*
Género: *Corvicula*



FUENTE: Consuelo Mena

2.5.2.2. *Conteo de Macro - Invertebrados*

CUADRO 10: CONTEO DE MACROINVERTEBRADOS COLECTADOS DURANTE EL PERÍODO DE ESTUDIO

TAXÓN	08-mar-15		05-abr-15		02-may-15		13-jun-15		11-jul-15	
	1OESTMAIV	1CENTMAIV	2OESTMAIV	2CENTMAIV	3OESTMAIV	3CENTMAIV	4OESTMAIV	4CENTMAIV	5OESTMAIV	5CENTMAIV
<i>Haplotalaxis</i>	1	3	2	7	1	57	0	36	1	23
<i>Aeshna</i>	6	3	6	3	6	1	3	0	6	0
<i>Ilibius</i>	2	3	2	0	0	1	0	0	1	0
<i>Hidroporus</i>	4	14	10	127	22	87	2	50	3	109
<i>Termonectus</i>	10	0	39	0	9	0	20	0	14	2
<i>Chironomus</i>	6	0	11	0	70	1	32	0	3	0
<i>Odontomyia</i>	13	1	11	0	18	0	42	0	30	0
<i>Tipula</i>	1	6	0	2	2	2	0	16	0	2
<i>Culex</i>	0	0	0	6	1	10	0	0	0	6
<i>Eristalis</i>	2	0	0	0	2	0	0	0	0	1
<i>Physa</i>	6	2	35	23	37	72	27	85	44	24
<i>Corbicula</i>	0	0	0	0	1	1	4	0	2	3
SUMATORIA	51	32	116	168	169	232	130	187	104	170

ELABORADO POR: Consuelo Mena

2.5.3. Resultados de la Identificación y Conteo de Fitoplancton

2.5.3.1. Identificación

Phylum: Cyanophita

Características taxonómicas

La división Cyanophyta acoge un grupo de organismos procariotas, al igual que las bacterias sin núcleo diferenciado. Se llaman cianofitas, cianofíceas, algas verde azuladas o cianobacterias.

En la estructura intracelular de las cianofíceas destaca, la desaparición de estructuras membranosas que dividan el contenido interno del núcleo, los plastos o las mitocondrias. Así, su apariencia interna en el microscopio es densa y homogénea.

En el interior se pueden diferenciar dos zonas, la central o centroplasma donde se encuentra el ADN y el protoplasma y la zona que le rodea donde se sitúa el resto de estructuras. Los pigmentos fotosintéticos (clorofila "a") aparecen en estructuras membranosas semejantes a tilacoides; alrededor se sitúan los ficobilisomas que son complejos proteico-pigmentarios donde se encuentran las ficobilinas (ficoeritrina de color rojo y ficocianina de color azul). Las principales sustancias de reserva son gránulos de glucógeno y gránulos de cianoficina (material nitrogenado), los cuales confieren a menudo un aspecto granuloso a las células.

Las ficobilinas son pigmentos accesorios a la clorofila que intervienen en la captación de la luz, ampliando el espectro de absorción. Su abundancia permite que las cianobacterias puedan desarrollarse en ambientes con baja luminosidad. Las ficobilinas conjugadas con la clorofila, son responsables de las coloraciones verde azuladas o violáceas características de estas algas.

A veces, alrededor de la pared celular se puede desarrollar un mucílago, denominado vaina en algas filamentosas. La vaina o mucílago que rodea las células tiene un cierto color dorado o marrón en muchas especies, en estos casos, las poblaciones se ven anaranjadas o marrones.

En las cianobacterias que forman filamentos pueden existir dos tipos de células diferentes a las vegetativas, denominadas heterocistes y acinetos. Los heterocistes no poseen pigmentos fotosintéticos, sus paredes son gruesas para evitar la entrada de oxígeno y se unen a las dos células adyacentes mediante un nódulo. Su función es la de fijar nitrógeno atmosférico mediante un proceso en el que interviene una enzima llamada nitrogenasa.

Chroolococcus

Las células de esta especie son azuladas o verdosas, más o menos esféricas y de 8 a 13 μm de diámetro. Al término de su división, la forma es hemisférica, quedando las células hermanas enfrentadas por la parte plana. Estas células forman colonias microscópicas de 2 a 8 células, pudiendo llegar, a formar colonias de hasta 32 células. Cada una de las células tiene una capa o vaina gelatinosa a su alrededor. La vaina gelatinosa aparece en conjunto estratificada, de manera que cada capa corresponde a un episodio de división celular.

Oscillatoria

Las células se disponen linealmente dando lugar a un tricoma recto, de color verde-azulado, marrón o verde aceituna. Las células son anchas y muy cortas, discoideas, de aspecto bastante granuloso sobre todo en los tabiques de unión entre ellas. La célula terminal es convexa y con la pared algo más engrosada que las demás.

Spirulina

Tricoma solitario de color verde amarillento, formado por células en espiras, estrechamente apretadas, que se van tocando unas a otras en hélices cerradas helicoidales, que se alternan a lo largo del tricoma, el mismo que es, cuando joven, con contenido celular finamente granuloso y homogéneo. El eje longitudinal puede ser recto o curvo.

Hábitat: Habitan aguas estancadas; en mantos acuíferos lénticos, casi sin oxígeno, con deficiente luminosidad.

Distribución local: Los géneros corresponden a la clase Zigmentales y se encontraron en los dos acuíferos superficiales; con diferencias de Abundancia.

Phylum: Heterokontophita

Características taxonómicas

Corresponde al grupo de las diatomeas, este grupo está integrado por organismos que presentan sílice en sus estructuras de protección, crecen en el agua dulce; suspendidas en la columna de agua, incrustadas en piedras, vegetación o en los sedimentos de los lechos de acuíferos de medios lénticos.

Las heterocontofitas contienen pigmentos como la clorofila, carotenoides y xantofilas. La presencia de fucoxantina, da lugar a la coloración amarillo, dorada o marrón que caracteriza a este grupo de algas. Poseen la capacidad de formar cistes de resistencia a condiciones desfavorables; en ellos, la célula se rodea por una estructura silícea de otra morfología según la clase. Dentro de esta división veamos tres clases: Chrysophyceae, Xantophyceae y Bacillariophyceae.

Los seis órdenes que componen la clase Xantophyceae; el orden Tribonematales son especies filamentosas que presentan tabiques entre las células. Los filamentos pueden o no estar ramificados. En ellos, la forma de la célula, la presencia de vainas alrededor de los filamentos, la existencia de piezas diferenciadas en el filamento o la forma de ramificarse constituyen rasgos taxonómicos.

La Clase Bacillariophyceae corresponde a las diatomeas; son algas unicelulares o coloniales ampliamente distribuidas tanto en ecosistemas lóticos como lénticos. Pueden crecer en agua libre y/o asociadas a un sustrato sólido. Los plastos de estas algas suelen darle un color marrón o amarillento a la célula debido a la

clorofila “a” y “c”, carotenos y xantofilas, siendo la fucoxantina muy abundante. La sustancia de reserva principal es la crisolaminarina.

Respecto a los principales rasgos morfológicos está la frústula. Las diatomeas se pueden dividir en dos grupos respecto a la simetría en la vista valvar. Las diatomeas céntricas o centrales presentan una simetría radial en vista valvar; la ornamentación se estructura radialmente, organizándose en torno a un punto o dos puntos; su aparato plastidial está formado por numerosos plastos discoidales. Las diatomeas pennadas presentan un modelo de simetría bilateral en vista valvar, la ornamentación se organiza en torno a un eje, y pueden diferenciarse dos ejes de simetría en la valva, longitudinal y transversal, excepto algunos géneros que presentan valvas asimétricas respecto a uno de los ejes. El aparato plastidial en las diatomeas pennaes está formado por dos plastos parietales.

Melosira

Célula usualmente en cadenas largas, de forma cilíndrica, de tamaño variable, dispuestas de dos en dos, cuyo frústulo se presenta en líneas diagonales punteadas y separadas por una célula pequeña de aspecto hialino.

Pinularia

Célula solitaria pennal y birrafídea con las valvas alargadas de tamaño considerable y los extremos redondeados. El rafe central presenta una sinuosidad característica. La ornamentación se compone de estrías muy visibles instaladas paralelamente entre sí pero perpendicularmente al rafe a ambos lados del mismo.

Surirella y Nitzschia

Las familias Surirellaceae y Nitzschiaceae presentan los rafes acompañados de una estructura denominada canal rafidal más o menos compleja. Consiste en un canal cilíndrico abierto al exterior longitudinalmente conocido como rafe; que comunica por poros regulares con la parte interna de la diatomea. A lo largo de este canal se disponen estructuras denominadas fibulas que al microscopio aparecen como pequeñas cuñas en el margen de la valva. Sin embargo, mientras que en la familia Nitzschiaceae el canal rafidal va de polo a polo por cada valva, en la familia Surirellaceae el canal rodea el perímetro de cada valva.

Gomphonema

Las células se pueden encontrar fijas a sustratos mediante pedúnculos gelatinosos simples. Las células cuyas caras pleurales son cuneiformes.

Fragilaria

Esta especie es arrafídea y penal; las valvas son alargadas y rostradas en sus extremos. Presentan una fina estriación transversal al eje longitudinal. Ambas tienen idéntica ornamentación y en lugar de rafe presentan un área longitudinal estrecha, que interrumpe las estrías y circula a lo largo de toda la valva. Normalmente el pseudorrafe se extiende hasta los márgenes, de forma que queda definida un área central cuadrada o rectangular. En algunos casos esta área central se extiende sólo hacia un lado. Las células son solitarias o forman colonias acintadas mediante la disposición en paralelo de varias de ellas

Anamoeoneis

Esta especie es una diatomea pennal birrafídea. La superficie de cada valva tiene forma elíptica o lanceolada y acaba en una pequeña prolongación en los polos (se dice que la valva es capitada o rostrada). La valva está ornamentada con marcas puntiformes organizadas en líneas perpendiculares al rafe. Lo más característico de la especie son las punteaduras más gruesas que se alinean paralelamente a ambos lados del rafe.

Hábitat: El Phylum Heterokontophita puede habitar de forma libre en la columna de agua o en forma de bentos adherido a piedras y vegetación sumergida; en medios lénticos y en medios lóticos.

Distribución local: El Phylum Heterokontophita se encontró en los dos acuíferos superficiales se presentaron en abundantes cantidades la clase Bacillariophyceae correspondiente a las diatomeas.

Phylum: Chlorophyta

Características taxonómicas

Las clorofíceas presentan clorofilas “a” y “b”, el color de los plastos es verde. La membrana celular tiene una alta compensación de celulosa y la sustancia de reserva energética es el almidón que se encuentra distribuido dentro de los plastos, alrededor de los pirenoides. La presencia de clorofilas y las reservas de almidón

las emparentan con las plantas, y actualmente se admite que las plantas han evolucionado a partir de las algas verdes dulceacuícolas de la clase Charophyceae.

Dentro de la clase Zygothryceae, el orden Zygnematales comprende un amplio grupo de cloroficeas, morfológicamente diverso, de formas unicelulares o filamentosas caracterizadas por reproducirse mediante conjugación, es decir, unión sexual de gametos no flagelados. Esta forma de reproducción hace que estas algas se conozcan con el nombre de algas conjugadas. De dicho orden se han constatado tres familias, muy distintas morfológicamente

Microspora

Filamento cilíndrico, formado por células rectangulares inicriadas, con extremos redondeados. Cloroplasto parietal en forma de H, de aspecto reticulado, que ocupa todo la célula, carece de pireniodes, presenta gránulos de almidón, son uninucleados y la reproducción es por acinetos. Membrana grueso.

Spirogira

Son filamentos largos, formado por células vegetativas cilíndricas, unidas unas a otras por medio de un tabique. El cloroplasto con cromatóforos acintado en forma espiralada y con numerosos pireniodes. Conjugación escaleriforme, tubos formados por ambos gametangios, zigospóra elipsoidal, con pared externa hialina.

Hábitat: Se encuentran flotando en ambientes lénticos y lóxicos con abundante materia orgánica.

Distribución local: El Phylum Clorophyta se encontró con mayor abundancia en el acuífero superficial CENTPOG, y en el acuífero superficial OESTPOG se encontraron en mínimas cantidades en distintos muestreos.

Phylum: Euglenophyta

Características taxonómicas

El Filo *Euglenophyta* lo constituyen organismos autótrofos emparentados con los protozoarios y las algas, generalmente se los enlista con las algas por la presencia de clorofila. Poseen dos flagelos uno más largo que le sirve para moverse y otro más pequeño; el género *Euglena* predominante del agua dulce lentic. Poseen un detector de luz cerca de los flagelos, mancha ocular, membrana plasmática, cloroplastos, pirenoides, núcleo y periplasto.

Hábitat: Las euglenas habitan en lugares lénticos, se encuentran distribuidos en las sombras de la columna de agua.

Distribución local: El phylum Euglenophyta se encontró esporádicamente en los dos acuíferos superficiales.

2.5.3.2. *Conteo de Fitoplancton*

El conteo de fitoplancton se encuentra detallado en el Anexo N° 16

2.5.4. Identificación y Obtención de Peso Seco de Macrófitas

2.5.4.1. Identificación

GÉNERO: *Lemna*

Características Botánicas: Plantas perennes, presenta una o varias raicillas diminutas, filiformes, simplificadas en auténticos rizoides, las falsas hojas ovaladas son en realidad una especie de mezcla, de un tallo reducido, o inexistente, que tiene forma ovalada lenticular y bastante aplanada.

Hábitat: Viven flotantes, sin anclarse en los lechos fangosos y otras zonas fluviales de curso muy lento. Pueden desarrollarse en ambientes sin oxígeno.

Distribución Local: El género se presentó en los dos acuíferos pero grandes cantidades de *Lemnas* se presentaron en el acuífero superficial OESTPOG.

FOTOGRAFÍA 14: GÉNERO *Lemna*

Phylum: Plantae
Clase: Liliopsida
Orden: Alismatales
Familia: Araceae
Género: *Lemna*



FUENTE: Consuelo Mena

GÉNERO: *Scirpus*

Características Botánicas: El género *Scirpus* es una hierba acuática perenne, de escaso porte y fasciculada, miden aproximadamente 1 m de altura, está sumergida bajo el agua y la otra parte se halla por encima de la superficie. Las hojas forman una vaina que rodea al tallo en la base; distribuidas en dos sectores: las hojas de la parte inferior de la planta presentan vainas foliares carentes de láminas, mientras que las superiores las desarrollan ocasionalmente. La parte alta de la planta presenta una inflorescencia ramificada formada por espigüelas con flores hermafroditas, abundantes, ovoides u oblongas. Esta planta produce frutos secos, lisos o transversalmente rugosos, con un pericarpio no soldado a ellos.

Hábitat: Es una planta que crece, tanto de manera silvestre como cultivada, en zonas pantanosas y en medios lénticos.

Distribución Local: El género *Scirpus* lo encontramos en los dos acuíferos con diferencias de abundancia, en CENTPOG fue más abundante.

FOTOGRAFÍA 15: GÉNERO *Scirpus*

Phylum: Angiospermae
Clase: Monocotiledoneae
Orden: Cyperales
Familia: *Cyperaceae*
Género: *Scirpus*



FUENTE: Consuelo Mena

GÉNERO: *Nasturtium*

Características Botánicas: Planta herbácea, perenne que forma rizomas, sus raicillas nacen de los nódulos que se forman en el tallo, presenta hojas simples lobuladas con borde ondulado en su estado más joven, al madurar las hojas pasan a ser compuestas opuestas y casi sin bordes ondulados; presentan inflorescencia en racimo de color blanco, con 4 pétalos en cada florecilla.

Hábitat: Se presenta en aguas tranquilas en las orillas de ríos, arroyos y pequeños lagos, frecuentemente formando grandes masas en manantiales y caños limpios.

Distribución Local: El Género *Nasturtium* se encontró en los dos acuíferos superficiales con abundancia en el acuífero superficial CENTPOG, donde su presencia ocasiona la sobreproducción de biomasa.

FOTOGRAFÍA 16: GÉNERO *Nasturtium*

Phylum: Angiospermae
Clase: Dicotyledonae
Orden: Cruciferae
Familia: *Brassicaceae*
Género: *Nasturtium*



FUENTE: Consuelo Mena

2.5.4.2. *Obtención de Peso Seco de Macrófita*

La producción primaria registrada en forma de peso seco g/m² de Micrófitos en el acuífero superficial OESTPOG mostró un incremento en el segundo muestreo, luego disminuye en el tercer muestreo y vuelve a aumentar en el cuarto y quinto muestreo. Con respecto al acuífero superficial CENTPOG; la biomasa disminuye en el segundo y tercer muestreo, asciende en el cuarto y desciende en el quinto muestreo.

CUADRO 11: PESO SECO G/M² DE MACRÓFITAS DURANTE EL PERÍODO DE ESTUDIO

	08-mar-15	05-abr-15	02-may-15	13-jun-15	11-jul-15
OESTPOG	70	86	52	74	111
CENTPOG	331	219	54	216	170

ELABORADO POR: Consuelo Mena

2.5. INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS

2.6.1. Establecimiento del Estado Trófico

2.6.1.1. Parámetros Físicos y Químicos

CUADRO 12: CATEGORIZACIÓN TRÓFICA BASADA EN LOS PARÁMETROS FÍSICOS Y QUÍMICOS

CÓDIGO DE ESTACIÓN	PARÁMETRO	08-mar-15				05-abr-15				02-may-15				13jun-15				11-jul-15								
		MUESTREO_1	CHAPRA	TOLEDO	OCDE	MUESTREO_2	FORSBERG AND RYDING	CHAPRA	OCDE	CATEGORÍA TRÓFICA	MUESTREO_3	CHAPRA	TOLEDO	OCDE	MUESTREO_4	FORSBERG AND RYDING	CHAPRA	TOLEDO	OCDE	CATEGORÍA TRÓFICA	MUESTREO_5	FORSBERG AND RYDING	CHAPRA	TOLEDO	OCDE	CATEGORÍA TRÓFICA
OESTPG	NITRÓGENO T µg/L	3368				3070	>1500			Hipereutrófico	5790				1900	>1500				Hipereutrófico	3100	>1500				Hipereutrófico
	FOSFORO T µg/L	1070	>20	>52	>100	380		>20	>100	Eutrófico-Hipereutrófico	530	>20	>52	>100	1100		>20	>52	>100	Eutrófico-Hipereutrófico	510		>20	>52	>100	Eutrófico-Hipereutrófico
	OD %	25	10 a 80			22		10 a 80		Mesotrófico	23	10 a 80			18		10 a 80			Mesotrófico	24		10 a 80			Mesotrófico
	TRANSPARENCIA (cm)	10	<200	≤ 80		3		<200		Eutrófico	3	<200	≤ 80		4		<200	≤ 80		Eutrófico	2,5		<200	≥ 80		Eutrófico

FUENTE: Consuelo Mena

CUADRO 13: CATEGORIZACIÓN TRÓFICA BASADA EN LOS PARÁMETROS FÍSICOS Y QUÍMICOS

CÓDIGO DE ESTACIÓN	PARÁMETRO	08-mar-15				05-abr-15				02-may-15				13jun-15				11-jul-15								
		MUESTREO_1	CHAPRA	TOLEDO	OCDE	MUESTREO_2	FORSBERG AND RYDING	CHAPRA	OCDE	CATEGORÍA TRÓFICA	MUESTREO_3	CHAPRA	TOLEDO	OCDE	MUESTREO_4	FORSBERG AND RYDING	CHAPRA	TOLEDO	OCDE	CATEGORÍA TRÓFICA	MUESTREO_5	FORSBERG AND RYDING	CHAPRA	TOLEDO	OCDE	CATEGORÍA TRÓFICA
CENTPOG	NITRÓGENO T µg/L	1400				5920	>1500			Hipereutrófico	2670				3100	>1500				Hipereutrófico	2600	>1500				Hipereutrófico
	FOSFORO T µg/L	3979	>20	>52	>100	390		>20	>100	Eutrófico-Hipereutrófico	440	>20	>52	>100	2460		>20	>52	>100	Eutrófico-Hipereutrófico	501		>20	>52	>100	Eutrófico-Hipereutrófico
	OD %	23	10 a 80			21		10 a 80		Mesotrófico	22	10 a 80			13		10 a 80			Mesotrófico	18		10 a 80			Mesotrófico
	TRANSPARENCIA (cm)	3	<200	≤ 80		20		<200		Eutrófico	5	<200	≤ 80		6		<200	≤ 80		Eutrófico	3,5		<200	≤ 80		Eutrófico

FUENTE: Consuelo Mena

El acuífero superficial OESTPOG presentó variaciones importantes de los parámetros Físico - Químicos; el Nitrógeno Total y el Fósforo Total disminuyen en el segundo muestreo y aumentan a la par en el tercer muestreo; sin embargo al cuarto y quinto muestreo su comportamiento cambia; mientras el primero se disminuye el segundo aumenta su concentración y viceversa. Con respecto al Nitrógeno Total y el Oxígeno Disuelto los valores aumentan y disminuyen respectivamente su concentración. Cuando el pH tiende a ser básico el Nitrógeno Total disminuye su concentración y cuando el pH tiende a ser ácido el Nitrógeno Total aumenta su concentración. Con respecto al Fósforo Total y el Oxígeno Disuelto disminuyen y aumentan respectivamente hasta el tercer muestreo; su comportamiento cambia en el cuarto muestreo en el cual la concentración del Fósforo Total aumenta mientras que el Oxígeno Disuelto disminuye; en el quinto muestreo el primero disminuye y el segundo aumenta. Cuando el pH tiende a ser básico el Fósforo Total disminuye su concentración y cuando tiende a ser ácido, aumenta su concentración; excepto en el cuarto muestreo en el cual el Fósforo Total es alto y el pH tiende a ser básico y en el quinto muestreo es bajo y el pH tiende a ser ácido.

Los valores que se disparan y presentan variaciones son los correspondientes al Nitrógeno Total en el tercer muestreo; y en la transparencia en el primer muestreo.

El acuífero superficial CENTPOG presentó variaciones importantes de los parámetros físico-químicos; el Nitrógeno Total aumenta y el Fósforo Total disminuyen en el segundo muestreo y viceversa; en el cuarto muestreo su comportamiento cambia; mientras el Nitrógeno Total y Fósforo Total aumenta su concentración a la par. El Nitrógeno Total sube y el Oxígeno Disuelto baja su concentración y viceversa. El pH cuando tiende a ser neutro el Nitrógeno es bajo, cuando tiende a ser ácido el Nitrógeno Total baja y cuando tiende a ser básico el Fósforo Total aumenta de manera considerable. El valor de la transparencia se disparó a 20 en el segundo muestreo para retomar valores en los siguientes

monitoreos esto pudo darse por las leves lluvias presentadas en el sector. Con respecto al Fósforo Total y el Oxígeno Disuelto los valores disminuyen y aumentan respectivamente su concentración; con excepción del cuarto muestreo en el cual el Fósforo Total aumenta y el Oxígeno Disuelto disminuye y viceversa. Cuando el pH tiende a ser neutro el Fósforo Total aumenta su concentración y cuando tiende a ser ácido baja su concentración y cuando tiende a ser básico aumenta con excepción del quinto muestreo en el cual la concentración de Fósforo Total disminuye y el pH es básico.

Forsberg and Ryding LAKENWATCH en el 2010 después de varios monitoreos establece los valores límites de estado trófico para Nitrógeno Total; de 600-1500 $\mu\text{g/L}$ corresponde a la categoría eutrófico; esta se presentó en el acuífero superficial CENTPOG en el primer muestreo y $>1500 \mu\text{g/L}$ corresponde a la categoría Hipereutrófico; el actual se obtuvo en el acuífero superficial OESTPOG durante todos los muestreo y en CENTPOG la categoría Hipereutrófico se presentó desde el segundo muestreo en adelante.

CHAPRA (1997) clasifica al valor de Nitrógeno Total $>20 \mu\text{g/L}$ en la categoría Eutrófico; por su parte TOLEDO (1983) da esta categoría al valor $> 52 \mu\text{g/L}$ y De acuerdo a la OCDE los valores de Fósforo Total $>100 \mu\text{g/L}$ se cataloga como Hipereutrófico; los valores de los muestreos realizados a lo largo del período de estudio encajan en la catalogación de la OCDE, CHAPRA Y TOLEDO debido a que sobrepasan los valores límites.

CHAPRA (1997) establece la clasificación Trófica en base a la saturación del Oxígeno Disuelto; cuando la concentración varía de 10-80% la categoría es Mesotrófico; las concentraciones de Oxígeno Disuelto en los acuíferos superficiales objetos de estudio encajan en la categoría Trófica.

TOLEDO et. Al. (1983) establece la clasificación trófica basándose en la Transparencia para lo cual establece que cuando ésta es $\geq 0,80$ m el agua presenta un estado Eutrófico; los valores registrados en los acuíferos superficiales se encuentran en valores inferiores a 0,50 m y encajan en la clasificación establecida.

2.6.1.2. Macroinvertebrados

2.6.1.2.1. Abundancia Total y Abundancia Relativa.

CUADRO 14: ABUNDANCIA TOTAL Y RELATIVA DE MACROINVERTEBRADOS DEL ACUÍFERO SUPERFICIAL OESTPOG

TAXÓN	08-mar-15	05-abr-15	02-may-15	13-jun-15	11-jul-15	SUMATORIA	Fr	FR%
	1OESTMAIV	2OESTMAIV	3OESTMAIV	4OESTMAIV	5OESTMAIV			
<i>Haplotaxis</i>	1	2	1	0	1	5	0,009	0,877
<i>Aeshna</i>	6	6	6	3	6	27	0,047	4,737
<i>Ilibius</i>	2	2	0	0	1	5	0,009	0,877
<i>Hidroporus</i>	4	10	22	2	3	41	0,072	7,193
<i>Termonectus</i>	10	39	9	20	14	92	0,161	16,140
<i>Chironomus</i>	6	11	70	32	3	122	0,214	21,404
<i>Odontomyia</i>	13	11	18	42	30	114	0,200	20,000
<i>Tipula</i>	1	0	2	0	0	3	0,005	0,526
<i>Culex</i>	0	0	1	0	0	1	0,002	0,175
<i>Eristalis</i>	2	0	2	0	0	4	0,007	0,702
<i>Physa</i>	6	35	37	27	44	149	0,261	26,140
<i>Corbicula</i>	0	0	1	4	2	7	0,012	1,228
SUMATORIA	51	116	169	130	104	570	1	100

ELABORADO POR: Consuelo Mena

De un total de 570 individuos colectados, se determinaron 12 géneros, en 11 familias de macroinvertebrados; los géneros más abundantes en el acuífero superficial OESTPOG fueron: *Termonectus* (92), *Chironomus* (122), *Odontomyia* (114), *Physa* (149)

Del 100% de individuos muestreados a lo largo de los cinco meses del estudio, la abundancia relativa para los géneros hallados totalizó los siguientes resultados: *Haplotaxis*, 0,87%; *Aeshna*, 4,37%; *Ilibius*, 0,87%; *Hidroporus*, 7,19%; *Termonectus*, 16,14%; *Chironomus*, 21,40%; *Odontomyia*, 20%; *Tipula*, 0,52%; *Culex*, 0,17%; *Eristalis*, 0,70%; *Physa*, 26,14%, y *Corvicula*, 1,22%.

CUADRO 15: ABUNDANCIA TOTAL Y RELATIVA DE MACROINVERTEBRADOS DEL ACUÍFERO SUPERFICIAL CENTPOG

TAXÓN	1CENTMAIV	2CENTMAIV	3CENTMAIV	4CENTMAIV	5CENTMAIV	SUMATORIA	Fr	FR%
	08-mar-15	05-abr-15	02-may-15	13-jun-15	11-jul-15			
<i>Haplotaxis</i>	3	7	57	36	23	126	0,16	15,97
<i>Aeshna</i>	3	3	1	0	0	7	0,01	0,89
<i>Ilibius</i>	3	0	1	0	0	4	0,01	0,51
<i>Hidroporus</i>	14	127	87	50	109	387	0,49	49,05
<i>Termonectus</i>	0	0	0	0	2	2	0,003	0,25
<i>Chironomus</i>	0	0	1	0	0	1	0,001	0,13
<i>Odontomyia</i>	1	0	0	0	0	1	0,001	0,13
<i>Tipula</i>	6	2	2	16	2	28	0,04	3,55
<i>Culex</i>	0	6	10	0	6	22	0,03	2,79
<i>Eristalis</i>	0	0	0	0	1	1	0,001	0,13
<i>Physa</i>	2	23	72	85	24	206	0,26	26,11
<i>Corbicula</i>	0	0	1	0	3	4	0,01	0,51
SUMATORIA	32	168	232	187	170	789	1,00	100,00

ELABORADO POR: Consuelo Mena

De un total de 789 individuos pertenecientes a 12 géneros, de 11 familias de macroinvertebrados; los géneros más abundantes en el acuífero superficial CENTPOG destacan los géneros: *Haplotaxis* (126), *Hidroporus* (387), *Tipula* (28), *Physa* (206).

La abundancia relativa, a lo largo de los cinco meses registró los siguientes valores: *Haplotaxis*, 15,97%; *Aeshna*, 0,89%; *Ilibius*, 0,51%; *Hidroporus*, 49,05%; *Termonectus*, 0,25%; *Chironomus*, 0,13%; *Odontomyia*, 0,13%; *Tipula*, 3,55%; *Culex*, 2,79%; *Eristalis*, 0,13%; *Physa*, 26,11%, y *Corvicula*, 0,51%. El acuífero superficial CENTPOG presenta mayor abundancia con el género *Hidroporus* que representa la mitad de la abundancia total con 387 individuos.

2.6.1.2.2. Cálculo Índices de diversidad.

CUADRO 16: ÍNDICES DE DIVERSIDAD DE MACROINVERTEBRADOS

MUESTREOS	08-mar-15		05-abr-15		02-may-15		13-jun-15		11-jul-15	
	1OESTMAIV	1CENTMAIV	2OESTMAIV	2CENTMAIV	3OESTMAIV	3CENTMAIV	4OESTMAIV	4CENTMAIV	5OESTMAIV	5CENTMAIV
Táxa_S	10	7	8	6	11	9	7	4	9	8
Abundancia	51	32	116	168	169	232	130	187	104	170
Dominancia_D	0,15	0,26	0,23	0,59	0,25	0,30	0,23	0,32	0,29	0,45
Simpson_1-D	0,85	0,74	0,77	0,41	0,75	0,70	0,77	0,68	0,71	0,55
Shannon_H	2,03	1,6	1,7	0,85	1,6	1,3	1,6	1,2	1,5	1,2

ELABORADO POR: Consuelo Mena

**2.6.1.2.3. Determinación del Estado Trófico
basados en la Interpretación de los Índices
de Dominancia *D*, Shannon *H* y
Simpson *1-D*.**

➤ **Riqueza**

El acuífero superficial OESTPOG, durante el tercer muestreo registró el mayor número de táxas en el tercer muestreo con un valor de 11; mientras que en el cuarto muestreo registró 7 táxas siendo este el menor número.

El acuífero superficial CENTPOG, durante el tercer muestreo registró el mayor número de táxas con un valor de 7; mientras que en el cuarto muestreo registró 4 táxas siendo este el menor número de táxas colectados.

➤ **Dominancia *D***

El acuífero superficial OESTPG la mayor dominancia de géneros se presentó en el quinto muestreo con un valor de 0,29; y la menor dominancia se presentó en el primer muestreo con un valor de 0,15.

El acuífero superficial CENTPOG la mayor dominancia se presentó en el segundo muestreo con un valor de 0,59 lo que demuestra que pocos géneros se presentaron en mayor abundancia; y la menor dominancia se presentó en el primer muestreo con un valor de 0,26.

➤ **Diversidad de Simpson (Simpson_1-D)**

El acuífero superficial OESTPG la mayor diversidad de géneros se presentó en el primer muestreo con un valor de 0,85 constituyéndose como el muestreo más diverso; y la menor diversidad se presentó en el quinto muestreo con un valor de 0,71 de acuerdo al índice de diversidad de Simpson.

El acuífero superficial CENTPOG la mayor diversidad se presentó en el primer muestreo con un valor de 0,74; y la menor diversidad se presentó en el segundo muestreo con un valor de 0,41 constituyéndose como el muestreo menos diverso.

CUADRO 17: CLASIFICACIÓN DE LA CALIDAD DEL AGUA BASADO EN EL ÍNDICE DE SHANNON WEAVER H'

CODIGO DE ESTACION	ÍNDICE	08-mar-15		05-abr-15		02-may-15		13-jun-15		11-jul-15						
		MUESTREO_1	ROLDÁN	CALIDAD DEL AGUA	MUESTREO_2	ROLDÁN	CALIDAD DEL AGUA	MUESTREO_3	ROLDÁN	CALIDAD DEL AGUA	MUESTREO_4	ROLDÁN	CALIDAD DEL AGUA			
OESTPOG	SHANNON WEAVER (H')	2,03	1,5 -3	Aguas medianamente contaminadas	1,68	1,5 -3	Aguas medianamente contaminadas	2	1,5 -3	Aguas medianamente contaminadas	1,58	1,5 -3	Aguas medianamente contaminadas	1,53	1,5 -3	Aguas medianamente contaminadas
CENTPOG	SHANNON WEAVER (H')	1,62	1,5 - 3	Aguas medianamente contaminadas	0,86	0 - 1,5	Aguas muy contaminadas	1,35	0 - 1,5	Aguas muy contaminadas	1,24	0 - 1,5	Aguas muy contaminadas	1,16	0 - 1,5	Aguas muy contaminadas

FUENTE: Consuelo Mena

➤ **Equidad de Shannon Wiener (Shannon_H)**

ROLDÁN Gabriel (1992) manifiesta que cuando el Índice de equidad de Shannon Weaver (H') varía de 0,0 – 1,5 el agua es muy contaminada y de 1,5 – 3,0 el agua está medianamente contaminada; en el acuífero superficial CENTPOG los valores obtenidos en el segundo, tercer, cuarto y quinto muestreo fueron de 0,86; 1,24; 1,35 y 1,16 respectivamente por lo que estos muestreos encajan en la denominación anterior. El valor del primer muestreo fue de 1,62 por lo que encaja en la denominación de aguas medianamente contaminadas. En el acuífero superficial OESTPOG los valores obtenidos en todos los muestreos sobrepasan de 1,5 en el valor del Índice de equidad de Shannon Weaver por lo que este acuífero tiene aguas medianamente contaminadas.

2.6.1.2.4. Relación entre géneros indicadores de macroinvertebrados y los parámetros físicos y químicos.

Los géneros de macroinvertebrados que son indicadores de eutrofización son *Chironomus* y *Physa*; el primero corresponde a la larva de un culícido encontrado en grandes cantidades en el acuífero superficial OESTPOG; que, fisiológicamente presenta hemoglobina es su sistema para metabolizar oxígeno y sobrevivir en ambientes anóxico, las variaciones del gas influyen en la Abundancia de estas larvas; por otro lado *Physa* es un género de Pulmonatos que se encuentran en ambientes eutrofizados; se ubicaron en cantidades altas en los dos acuíferos superficiales.

CUADRO 18: RELACIÓN ENTRE LOS GÉNEROS DE MACROINVERTEBRADOS INDICADORES Y LAS CONCENTRACIONES FÍSICO-QUÍMICAS

FECHA	08-mar-15		05-abr-15		02-may-15		13-jun-15		11-jul-15	
MUESTREOS	1OESTMAIV	1CENTMAIV	2OESTMAIV	2CENTMAIV	3OESTMAIV	3CENTMAIV	4OESTMAIV	4CENTMAIV	5OESTMAIV	5CENTMAIV
Nitrógeno Total	3,37	1,4	3,07	5,92	5,79	2,67	1,90	3,1	3,1	2,6
Fósforo Total	1,07	4	0,38	0,39	0,53	0,44	1,1	2,46	0,51	0,51
Oxígeno Disuelto	2,5	2,3	2,2	2,1	2,3	2,2	1,8	1,3	2,4	1,8
<i>Chironomus</i>	6	0	11	0	70	1	32	0	3	0
<i>Physa</i>	6	2	35	23	37	72	27	85	44	24

ELABORADO POR: Consuelo Mena

La mayor cantidad de *Chironomus* en el acuífero superficial OESTPOG se registró en el tercer muestreo con 70 individuos; las variaciones físico-químicas de Nitrógeno Total presentó el valor más alto con 5,79 mg/L, el Fósforo Total presenta un valor medio de 0,53 mg/L y el Oxígeno Disuelto se presentó en una concentración de 2,3 mg/L.

El género *Physa* en el acuífero superficial OESTPOG registró su máxima cantidad en el quinto muestreo con 44 individuos; las variaciones físico-químicas de Nitrógeno Total presentó un valor de 3,1 mg/L, el Fósforo Total presentó un valor de 0,51 mg/L y el Oxígeno Disuelto se presentó una concentración de 2,4 mg/L.

El género *Physa* en el acuífero superficial CENTPOG registró su máxima cantidad en el cuarto muestreo con 85 individuos; con variaciones físico-químicas de Nitrógeno Total que presentó un valor de 3,1 mg/L, el Fósforo Total presentó un valor de 2,46 mg/L y el Oxígeno Disuelto presentó en una concentración de 1,3 mg/L.

2.6.1.3. *Fitoplancton*

2.6.1.3.1. *Abundancia Total y Abundancia Relativa.*

CUADRO 19: ABUNDANCIA TOTAL Y RELATIVA DEL ACUÍFERO SUPERFICIAL OESTPOG

TAXÓN	08-mar-15	05-abr-15	02-may-15	13-jun-15	11-jul-15	SUM TOTAL	Fr	FR%
	Sumatoria	Sumatoria	Sumatoria	Sumatoria	Sumatoria			
<i>Spirogira</i>	211	267	77	5	3	563	0,00299	0,299
<i>Microspora</i>	36	10	2	0	0	48	0,00025	0,025
<i>Melosira</i>	107	88	114	24	30	363	0,00193	0,193
<i>Tribonema</i>	150	13	1	0	0	164	0,00087	0,087
<i>Pinnularia</i>	221	216	296	269	452	1454	0,00772	0,772
<i>Gomphonema</i>	429	1464	1136	1602	2499	7130	0,03786	3,786
<i>Surirella</i>	17	18	43	37	44	159	0,00084	0,084
<i>Anamoeoneis</i>	284	8568	35819	16099	46427	107197	0,56924	56,924
<i>Tabellaria</i>	870	9333	15929	14773	20179	61084	0,32437	32,437
<i>Oscillatoria</i>	68	1101	4063	1054	1717	8003	0,04250	4,250
<i>Fragilaria</i>	98	91	136	257	270	852	0,00452	0,452
<i>Chroolococcus</i>	6	53	0	2	0	61	0,00032	0,032
<i>Cymbella</i>	0	42	100	149	938	1229	0,00653	0,653
<i>Spirulina</i>	0	2	0	0	6	8	4,2482*10 ⁻⁰⁵	0,004
TOTAL	2497	21266	57716	34271	72565	188315	1	100

ELABORADO POR: Consuelo Mena

En el acuífero superficial denominado OESTPOG; de una sub-muestra de 20 ml en recuento de la cámara Sedgwick Rafter se contabilizó un total de 188.315

individuos/ml de 14 géneros de Fitoplancton, del género *Anamoeoneis* se contabilizó un total de 107.197 individuos/ml por lo que es el más abundante, seguido del género *Tabellaria* del cual se contabilizó un total de 61084 individuos/ml, los géneros *Microspora*, *Chlorella* y *Spirulina* son menos abundantes con valores despreciables.

CUADRO 20: ABUNDANCIA TOTAL Y RELATIVA DEL ACUÍFERO SUPERFICIAL CENTPOG

TAXÓN	08-mar-15	05-abr-15	02-may-15	13-jun-15	11-jul-15	SUM TOTAL	FR	FR%
	Sumatoria	Sumatoria	Sumatoria	Sumatoria	Sumatoria			
<i>Spirogira</i>	14	8	18	76	70	186	0,001	0,081
<i>Microspora</i>	8	3		9	5	25	0,0001	0,011
<i>Melosira</i>	23	138	191	15	9	376	0,002	0,164
<i>Tribonema</i>	33	0	0	2	0	35	0,0002	0,015
<i>Pinnularia</i>	575	1252	1282	2074	1652	6835	0,030	2,975
<i>Gomphonema</i>	237	240	310	850	739	2376	0,010	1,034
<i>Surirella</i>	56	121	111	345	348	981	0,004	0,427
<i>Anamoeoneis</i>	1301	21573	26690	47770	23749	121083	0,527	52,695
<i>Tabellaria</i>	1234	10240	10642	25313	22236	69665	0,303	30,318
<i>Oscillatoria</i>	27	3553	10557	9333	3757	27227	0,118	11,849
<i>Fragilaria</i>	66	204	171	100	272	813	0,004	0,354
<i>Spirulina</i>	39	43	39	20	33	174	0,001	0,076
<i>Nitzchia</i>	4	0	0	0	0	4	$1,74 \cdot 10^{-05}$	0,0017
<i>Cymbella</i>	0	1	0	0	0	1	$4,35 \cdot 10^{-06}$	0,0004
TOTAL	3617	37376	50011	85907	52870	229781	1	100

ELABORADO POR: Consuelo Mena

El acuífero superficial denominado CENTPOG; de una sub-muestra de 20 ml en recuento de la cámara Sedgwick Rafter se contabilizó un total de 229781 individuos/ml de 14 géneros de fitoplancton; del género *Anamoeoneis* se contabilizó un total de 121083 individuos/ml, del género *Tabellaria* un total de 69.665 individuos/ml y del género *Oscillatoria* 27.227 individuos/ml siendo los tres géneros más abundantes; los géneros *Microspora*, *Tribonema*, *Nitzchia* y *Cymbella* fueron los menos abundantes con valores despreciables.

2.6.1.3.2. Clasificación de la Calidad del agua basada en el Índice Diatómico Genérico (IDG).

CUADRO 21: CLASIFICACIÓN DE LA CALIDAD DEL AGUA BASADA EN EL IDG

CODIGO DE ESTACIÓN	ÍNDICE	08-mar-15		05-abr-15		02-may-15		13-jun-15		11-jul-15						
		MUESTRO_1	CARVAJAL	CALIDAD DEL AGUA	MUESTRO_2	CARVAJAL	CALIDAD DEL AGUA	MUESTRO_3	CARVAJAL	CALIDAD DEL AGUA	MUESTRO_4	CARVAJAL	CALIDAD DEL AGUA			
OESTPOG	ÍNDICE DIATÓMICO GENÉRICO	4,16	4 < IDG > 4,5	Calidad normal. Polución débil	4,55	IDG > 4,5	Calidad biológica optima	4,97	IDG > 4,5	Calidad biológica optima	4,86	IDG > 4,5	Calidad biológica optima	4,91	IDG > 4,5	Calidad biológica optima
CENTPOG	ÍNDICE DIATÓMICO GENÉRICO	4,51	IDG > 4,5	Calidad biológica optima	4,89	IDG > 4,5	Calidad biológica optima	4,91	IDG > 4,5	Calidad biológica optima	4,91	IDG > 4,5	Calidad biológica optima	4,87	IDG > 4,5	Calidad biológica optima

FUENTE: Consuelo Mena

El Índice Diatómico Genérico en el primer muestreo para OESTPOG fue 4,16; lo que indica una polución débil en ese momento. En los siguientes muestreos el IDG varía de entre 4,5 a 4,99 lo que significa que la calidad biológica es óptima.

El Índice Diatómico Genérico en el primer muestreo para CENTPOG fue de 4,49; lo que indica que la calidad del agua en ese momento presentó una calidad normal con una polución débil. En los siguientes muestreos el IDG varía de entre 4,5 a 4,99 lo que significa que la calidad biológica es óptima.

2.6.1.3.3. Relación entre Géneros Indicadores de Fitoplancton y los parámetros Físicos y Químicos.

Los géneros de Fitoplancton que indican eutrofización son *Espirogira* (alga conjugada cloroficea) y *Oscillatoria* (cianobacteria).

CUADRO 22: RELACIÓN ENTRE LOS GÉNEROS INDICADORES DE FITOPLANCTON Y LAS CONCENTRACIONES FÍSICO-QUÍMICAS

FECHA	08-mar-15		05-abr-15		02-may-15		13-jun-15		11-jul-15	
MUESTREOS	1OESTMAIV	1CENTMAIV	2OESTMAIV	2CENTMAIV	3OESTMAIV	3CENTMAIV	4OESTMAIV	4CENTMAIV	5OESTMAIV	5CENTMAIV
Nitrógeno Total	3,37	1,4	3,07	5,92	5,79	2,67	1,90	3,1	3,1	2,6
Fósforo Total	1,07	3,98	0,38	0,39	0,53	0,44	1,1	2,46	0,51	0,51
Oxígeno Disuelto	2,5	2,3	2,2	2,1	2,3	2,2	1,8	1,3	2,4	1,8
<i>Oscillatoria</i>	86	27	1101	3553	4063	10557	1054	9333	1717	3757
<i>Spirogira</i>	211	14	267	8	77	18	5	76	3	70

ELABORADO POR: Consuelo Mena

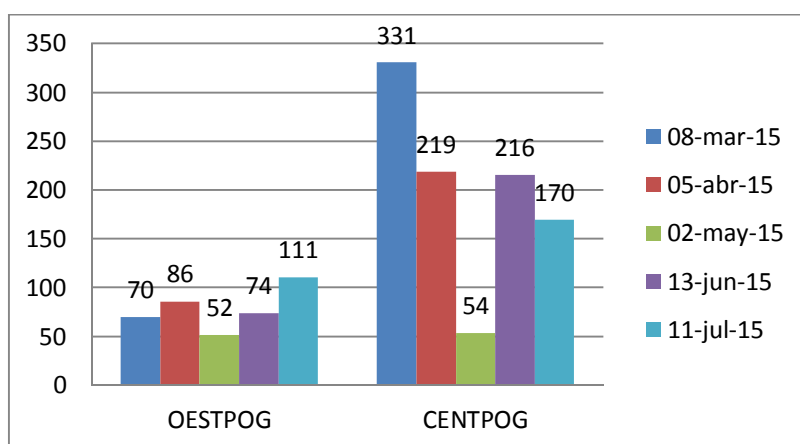
La mayor cantidad del género *Oscillatoria* en el acuífero superficial OESTPOG se registró en el tercer muestreo con 4063 individuos; las variaciones físico-químicas se presentaron de la siguiente forma: el Nitrógeno Total presenta el valor más alto con 5,79 mg/L, el Fósforo Total presenta un valor medio de 0,53 mg/L y el Oxígeno Disuelto se presenta en una concentración de 2,3 mg/L, Mientras que la mayor cantidad del género *Oscillatoria* en el acuífero superficial CENTPOG se registró en el tercer muestreo con 10557 individuos; las variaciones físico-químicas se presentaron de la siguiente forma: el Nitrógeno Total presenta el valor de 2,67 mg/L, el Fósforo Total presenta un valor de 0,44 mg/L y el Oxígeno Disuelto se presenta en una concentración de 2,2 mg/L.

La mayor cantidad del género *Spirogira* en el acuífero superficial OESTPOG se registró en el segundo muestreo con 267 individuos; las variaciones físico-químicas se presentaron de la siguiente forma: el Nitrógeno Total presenta el valor de 3,07 mg/L, el Fósforo Total presenta un valor medio de 0,38 mg/L y el Oxígeno Disuelto se presenta en una concentración de 2,2 mg/L, Mientras que la mayor cantidad del género *Spirogira* en el acuífero superficial CENTPOG se registró en el cuarto muestreo con 76 individuos; las variaciones físico-químicas se presentaron de la siguiente forma: el Nitrógeno Total presenta el valor de 3,1 mg/L, el Fósforo Total presenta un valor de 2,46 mg/L y el Oxígeno Disuelto se presenta en una concentración de 1,3 mg/L.

2.6.1.4. Biomasa de Macrófitas

2.6.1.4.1. Variaciones de peso seco vegetal a lo largo del período de estudio.

GRÁFICO 1: PESO SECO DE MACRÓFITAS EN EL PERÍODO DE ESTUDIO



ELABORADO POR: Consuelo Mena

La biomasa del acuífero superficial OESTPOG y CENTPOG registraron una semejanza en el tercer muestreo en el cual la biomasa disminuye y en el cuarto muestreo aumenta respectivamente; por el contrario se diferencian los acuíferos superficiales en el primer muestreo en el cual la biomasa del primer acuífero es menos con relación al segundo acuífero, en el segundo muestreo en el primer acuífero aumenta mientras que en el segundo disminuye con relación al segundo muestreo; en el quinto muestreo sucede lo contrario en el primer acuífero aumenta y en el segundo disminuye con respecto al cuarto muestreo.

2.6.2. Correlaciones entre las Variables Independientes y Dependientes de los Indicadores Utilizados

2.6.2.1. Correlación entre los Índices de Diversidad de Macroinvertebrados y los Parámetros Físicos y Químicos

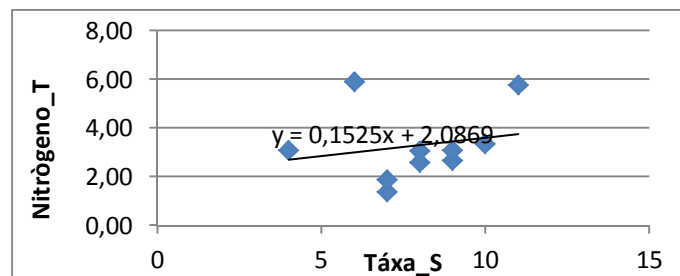
CUADRO 23: VALORES DE RIQUEZA Y NITRÓGENO TOTAL

MUESTREOS	1OESTMAIV	1CENTMAIV	2OESTMAIV	2CENTMAIV	3OESTMAIV	3CENTMAIV	4OESTMAIV	4CENTMAIV	5OESTMAIV	5CENTMAIV
Táxa_S	10	7	8	6	11	9	7	4	9	8
Nitrógeno Total	3,37	1,4	3,07	5,92	5,79	2,7	1,90	3,1	3,1	2,6

ELABORADO POR: Consuelo Mena

El acuífero superficial OESTPOG presentó la mayor cantidad con 11 géneros colectados y una concentración de Nitrógeno Total de 5,79 mg/l en el tercer muestreo y un mínimo de 7 géneros en el cuarto muestreo y una concentración de Nitrógeno Total de 1,9 mg/l. El acuífero superficial CENTPOG presentó la máxima cantidad en el tercer muestreo con 9 géneros con una concentración de Nitrógeno Total de 2,7 mg/L y la mínima en el cuarto muestreo con 4 géneros y una concentración de Nitrógeno Total de 3,1 mg/L.

GRÁFICO 2: CORRELACIÓN DE LA RIQUEZA Y EL NITRÓGENO TOTAL



ELABORADO POR: Consuelo Mena

La correlación de Spearman fue positiva con un valor de 0,51.

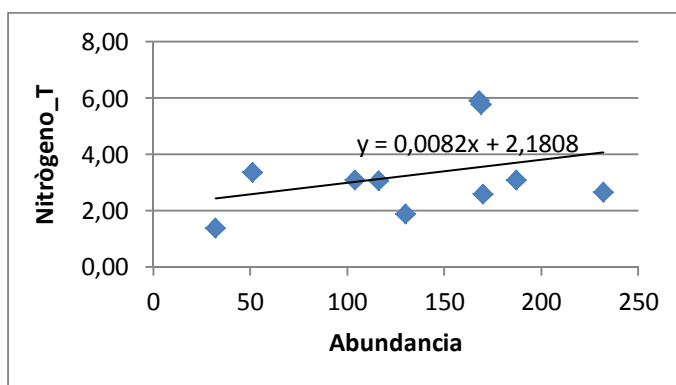
CUADRO 24: VALORES DE ABUNDANCIA Y NITRÓGENO TOTAL

MUESTREOS	1OESTMAIV	1CENTMAIV	2OESTMAIV	2CENTMAIV	3OESTMAIV	3CENTMAIV	4OESTMAIV	4CENTMAIV	5OESTMAIV	5CENTMAIV
Abundancia	51	32	116	168	169	232	130	187	104	170
Nitrógeno Total	3,37	1,4	3,07	5,92	5,79	2,7	1,90	3,1	3,1	2,6

ELABORADO POR: Consuelo Mena

El acuífero superficial OESTPOG presentó la mayor abundancia con 169 individuos y una concentración de Nitrógeno Total de 5,79 mg/l en el tercer muestreo y un mínimo de 51 individuos en el primer muestreo y una concentración de Nitrógeno Total de 3,37 mg/l. El acuífero superficial CENTPOG presentó la mayor abundancia con 232 individuos y una concentración de Nitrógeno Total de 5,79 mg/L en el tercer y la menor abundancia en el primer muestreo con un valor de 32 y una concentración de Nitrógeno Total de 1,4mg/L.

GRÁFICO 3: CORRELACIÓN DE LA ABUNDANCIA Y EL NITRÓGENO TOTAL



ELABORADO POR: Consuelo Mena

La correlación de Spearman para el Nitrógeno Total vs la Diversidad fue positiva con un valor de 0,80.

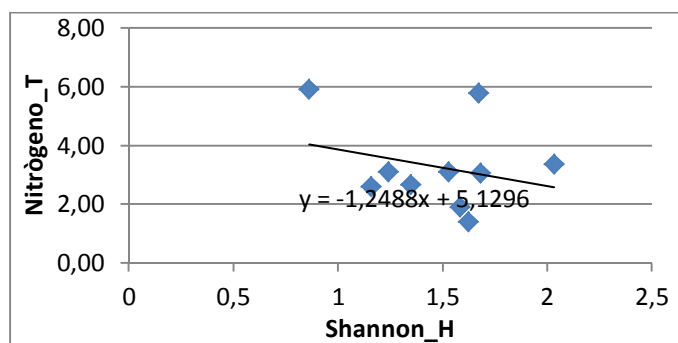
CUADRO 25: VALORES DEL ÍNDICE DE SHANNON WIENER Y NITRÓGENO TOTAL

MUESTREOS	1OESTMAIV	1CENTMAIV	2OESTMAIV	2CENTMAIV	3OESTMAIV	3CENTNAIV	4OESTMAIV	4CENTMAIV	5OESTMAIV	5CENTMAIV
Shannon_H	2,03	1,62	1,68	0,86	1,67	1,3	1,6	1,24	1,5	1,16
Nitrógeno Total	3,37	1,4	3,07	5,92	5,79	2,7	1,90	3,1	3,1	2,6

ELABORADO POR: Consuelo Mena

El índice de equidad de Shannon Weaver en el acuífero superficial OESTPOG presentó el menor valor en el quinto muestreo con 1,5; y una concentración de Nitrógeno Total de 3,1 mg/L y el máximo valor en el primer muestro con 2,03; y una concentración de Nitrógeno Total de 3,37mg/L. El índice de equidad de Shannon Weaver en el acuífero superficial CENTPOG presentó el menor valor en el segundo muestreo con 0,86; y una concentración de Nitrógeno Total de 5,92 mg/L y el valor máximo en el primer muestreo con 1,62; y una concentración de Nitrógeno Total de 1,4mg/L.

GRÁFICO 4: CORRELACIÓN DEL ÍNDICE DE EQUIDAD DE SHANNON WEAVER Y EL NITRÓGENO TOTAL



ELABORADO POR: Consuelo Mena

La correlación de Spearman para Nitrógeno Total vs el índice de equidad Shannon Weaver fue una correlación positiva con un valor de 0,93; los valores del índice de equidad disminuye en el acuífero superficial CENTPOG del segundo muestreo con un valor de 0,86.

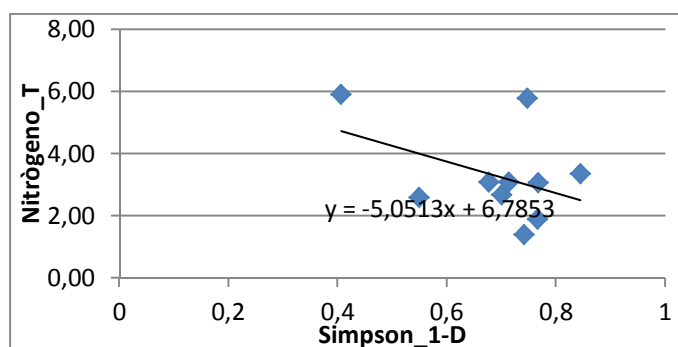
CUADRO 26: VALORES DEL ÍNDICE DE SIMPSON Y NITRÓGENO TOTAL

MUESTREOS	1OESTMAIV	1CENTMAIV	2OESTMAIV	2CENTMAIV	3OESTMAIV	3CENTMAIV	4OESTMAIV	4CENTMAIV	5OESTMAIV	5CENTMAIV
Simpson_1-D	0,85	0,74	0,77	0,41	0,75	0,70	0,77	0,68	0,71	0,55
Nitrógeno T	3,37	1,4	3,07	5,92	5,79	2,7	1,90	3,1	3,1	2,6

ELABORADO POR: Consuelo Mena

El índice de dominancia de Simpson en el acuífero superficial OESTPOG presentó el menor valor en el quinto muestreo con 0,71; y una concentración de Nitrógeno Total de 3,1 mg/L y el máximo valor en el primer muestro con 0,85; y una concentración de Nitrógeno Total de 3,37mg/L. El índice de dominancia de Simpson en el acuífero superficial CENTPOG presentó el menor valor en el segundo muestreo con 0,41; y una concentración de Nitrógeno Total de 5,92 mg/L y el valor máximo en el primer muestreo con 0,74; y una concentración de Nitrógeno Total de 1,4mg/L.

GRÁFICO 5: CORRELACIÓN DEL ÍNDICE DE DOMINANCIA DE SIMPSON Y EL NITRÓGENO TOTAL



ELABORADO POR: Consuelo Mena

La correlación de Spearman para Nitrógeno Total con respecto al índice de dominancia de Simpson fue una correlación positiva con un valor de 0,78.

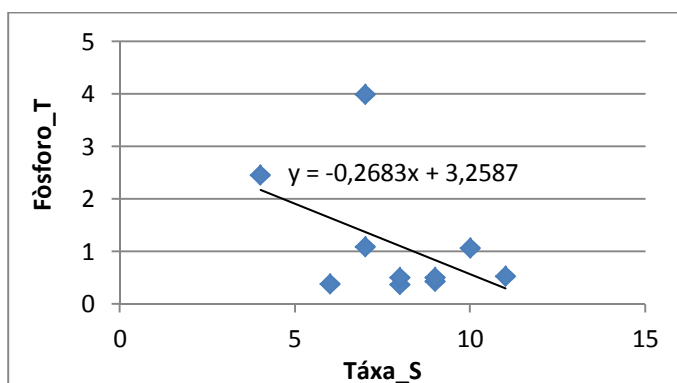
CUADRO 27: VALORES DE RIQUEZA Y FÓSFORO TOTAL

MUESTREOS	1OESTMAIV	1CENTMAIV	2OESTMAIV	2CENTMAIV	3OESTMAIV	3CENTMAIV	4OESTMAIV	4CENTMAIV	5OESTMAIV	5CENTMAIV
Táxa_S	10	7	8	6	11	9	7	4	9	8
Fósforo Total	1,1	3,98	0,38	0,39	0,53	0,44	1,1	2,46	0,51	0,5

ELABORADO POR: Consuelo Mena

El acuífero superficial OESTPOG presentó la mayor cantidad con 11 géneros; y una concentración de Fósforo Total de 0,53 mg/l en el tercer muestreo y un mínimo de 7 géneros en el cuarto muestreo y una concentración de Fósforo Total de 1,1 mg/l. El acuífero superficial CENTPOG la mayor cantidad se registró en el tercer muestreo con 9 géneros; y una concentración de Fósforo Total de 0,53 mg/l y la mínima en el cuarto muestreo con 4 géneros y una concentración de Fósforo Total de 1,1 mg/l.

GRÁFICO 6: CORRELACIÓN DE LA RIQUEZA Y EL FÓSFORO TOTAL



ELABORADO POR: Consuelo Mena

La correlación de Spearman para Fósforo Total vs la Riqueza fue una correlación positiva con un valor de 0,56.

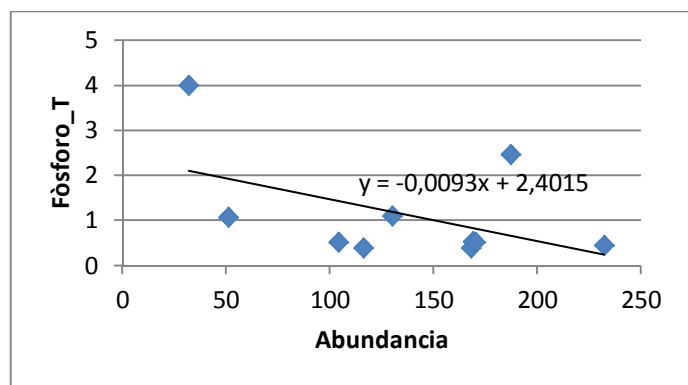
CUADRO 28: VALORES DE ABUNDANCIA Y FÓSFORO TOTAL

MUESTREOS	1OESTMAIV	1CENTMAIV	2OESTMAIV	2CENTMAIV	3OESTMAIV	3CENTNAIV	4OESTMAIV	4CENTMAIV	5OESTMAIV	5CENTMAIV
Abundancia	51	32	116	168	169	232	130	187	104	170
Fósforo Total	1,1	3,98	0,38	0,39	0,53	0,44	1,1	2,46	0,51	0,5

ELABORADO POR: Consuelo Mena

El acuífero superficial OESTPOG presentó la mayor Abundancia con 169 individuos; y una concentración de Fósforo Total de 0,53 mg/l en el tercer muestreo y un mínimo de 51 individuos en el primer muestreo y una concentración de Fósforo Total de 1,1 mg/l. El acuífero superficial CENTPOG presentó la mayor Abundancia con 232 individuos; y una concentración de Fósforo Total de 0,44 mg/L en el tercer y la menor Abundancia en el primer muestro con 32 individuos y una concentración de Fósforo Total de 4mg/L.

GRÁFICO 7: CORRELACIÓN DE LA ABUNDANCIA Y EL FÓSFORO TOTAL



ELABORADO POR: Consuelo Mena

La correlación de Spearman para Fósforo Total vs la Abundancia fue una correlación positiva con un valor de 0,50.

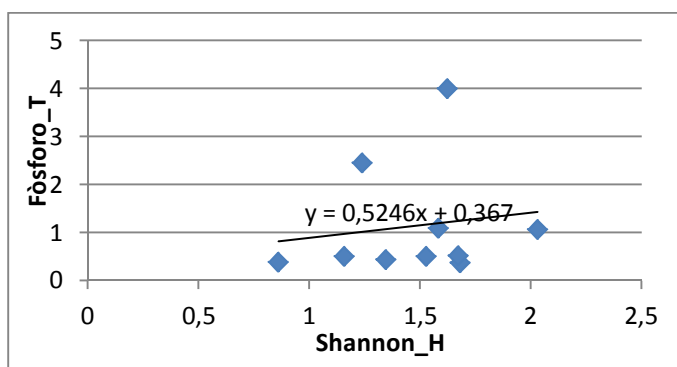
CUADRO 29: VALORES DEL ÍNDICE DE SHANNON WIENER Y FÓSFORO TOTAL

MUESTREOS	1OESTMAIV	1CENTMAIV	2OESTMAIV	2CENTMAIV	3OESTMAIV	3CENTMAIV	4OESTMAIV	4CENTMAIV	5OESTMAIV	5CENTMAIV
Shannon_H	2,03	1,62	1,68	0,86	1,67	1,35	1,58	1,24	1,53	1,2
Fósforo Total	1,1	4	0,38	0,39	0,53	0,44	1,1	2,46	0,51	0,5

ELABORADO POR: Consuelo Mena

El índice de equidad de Shannon Weaver en el acuífero superficial OESTPOG presentó el menor valor en el quinto muestreo con 1,53; y una concentración de Fósforo Total de 0,51 mg/L y el máximo valor en el primer muestro con 2,03 y una concentración de Fósforo Total de 1,1mg/L. El índice de equidad de Shannon Weaver en el acuífero superficial CENTPOG presentó el menor valor en el segundo muestreo con 0,86; y una concentración de Fósforo Total de 0,39 mg/L y el valor máximo en el primer muestro con 1,62 y una concentración de Fósforo Total de 4mg/L.

GRÁFICO 8: CORRELACIÓN ÍNDICE DE EQUIDAD DE SHANNON WEAVER Y EL FÓSFORO TOTAL



ELABORADO POR: Consuelo Mena

La correlación de Spearman para Fósforo Total vs el índice de equidad de Shannon Weaver fue positiva, con un valor de 0,61.

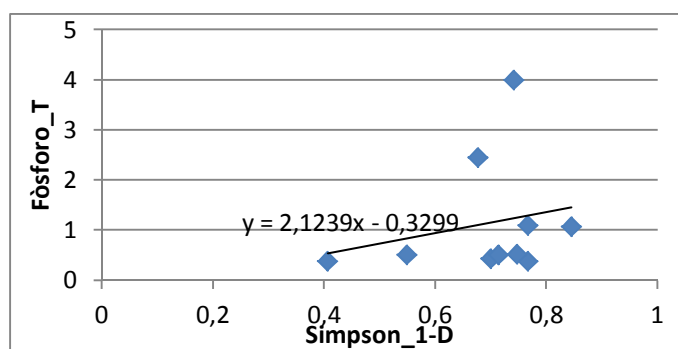
CUADRO 30: VALORES DEL ÍNDICE DE SIMPSON Y FÓSFORO TOTAL

MUESTREOS	1OESTMAIV	1CENTMAIV	2OESTMAIV	2CENTMAIV	3OESTMAIV	3CENTMAIV	4OESTMAIV	4CENTMAIV	5OESTMAIV	5CENTMAIV
Simpson_1-D	0,85	0,74	0,77	0,41	0,75	0,70	0,77	0,68	0,71	0,55
Fósforo Total	1,1	3,98	0,38	0,39	0,53	0,44	1,1	2,46	0,51	0,5

ELABORADO POR: Consuelo Mena

El índice de dominancia de Simpson en el acuífero superficial OESTPOG presentó el menor valor en el quinto muestreo con 0,71; y una concentración de Fósforo Total de 0,51 mg/L y el máximo valor en el primer muestro con 0,85 y una concentración de Fósforo Total de 1,1 mg/L. El índice de dominancia de Simpson en el acuífero superficial CENTPOG presentó el menor valor en el segundo muestreo con 0,41; y una concentración de Fósforo Total de 0,39 mg/L y el valor máximo en el primer muestro con 0,74 y una concentración de Fósforo Total de 4mg/L.

GRÁFICO 9: CORRELACIÓN ÍNDICE DE DOMINANCIA DE SIMPSON Y EL FÓSFORO TOTAL



ELABORADO POR: Consuelo Mena

La correlación de Spearman para Fósforo Total vs el índice de dominancia de Simpson fue una correlación positiva con un valor de 0,61.

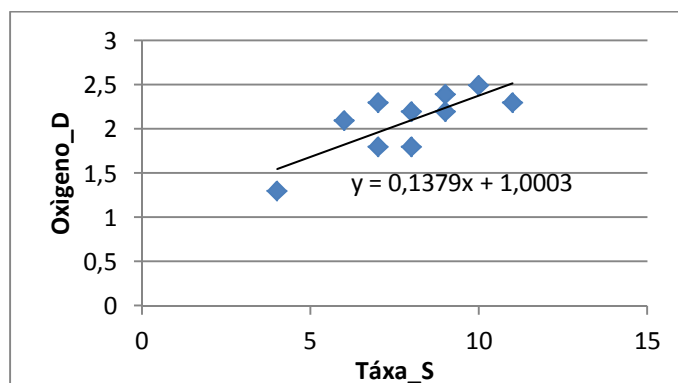
CUADRO 31: VALORES DE RIQUEZA Y OXÍGENO DISUELTO

MUESTREOS	1OESTMAIV	1CENTMAIV	2OESTMAIV	2CENTMAIV	3OESTMAIV	3CENTMAIV	4OESTMAIV	4CENTMAIV	5OESTMAIV	5CENTMAIV
Táxa_S	10	7	8	6	11	9	7	4	9	8
Oxígeno Disuelto	2,5	2,3	2,2	2,1	2,3	2,2	1,8	1,3	2,4	1,8

ELABORADO POR: Consuelo Mena

El Oxígeno Disuelto en el acuífero superficial OESTPOG presentó la mayor concentración de Oxígeno Disuelto en el primer muestreo con un valor de 2,5 mg/l; y, con 10 géneros muestreados y una mínima concentración de 1,8 mg/L en el cuarto muestreo; y, con 7 géneros muestreados. El Oxígeno Disuelto en el acuífero superficial CENTPOG presentó la mayor concentración de Oxígeno Disuelto en el primer muestreo con un valor de 2,3 mg/l; y, con 7 géneros muestreados y una mínima concentración de 1,3 mg/L en el cuarto muestreo; y, con 4 géneros muestreados.

GRÁFICO 10: CORRELACIÓN DE LA RIQUEZA Y EL OXÍGENO DISUELTO



ELABORADO POR: Consuelo Mena

El valor de Spearman para Oxígeno Disuelto vs la Riqueza resultó en la ausencia de correlación con un valor muy bajo de 0,02.

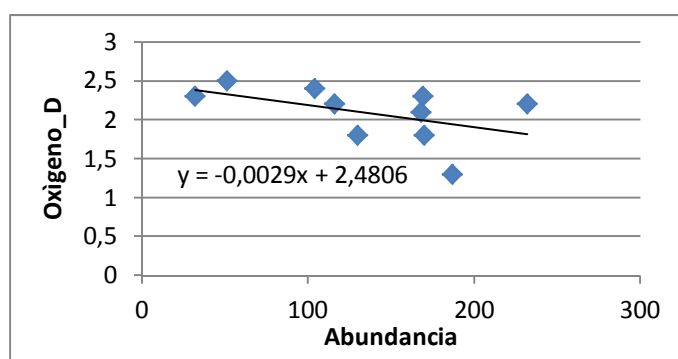
CUADRO 32: VALORES DE ABUNDANCIA Y OXÍGENO DISUELTO

MUESTREOS	1OESTMAIV	1CENTMAIV	2OESTMAIV	2CENTMAIV	3OESTMAIV	3CENTMAIV	4OESTMAIV	4CENTMAIV	5OESTMAIV	5CENTMAIV
Abundancia	51	32	116	168	169	232	130	187	104	170
Oxígeno Disuelto	2,5	2,3	2,2	2,1	2,3	2,2	1,8	1,3	2,4	1,8

ELABORADO POR: Consuelo Mena

El Oxígeno Disuelto en el acuífero superficial OESTPOG presentó la mayor concentración de Oxígeno Disuelto en el primer muestreo con un valor de 2,5 mg/l; y una Abundancia de 51 individuos y una mínima concentración de Oxígeno Disuelto en el cuarto muestreo con un valor de 1,8 mg/L y una Abundancia de 130 individuos. El Oxígeno Disuelto en el acuífero superficial OESTPOG presentó la mayor concentración de Oxígeno Disuelto en el primer muestreo con un valor de 2,3 mg/l; y una Abundancia de 32 individuos y una mínima concentración de Oxígeno Disuelto en el cuarto muestreo con un valor de 1,3 mg/L y una Abundancia de 187 individuos.

GRÁFICO 11: CORRELACIÓN DE LA ABUNDANCIA Y EL OXÍGENO DISUELTO



ELABORADO POR: Consuelo Mena

La correlación de Spearman para Oxígeno Disuelto vs la Abundancia indicó que no hubo correlación con un valor poco significativo para una probabilidad menor a 0,04.

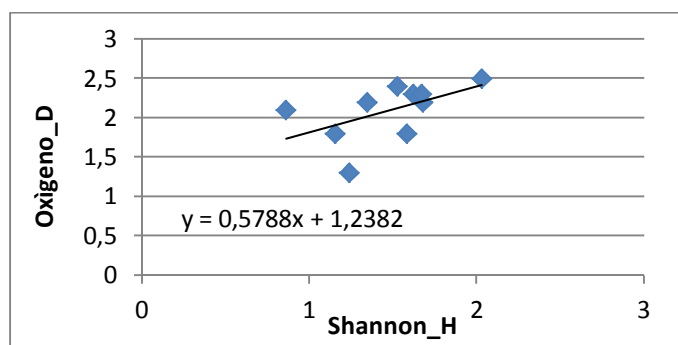
CUADRO 33: VALORES DEL ÍNDICE DE SHANNON WIENER Y OXÍGENO DISUELTO

MUESTREOS	1OESTMAIV	1CENTMAIV	2OESTMAIV	2CENTMAIV	3OESTMAIV	3CENTMAIV	4OESTMAIV	4CENTMAIV	5OESTMAIV	5CENTMAIV
Shannon_H	2,03	1,62	1,68	0,86	1,67	1,35	1,58	1,24	1,53	1,16
Oxígeno Disuelto	2,5	2,3	2,2	2,1	2,3	2,2	1,8	1,3	2,4	1,8

ELABORADO POR: Consuelo Mena

El Oxígeno Disuelto en el acuífero superficial OESTPOG presentó la mayor concentración de Oxígeno Disuelto en el primer muestreo con un valor de 2,5 mg/l; y el índice de equidad de Shannon Weaver fue de 2,03 y una mínima concentración de Oxígeno Disuelto en el cuarto muestreo con una valor de 1,8 mg/L; y el índice de equidad de Shannon Weaver fue de 1,58. El Oxígeno Disuelto en el acuífero superficial OESTPOG presentó la mayor concentración de Oxígeno Disuelto en el primer muestreo con un valor de 2,3 mg/l; y el índice de equidad de Shannon Weaver fue de 1,62 y una mínima concentración de Oxígeno Disuelto en el cuarto muestreo con una valor de 1,3 mg/L y el índice de equidad de Shannon Weaver fue de 1,24.

GRÁFICO 12: CORRELACIÓN ÍNDICE DE EQUIDAD DE SHANNON WEAVER Y EL OXÍGENO DISUELTO



ELABORADO POR: Consuelo Mena

La correlación de Spearman para Oxígeno Disuelto vs el índice de equidad de Shanon Wiener exhibió una probabilidad menor de 0,04.

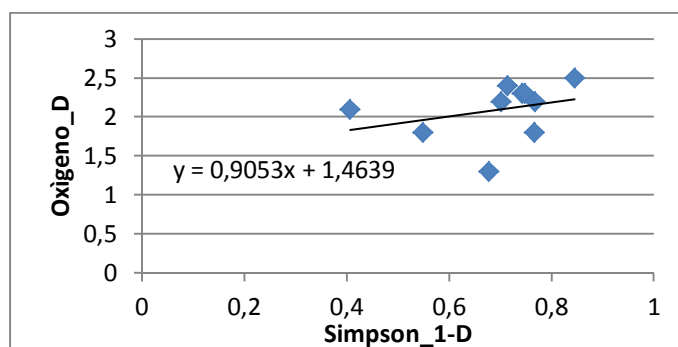
CUADRO 34: VALORES DEL ÍNDICE DE SIMPSON Y OXÍGENO DISUELTO

MUESTREOS	1OESTMAIV	1CENTMAIV	2OESTMAIV	2CENTMAIV	3OESTMAIV	3CENTMAIV	4OESTMAIV	4CENTMAIV	5OESTMAIV	5CENTMAIV
Simpson_1-D	0,85	0,74	0,77	0,41	0,75	0,70	0,77	0,68	0,71	0,55
Oxígeno Disuelto	2,5	2,3	2,2	2,1	2,3	2,2	1,8	1,3	2,4	1,8

ELABORADO POR: Consuelo Mena

El Oxígeno Disuelto en el acuífero superficial OESTPOG presentó la mayor concentración de Oxígeno Disuelto en el primer muestreo con un valor de 2,5 mg/l; y el índice de dominancia de Simpson fue de 0,85 y una mínima concentración de Oxígeno Disuelto en el cuarto muestreo con una valor de 1,8 mg/L; y el índice de dominancia de Simpson fue de 0,77. El Oxígeno Disuelto en el acuífero superficial OESTPOG presentó la mayor concentración de Oxígeno Disuelto en el primer muestreo con un valor de 2,3 mg/l; y el índice dominancia de Simpson fue de 0,74 y una mínima concentración de Oxígeno Disuelto en el cuarto muestreo con una valor de 1,3 mg/L y el índice de dominancia de Simpson fue de 0,68.

GRÁFICO 13: CORRELACIÓN ÍNDICE DE DOMINANCIA DE SIMPSON Y EL OXÍGENO DISUELTO



ELABORADO POR: Consuelo Mena

La correlación de Spearman para Oxígeno Disuelto vs el índice de dominancia de Simpson fue una correlación poco significativa con un valor de 0,04.

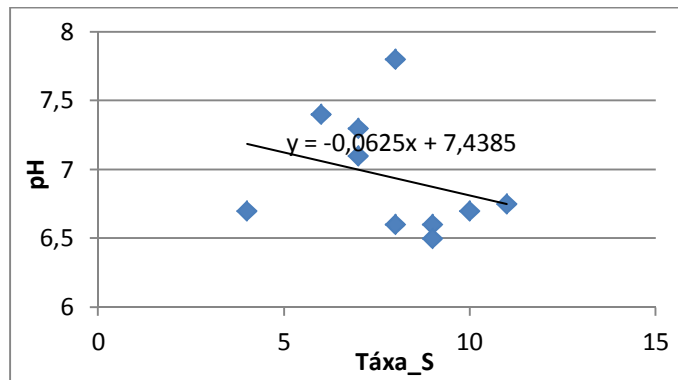
CUADRO 35: VALORES DE RIQUEZA Y PH

MUESTREOS	1OESTMAIV	1CENTMAIV	2OESTMAIV	2CENTMAIV	3OESTMAIV	3CENTMAIV	4OESTMAIV	4CENTMAIV	5OESTMAIV	5CENTMAIV
Táxa_S	10	7	8	6	11	9	7	4	9	8
pH	6,7	7,1	7,8	7,4	6,75	6,6	7,3	6,7	6,5	6,6

ELABORADO POR: Consuelo Mena

El pH en el acuífero superficial OESTPOG presentó las siguientes variaciones: el valor más ácido registrado fue en el segundo muestreo con 7,8; y una Riqueza de 8 géneros y el valor más básico registrado fue en el quinto muestreo con 6,5; y una Riqueza de 9 géneros. El pH en el acuífero superficial CENTPOG presentó las siguientes variaciones: el valor más ácido registrado fue en el segundo muestreo con 7,4; y una Riqueza de 6 géneros y el valor más básico registrado fue en el tercer y quinto muestreo con 6,6; y una Riqueza de 9 y 8 géneros respectivamente.

GRÁFICO 14: CORRELACIÓN DE LA RIQUEZA Y EL PH



ELABORADO POR: Consuelo Mena

La correlación de Spearman para el pH vs la Riqueza fue una correlación positiva baja con un valor de 0,26.

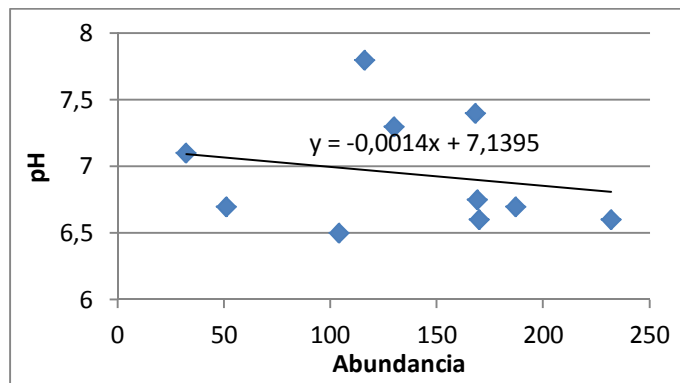
CUADRO 36: VALORES DE ABUNDANCIA Y PH

MUESTREOS	1OESTMAIV	1CENTMAIV	2OESTMAIV	2CENTMAIV	3OESTMAIV	3CENTMAIV	4OESTMAIV	4CENTMAIV	5OESTMAIV	5CENTMAIV
Abundancia	51	32	116	168	169	232	130	187	104	170
pH	6,7	7,1	7,8	7,4	6,75	6,6	7,3	6,7	6,5	6,6

ELABORADO POR: Consuelo Mena

El pH en el acuífero superficial OESTPOG presentó las siguientes variaciones: el valor más ácido registrado fue en el segundo muestreo con 7,8; y una Abundancia de 116 individuos y el valor más básico registrado fue en el quinto muestreo con 6,5; y una Abundancia de 104 individuos. El pH en el acuífero superficial CENTPOG presentó las siguientes variaciones: el valor más ácido registrado fue en el segundo muestreo con 7,4; y una Abundancia de 168 individuos y el valor más básico registrado fue en el tercer y quinto muestreo con 6,6; y una abundancia de 232 y 170 individuos respectivamente.

GRÁFICO 15: CORRELACIÓN DE LA ABUNDANCIA Y EL PH



ELABORADO POR: Consuelo Mena

La correlación de Spearman para pH vs la Abundancia fue una correlación positiva con un valor de 0,45.

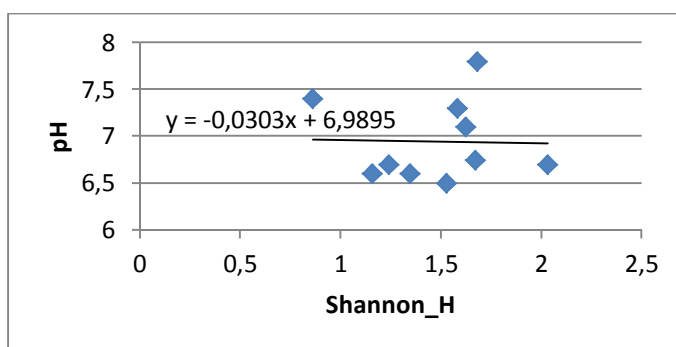
CUADRO 37: VALORES DEL ÍNDICE DE SHANNON WIENER Y PH

MUESTREOS	1OESTMAIV	1CENTMAIV	2OESTMAIV	2CENTMAIV	3OESTMAIV	3CENTMAIV	4OESTMAIV	4CENTMAIV	5OESTMAIV	5CENTMAIV
Shannon_H	2,03	1,62	1,68	0,86	1,67	1,35	1,58	1,23	1,53	1,16
pH	6,7	7,1	7,8	7,4	6,75	6,6	7,3	6,7	6,5	6,6

ELABORADO POR: Consuelo Mena

El pH en el acuífero superficial OESTPOG presentó las siguientes variaciones: el valor más ácido registrado fue en el segundo muestreo con 7,8; y un valor del índice de equidad de Shannon Weaver de 1,68 y el valor más básico registrado fue en el quinto muestreo con 6,5; y un valor del índice de equidad de Shannon Weaver de 1,53. El pH en el acuífero superficial CENTPOG presentó las siguientes variaciones: el valor más ácido registrado fue en el segundo muestreo con 7,4; un valor del índice de equidad de Shannon Weaver de 0,86 y el valor más básico registrado fue en el tercer y quinto muestreo con 6,6; y un valor del índice de equidad de Shannon Wiener de 1,35 y 1,16 respectivamente.

GRÁFICO 16: CORRELACIÓN ÍNDICE DE EQUIDAD DE SHANNON WEAVER Y EL PH



ELABORADO POR: Consuelo Mena

La correlación de Spearman para pH vs el índice de equidad de Shanon Wiener fue una correlación positiva con un valor de 0,49.

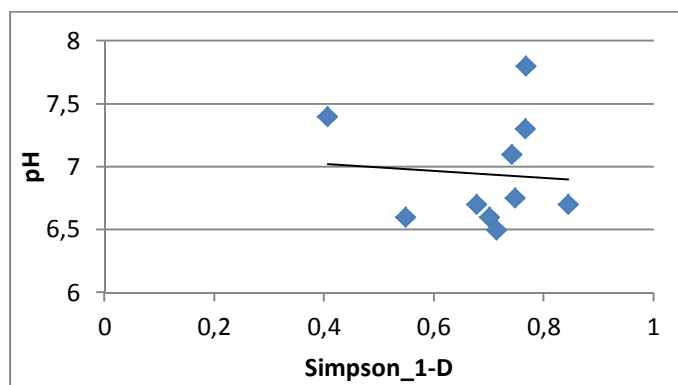
CUADRO 38: VALORES DEL ÍNDICE DE SIMPSON Y PH

MUESTREOS	1OESTMAIV	1CENTMAIV	2OESTMAIV	2CENTMAIV	3OESTMAIV	3CENTMAIV	4OESTMAIV	4CENTMAIV	5OESTMAIV	5CENTMAIV
Simpson_1-D	0,85	0,74	0,77	0,41	0,75	0,70	0,77	0,68	0,71	0,55
pH	6,7	7,1	7,8	7,4	6,75	6,6	7,3	6,7	6,5	6,6

ELABORADO POR: Consuelo Mena

El pH en el acuífero superficial OESTPOG presentó las siguientes variaciones: el valor más ácido registrado fue en el segundo muestreo con 7,8; y un valor del índice de dominancia de Simpson de 0,77 y el valor más básico registrado fue en el quinto muestreo con 6,5; y un valor del índice de dominancia de Simpson de 0,71. El pH en el acuífero superficial CENTPOG presentó las siguientes variaciones: el valor más ácido registrado fue en el segundo muestreo con 7,4; un valor del índice dominancia de Simpson de 0,41 y el valor más básico registrado fue en el tercer y quinto muestreo con 6,6; y un valor del índice dominancia de Simpson de 0,7 y 0,55 respectivamente.

GRÁFICO 17: CORRELACIÓN ÍNDICE DE SIMPSON Y EL PH



ELABORADO POR: Consuelo Mena

La correlación de Spearman para pH vs el índice de dominancia de Simpson fue una correlación positiva con un valor de 0,43

2.6.2.2. *Correlación entre la Abundancia Total de Fitoplancton y los Parámetros Físicos y Químicos*

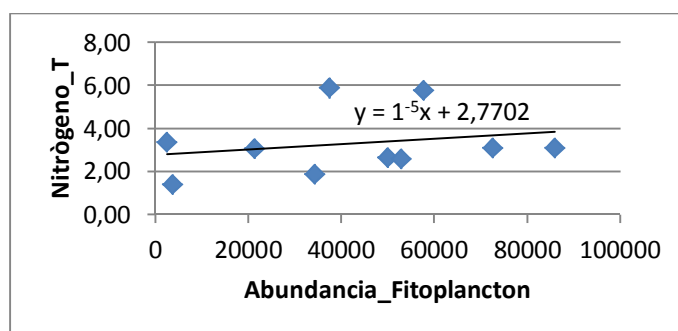
CUADRO 39: VALORES DE ABUNDANCIA DE FITOPLANCTON Y NITRÓGENO TOTAL.

MUESTREOS	1OESTMAIV	1CENTMAIV	2OESTMAIV	2CENTMAIV	3OESTMAIV	3CENTMAIV	4OESTMAIV	4CENTMAIV	5OESTMAIV	5CENTMAIV
Fitoplancton	2497	3617	21266	37376	57716	50011	34271	85907	72565	52870
Nitrógeno Total	3,37	1,4	3,07	5,92	5,79	2,67	1,90	3,1	3,1	2,6

ELABORADO POR: Consuelo Mena

El acuífero superficial OESTPOG presentó la mayor Abundancia en el quinto muestreo con 72565 individuos fitoplanctonicos; y una concentración de Nitrógeno Total de 3,1 mg/l y un mínimo de 2497 individuos fitoplanctonicos en el primer muestreo y una concentración de Nitrógeno Total de 3,37 mg/l. El acuífero superficial CENTPOG presentó la mayor Abundancia en el cuarto muestreo con 85907 individuos fitoplanctonicos; y una concentración de Nitrógeno Total de 3,1 mg/l y un mínimo de 3617 individuos fitoplanctonicos en el primer muestreo y una concentración de Nitrógeno Total de 1,4 mg/l.

GRÁFICO 18: CORRELACIÓN DE LA ABUNDANCIA DE FITOPLANCTON Y EL NITRÓGENO TOTAL



ELABORADO POR: Consuelo Mena

La correlación de Spearman para Nitrógeno Total vs la Abundancia de Fitoplancton fue una correlación positiva con un valor de 0,52.

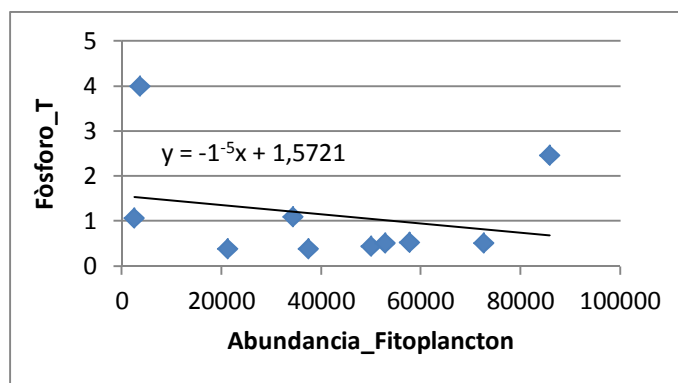
CUADRO 40: VALORES DE ABUNDANCIA DE FITOPLANCTON Y FÓSFORO TOTAL

MUESTREOS	1OESTMAIV	1CENTMAIV	2OESTMAIV	2CENTMAIV	3OESTMAIV	3CENTMAIV	4OESTMAIV	4CENTMAIV	5OESTMAIV	5CENTMAIV
Fitoplancton	2497	3617	21266	37376	57716	50011	34271	85907	72565	52870
Fósforo Total	1,07	3,98	0,38	0,39	0,53	0,44	1,1	2,46	0,51	0,51

ELABORADO POR: Consuelo Mena

El acuífero superficial OESTPOG presentó la mayor Abundancia en el quinto muestreo con 72565 individuos Fito-planctónicos; y una concentración de Fósforo Total de 0,51 mg/l y un mínimo de 2497 individuos Fito-planctónicos en el primer muestreo y una concentración de Fósforo Total de 1,07 mg/l. El acuífero superficial CENTPOG presentó la mayor Abundancia en el cuarto muestreo con 85907 individuos Fito planctónicos; y una concentración de Fósforo Total de 2,46 mg/l y un mínimo de 3617 individuos Fito-planctónicos en el primer muestreo y una concentración de Fósforo Total de 4 mg/l.

GRÁFICO 19: CORRELACIÓN DE LA ABUNDANCIA DE FITOPLANCTON Y EL FÓSFORO TOTAL



ELABORADO POR: Consuelo Mena

La correlación de Spearman para Fosforo Total vs la Abundancia de Fitoplancton fue una correlación positiva con un valor de 0,93.

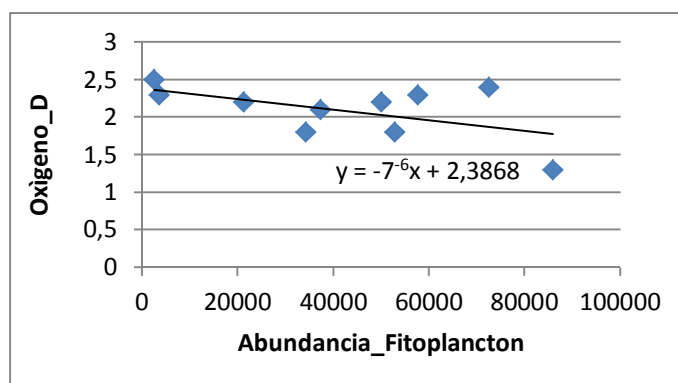
CUADRO 41: VALORES DE ABUNDANCIA DE FITOPLANCTON Y OXÍGENO DISUELTO

MUESTREOS	1OESTMAIV	1CENTMAIV	2OESTMAIV	2CENTMAIV	3OESTMAIV	3CENTMAIV	4OESTMAIV	4CENTMAIV	5OESTMAIV	5CENTMAIV
Fitoplancton	2497	3617	21266	37376	57716	50011	34271	85907	72565	52870
Oxígeno Disuelto	2,5	2,3	2,2	2,1	2,3	2,2	1,8	1,3	2,4	1,8

ELABORADO POR: Consuelo Mena

El acuífero superficial OESTPOG presentó la mayor Abundancia en el quinto muestreo con un valor de 72565 individuos Fito-planctónicos; y una concentración de Oxígeno Disuelto de 2,4 mg/l y un mínimo de 2497 individuos Fito-planctónicos en el primer muestreo y una concentración de Oxígeno Disuelto de 2,5 mg/l. El acuífero superficial CENTPOG presentó la mayor Abundancia en el cuarto muestreo con un valor de 85907 individuos Fito planctónicos; y una concentración de Oxígeno Disuelto de 1,3 mg/l y un mínimo de 3617 individuos Fito planctónicos en el primer muestreo y una concentración de Oxígeno Disuelto de 2,3 mg/l.

GRÁFICO 20: CORRELACIÓN DE LA ABUNDANCIA DE FITOPLANCTON Y EL OXÍGENO DISUELTO



ELABORADO POR: Consuelo Mena

La correlación de Spearman para Oxígeno Disuelto vs la Abundancia de Fitoplancton fue una correlación positiva con un valor de 0,31.

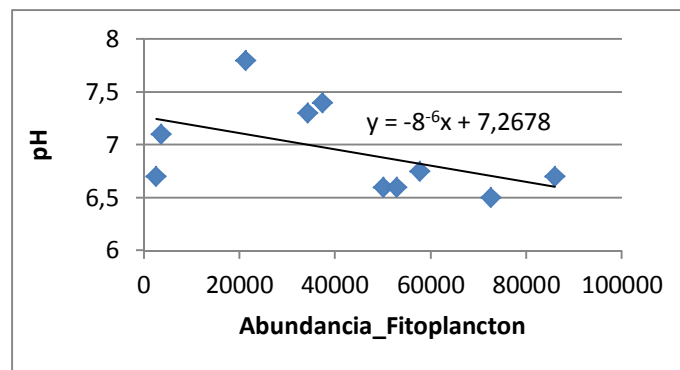
CUADRO 42: VALORES DE ABUNDANCIA DE FITOPLANCTON Y PH

MUESTREOS	1OESTMAIV	1CENTMAIV	2OESTMAIV	2CENTMAIV	3OESTMAIV	3CENTMAIV	4OESTMAIV	4CENTMAIV	5OESTMAIV	5CENTMAIV
Fitoplancton	2497	3617	21266	37376	57716	50011	34271	85907	72565	52870
pH	6,7	7,1	7,8	7,4	6,75	6,6	7,3	6,7	6,5	6,6

ELABORADO POR: Consuelo Mena

El pH en el acuífero superficial OESTPOG presentó las siguientes variaciones: el valor más ácido registrado fue en el segundo muestreo con 7,8; y una Abundancia de Fitoplancton de 21266 individuos y el valor más básico registrado fue en el quinto muestreo con 6,5; y una Abundancia de Fitoplancton de 72565 individuos. El pH en el acuífero superficial CENTPOG presentó las siguientes variaciones: el valor más ácido fue en el segundo muestreo con 7,4; y una Abundancia de Fitoplancton de 37376 individuos y el valor más básico fue en el tercer y quinto muestreo con 6,6; y una Abundancia de Fitoplancton de 50011 y 52870 individuos respectivamente.

GRÁFICO 21: CORRELACIÓN DE LA ABUNDANCIA DE FITOPLANCTON Y EL PH



ELABORADO POR: Consuelo Mena

La correlación de Spearman para pH vs la Abundancia de Fitoplancton fue una correlación positiva con un valor de 0,12.

2.6.2.3. *Correlación entre el Peso Seco de Macrófitas y los Parámetros Físicos y Químicos*

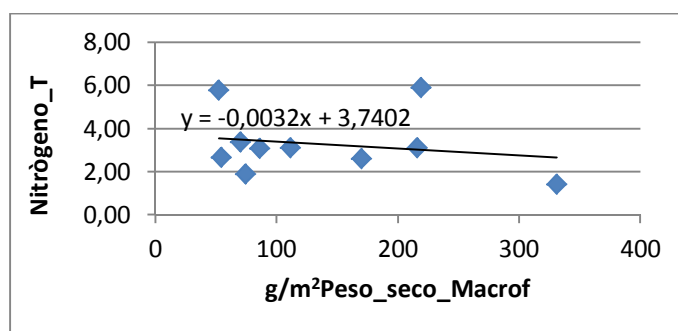
CUADRO 43: VALORES DE ABUNDANCIA DE PESO SECO DE MACRÓFITAS Y NITRÓGENO TOTAL

MUESTREOS	1OESTMAIV	1CENTMAIV	2OESTMAIV	2CENTMAIV	3OESTMAIV	3CENTMAIV	4OESTMAIV	4CENTMAIV	5OESTMAIV	5CENTMAIV
Peso_seco_Macrof	70	331	86	219	52	54	74	216	111	170
Nitrógeno Total	3,37	1,4	3,07	5,92	5,79	2,67	1,90	3,1	3,1	2,6

ELABORADO POR: Consuelo Mena

El acuífero superficial OESTPOG presentó el mayor peso seco en el quinto muestreo con 111g/m² y una concentración de Nitrógeno Total de 3,1 mg/L y una mínima cantidad en el tercer muestreo con 52 g/m² y una concentración de Nitrógeno Total de 5,79 mg/L. El acuífero superficial CENTPOG presentó el mayor peso seco en el primer muestreo con 331 g/m² y una concentración de Nitrógeno Total de 1,4 mg/L y una mínima cantidad en el tercer muestreo con 54 g/m² y una concentración de Nitrógeno Total de 2,67 mg/L.

GRÁFICO 22: CORRELACIÓN PESO SECO DE MACRÓFITAS Y EL NITRÓGENO TOTAL



ELABORADO POR: Consuelo Mena

La correlación de Spearman para Nitrógeno Total vs el peso seco de Macrófitas fue una correlación positiva con un valor de 0,58.

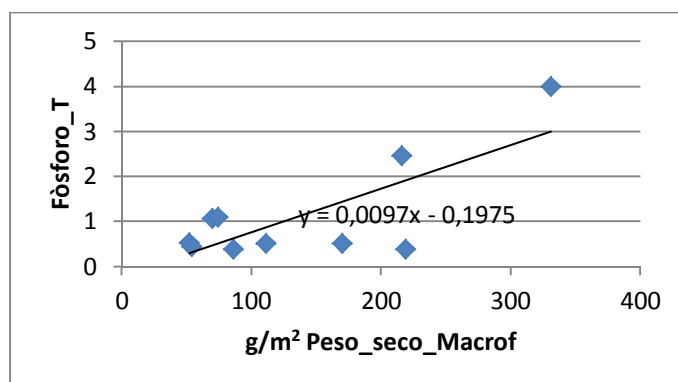
CUADRO 44: VALORES DE PESO SECO DE MACRÓFITAS Y FÓSFORO TOTAL

MUESTREOS	1OESTMAIV	1CENTMAIV	2OESTMAIV	2CENTMAIV	3OESTMAIV	3CENTMAIV	4OESTMAIV	4CENTMAIV	5OESTMAIV	5CENTMAIV
Peso_seco_Macrof	70	331	86	219	52	54	74	216	111	170
Fósforo Total	1,07	3,98	0,38	0,39	0,53	0,44	1,1	2,5	0,51	0,51

ELABORADO POR: Consuelo Mena

El acuífero superficial OESTPOG presentó el mayor peso seco en el quinto muestreo con 111g/m² y una concentración de Fósforo Total de 0,51 mg/L y una mínima cantidad en el tercer muestreo con 52 g/m² y una concentración de Fósforo Total de 0,053 mg/L. El acuífero superficial CENTPOG presentó el mayor peso seco en el primer muestreo con 331 g/m² y una concentración de Fósforo Total de 4 mg/L y una mínima cantidad en el tercer muestreo con 54 g/m² y una concentración de Fósforo Total de 0,44 mg/L.

GRÁFICO 23: CORRELACIÓN PESO SECO DE MACRÓFITAS Y EL FÓSFORO TOTAL



ELABORADO POR: Consuelo Mena

La correlación de Spearman para Fósforo Total vs el peso seco de Macrófitas fue una correlación positiva con un valor de 0,59.

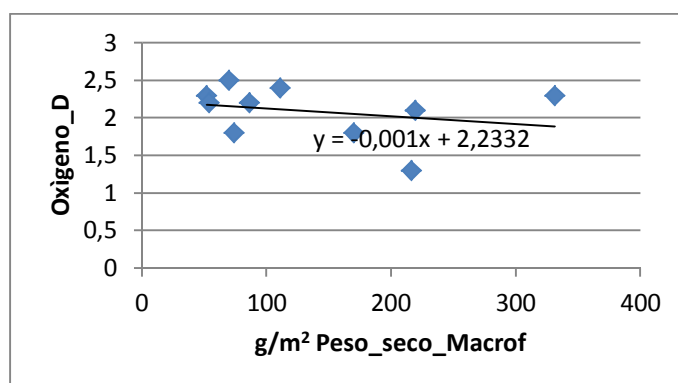
CUADRO 45: VALORES DE PESO SECO DE MACRÓFITAS Y OXÍGENO DISUELTO

MUESTREOS	1OESTMAIV	1CENTMAIV	2OESTMAIV	2CENTMAIV	3OESTMAIV	3CENTMAIV	4OESTMAIV	4CENTMAIV	5OESTMAIV	5CENTMAIV
Peso_seco_Macrof	70	331	86	219	52	54	74	216	111	170
Oxígeno Disuelto	2,5	2,3	2,2	2,1	2,3	2,2	1,8	1,3	2,4	1,8

ELABORADO POR: Consuelo Mena

El acuífero superficial OESTPOG presentó el mayor peso seco en el quinto muestreo con 111g/m² y una concentración de Oxígeno Disuelto de 2,4 mg/L y una mínima cantidad en el tercer muestreo con 52 g/m² y una concentración de Oxígeno Disuelto de 2,3 mg/L. El acuífero superficial CENTPOG presentó el mayor peso seco en el primer muestreo con 331 g/m² y una concentración de Oxígeno Disuelto de 2,3 mg/L y una mínima cantidad en el tercer muestreo con 54 g/m² y una concentración de Oxígeno Disuelto de 2,2 mg/L.

GRÁFICO 24: CORRELACIÓN PESO SECO DE MACRÓFITAS Y EL OXÍGENO DISUELTO



ELABORADO POR: Consuelo Mena

La correlación de Spearman para Oxígeno Disuelto vs el peso seco de Macrófitas fue una correlación positiva con un valor de 0,37.

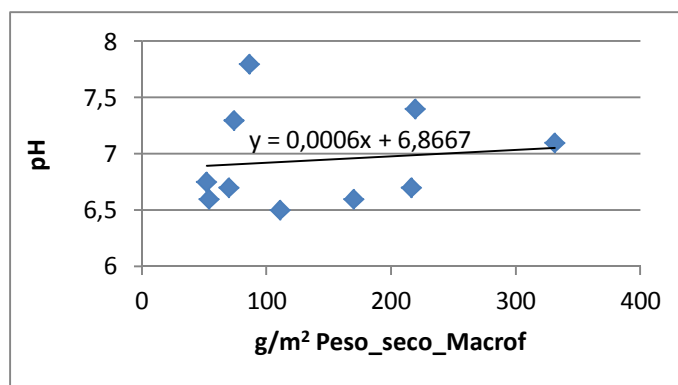
CUADRO 46: VALORES DE PESO SECO DE MACRÓFITAS Y PH

MUESTREOS	1OESTMAIV	1CENTMAIV	2OESTMAIV	2CENTMAIV	3OESTMAIV	3CENTMAIV	4OESTMAIV	4CENTMAIV	5OESTMAIV	5CENTMAIV
Peso_seco_Macrof	70	331	86	219	52	54	74	216	111	170
pH	6,7	7,1	7,8	7,4	6,75	6,6	7,3	6,7	6,5	6,6

ELABORADO POR: Consuelo Mena

El pH en el acuífero superficial OESTPOG presentó las siguientes variaciones: el valor más ácido fue en el segundo muestreo con 7,8; y un peso seco de 85 g/m² y el valor más básico fue en el quinto muestreo con 6,5; y un peso seco de 111 g/m². El pH en el acuífero superficial CENTPOG presentó las siguientes variaciones: el valor más ácido fue en el segundo muestreo con 7,4; y un peso seco de 219 g/m² y el valor más básico fue en el tercer y quinto muestreo con 6,6; y un peso seco de 54 g/m² y 170 g/m² respectivamente.

GRÁFICO 25: CORRELACIÓN PESO SECO DE MACRÓFITAS Y EL PH



ELABORADO POR: Consuelo Mena

La correlación de Spearman para pH vs el peso seco de Macrófitas fue una correlación positiva con un valor de 0,63.

CUADRO 47: RESUMEN DE CORRELACIONES ENTRE LAS VARIABLES DEPENDIENTES E INDEPENDIENTES

	MACROINVERTEBRADOS				FITOPLANCTON	PESO SECO MACRÓFITAS
	RIQUEZA	ABUNDANCIA	SHANNON_H	SIMPSON_1-D		
NITRÓGENO TOTAL	0,51	0,75	0,93	0,78	0,52	0,58
FÓSFORO TOTAL	0,56	0,49	0,61	0,61	0,93	0,59
OXÍGENO DISUELTO	0,016	0,043	0,04	0,11	0,31	0,37
PH	0,26	0,45	0,49	0,43	0,12	0,62

ELABORADO POR Consuelo Mena.

Las correlaciones de Spearman entre los parámetros físico-químicos con relación a los parámetros biológicos denotaron que la mayoría de correlaciones son positivas por lo que existe una influencia en la dinámica de poblaciones de macroinvertebrados, fitoplancton y biomasa de macrófitas; a nivel individual los parámetros más influyentes fueron el Nitrógeno Total que influye en el crecimiento y desarrollo de fitoplancton, macrófitas y macroinvertebrados; a estos últimos los influencia sobre la diversidad y abundancia, la adición de nitrógeno pudo darse por contaminación de purines de ganado vacuno, por la fijación de nitrógeno atmosférico por parte de las cianobacterias y por la descomposición de material vegetal. Los valores de Nitrógeno Total son considerables para presumir un proceso de sucesión Eutrófica.

El Fósforo Total influye sobre las comunidades de Macroinvertebrados en su diversidad y su riqueza, en las comunidades de Fitoplancton la influencia es mucho mayor. Los valores del índice de dominancia de Simpson más altos y más

bajos coinciden con los valores más altos y más bajos del Fósforo Total en el acuífero superficial CENTPOG del segundo y primer muestreo respectivamente.

El Oxígeno Disuelto no constituye un factor de influencia en las comunidades de Macroinvertebrados y Fitoplancton; debido a que los organismos presentan adaptaciones para vivir en medios anóxico o son propios de los hábitats eutrofizados.

Las variaciones de pH son influyentes en la diversidad, observamos que cuando el pH tiende a ser básico existe menor diversidad y cuando el pH tiende a ser ácido la diversidad aumenta. Sin embargo en las comunidades fitoplanctónicas no influencia en su dinámica.

CAPÍTULO III

3. PROPUESTA

TEMA: “DES-ACELERAMIENTO DEL PROCESO DE EUTROFIZACIÓN MEDIANTE LA CONSTRUCCIÓN DE HUMEDALES EN LOS ACUÍFEROS SUPERFICIALES OESTPOG Y CENTPOG, SECTOR LOS POGUIOS-ISINCHE DE VACAS, CANTÓN PUJILÍ, PROVINCIA DE COTOPAXI; PERÍODO 2015-2016”.

3.1. INTRODUCCIÓN

Los acuíferos superficiales del sector los Poguios se encuentran en el cantón Pujilí, Provincia de Cotopaxi; pertenecen al brazo volcánico de Cuturiví por lo que sus aguas contienen arsénico, hierro y sales.

Los humedales artificiales son utilizados para replicar las condiciones que se dan en un humedal natural y aprovechar los procesos depurativos que en estos se dan. En la década de los años 50 el empleo de humedales para la depuración de aguas residuales tomó auge en Alemania; en la actualidad existen muchos países que utilizan este tratamiento terciario por ser blando, natural y poco costoso.

Los acuíferos superficiales del sector los Poguios bajo su condición de embalse son óptimos para transformarse en humedales de flujo superficial, utilizando la vegetación existente en los acuíferos; la selección de la macrófita está orientada a la capacidad de la planta para filtrar, transformar y almacenar los contaminantes; en este caso los causantes de eutrofia: Nitrógeno y Fósforo.

La conservación de mantos acuíferos está contemplada por la Ley de Recursos Hídricos del Ecuador, además es un derecho constitucional de los ecuatorianos y de la naturaleza que el Estado promueva proyectos de conservación del agua para sus diferentes usos y para la preservación de flora y fauna en aguas dulces frías.

3.2. JUSTIFICACIÓN

La cadena trófica encontrada en los acuíferos superficiales del sector los Poguios corresponde a ecosistemas en procesos de Eutrofización natural; la cantidad de detritívoros existentes en los acuíferos superficiales no abastecen para mantener equilibrados los valores de detritos generados por los productores primarios; o los predadores se encuentran en cantidades excesivas con relación a su alimento.

Los tratamientos para detener la eutrofización constituyen tecnologías físicas y químicas que intervendrían de forma directa en la biocenosis de los organismos; las oblaciones de macroinvertebrados, fitoplancton y macrófitas disminuirían considerablemente. Los tratamientos blandos consisten en utilizar plantas para complementar un sistema filtrante sencillo y natural.

Los humedales artificiales son tratamientos terciarios que utilizan principios de fitorremediación; la utilización de plantas con características bio – transformadoras constituyen un lecho filtrante en el cual los contaminantes son absorbidos y transformados en el interior de la planta.

La totora es un excelente filtrador y asimilador de contaminantes; brinda las condiciones óptimas para el desarrollo de la biocenosis de los organismos encontrados en los acuíferos superficiales por lo que la introducción de este género de macrófita no generará impactos significativos para los acuíferos.

3.3. OBJETIVO

Des-acelerar el proceso de eutrofización mediante la construcción de humedales en los acuíferos superficiales OESTPOG y CENTPOG, sector los Poguios-Isinche de Vacas, cantón Pujilí, provincia de Cotopaxi; período 2015-2016.

3.4. MARCO TEÓRICO

3.4.1. Concepto de Humedal Natural

Los humedales naturales se consideran como tierras transicionales entre un sistema terrestre y un sistema acuático, con el nivel freático cerca de la superficie del suelo o el suelo, cubierto con agua de poca profundidad.

3.4.2. Concepto de Humedal Artificial

Los humedales artificiales son zonas construidas por el hombre en las que, de forma controlada, se reproducen los procesos de eliminación de contaminantes que tienen lugar en los humedales naturales. p 223

3.4.2.1. Fundamentos de los Humedales Artificiales

La tecnología de humedales artificiales puede ser considerada como un complejo ecosistema, en el que los principales actores son:

- El sustrato: que sirve de soporte a la vegetación, y permite la fijación de la población microbiana (en forma de biopelícula) que va a participar en la mayoría de los procesos de eliminación de los contaminantes.
- La vegetación (macrófitas): que contribuye a la oxigenación del sustrato, a la eliminación de nutrientes y en la que también tiene lugar el desarrollo de la biopelícula. La vegetación que se emplea en el humedal constituye plantas emergentes que se desarrollan en agua poco profundas arraigadas al subsuelo.
- El agua a tratar: que circula a través del sustrato y de la vegetación.

3.4.2.2. Tipos de Humedales Artificiales

Existen dos tipos de humedales artificiales dependiendo si el agua a tratar pasa sobre el sustrato o de forma subterránea:

- Humedales Artificiales de Flujo Superficial
- Humedales Artificiales de Flujo Subsuperficiales

3.4.2.2.1. Humedales Artificiales de Flujo Superficial

El agua se encuentra expuesta directamente a la atmósfera y circula, preferentemente, a través de los tallos de las plantas. Estos humedales son considerados como lagunajes clásicos, con las diferencias de que se opera con

menores profundidades de la lámina de agua (inferiores a 0,4 m), y de que se encuentran colonizadas por plantas acuáticas emergentes. Los Humedales Artificiales de Flujo Superficial que se emplean para crear y restaurar ecosistemas acuáticos. La alimentación a estos humedales se efectúa de forma continua y la depuración tiene lugar en el tránsito de las aguas a través de los tallos y raíces de la vegetación emergente implantada. Tallos, raíces y hojas caídas sirven de soporte para la fijación de la película bacteriana responsable de los procesos de biodegradación, mientras que las hojas que están por encima de la superficie del agua dan sombra a la masa de agua, limitando el crecimiento de microalgas.

3.4.3. Eliminación de Nutrientes

Los mecanismos de depuración en los humedales artificiales de flujo superficial se dan a través del lecho de raíces de las macrófitas utilizadas; sirviendo como filtros naturales en la disminución de la concentración de nitrógeno y fósforo.

3.4.3.1. Nitrógeno

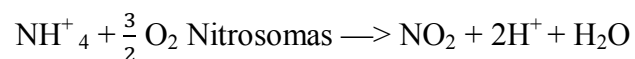
La eliminación del nitrógeno amoniacal en los humedales artificiales ocurre básicamente por dos vías principales: asimilación por las propias plantas del humedal y procesos de nitrificación-desnitrificación.

En el caso de la asimilación del nitrógeno amoniacal por las plantas del humedal, numerosos estudios han concluido que mediante esta asimilación y la posterior cosecha de las plantas no se llega a eliminar más allá del 15-20% del nitrógeno amoniacal presente en las aguas a tratar.

Por tanto, la principal vía de eliminación del nitrógeno amoniacal en humedales artificiales ocurre mediante procesos combinados de nitrificación-desnitrificación.

La nitrificación es un proceso en el que la energía necesaria para el crecimiento bacteriano se consigue de la oxidación de compuestos inorgánicos, por el que el nitrógeno amoniacal es convertido en nitrógeno nítrico. El proceso se desarrolla en dos etapas.

En la primera etapa las bacterias del género Nitrosomas oxidan el nitrógeno amoniacal a nitrógeno nitroso, mediante la reacción:



Posteriormente, bacterias del género Nitrobacter oxidan las formas nitrosas a formas nítricas, de acuerdo con:



Englobando el proceso de nitrificación en una única ecuación se obtiene:



Las bacterias nitrificantes son organismos extremadamente sensibles a gran cantidad de sustancias inhibidoras, tanto orgánicas como inorgánicas, que pueden

impedir el crecimiento y la actividad de estos organismos. Las altas concentraciones de amoníaco y de ácido nitroso (HNO_2) pueden resultar inhibitoras, siendo también importante el efecto del pH, la temperatura también ejerce una gran influencia sobre el crecimiento de las bacterias nitrificantes y para que se produzca la nitrificación es fundamental que existan concentraciones de oxígeno disuelto por encima de 1 mg/l; si es inferior a este valor, puede producirse la detención de la nitrificación. Para la eliminación biológica del nitrógeno se precisa que los procesos de nitrificación vayan seguidos de una etapa de desnitrificación.

La desnitrificación se realiza por bacterias facultativas heterótrofas (Achromobacter, Aerobacter, Alcaligenes, Bacillus, Brevibacterium, Flavobacterium, Lactobacillus, Micrococcus, Proteus, Pseudomonas, Spirillum), en condiciones de anoxia y en dos etapas: En un primer paso se produce la conversión del nitrato en nitrito y a continuación, pasa a formas gaseosas que escapan del sistema hacia la atmósfera (óxido nítrico, óxido nitroso y nitrógeno gas):



3.4.3.2. Fósforo

El fósforo se encuentra tanto en forma orgánica, como en forma de ortofosfato inorgánico o de fosfatos complejos. Estos últimos, en el transcurso de los tratamientos biológicos se hidrolizan dando lugar a ortofosfatos, incorporándose entre el 10-20% de los mismos a la biomasa bacteriana.

Las principales vías para la eliminación del fósforo en los humedales artificiales son:

- Absorción directa por parte de las plantas.
- Adsorción sobre partículas de arcilla, partículas orgánicas y compuestos de hierro y aluminio.
- Precipitación, mediante reacciones del fósforo con el hierro, aluminio y calcio presentes en las aguas, dando lugar a la formación de fosfatos insolubles.

La absorción del fósforo por las plantas se da en menor cuantía con relación al nitrógeno (esta absorción es del orden de un 10%), siendo los fenómenos fisicoquímicos los que juegan el papel principal en la reducción de este nutriente.

El fósforo fijado-precipitado puede liberarse durante determinadas épocas del año en función de las condiciones ambientales y, fundamentalmente, como respuesta a cambios en el potencial de óxido-reducción. En general, la eliminación de fósforo no es muy significativa situándose entre el 15-30%. Puede incrementarse este porcentaje de reducción de fósforo mediante el empleo de sustratos filtrantes específicos con contenidos en hierro; que potencien la retención del mismo.

3.5. DISEÑO DE HUMEDAL DE FLUJO SUPERFICIAL

3.5.1. Criterios de Diseño para un Humedal de Flujo Superficial

CUADRO 48: CRITERIOS DE DISEÑO PARA UN HUMEDAL DE FLUJO SUPERFICIAL

Relación largo ancho	2:1
Profundidad	0,4 m
Porosidad	0,65 – 0,75
Constante de Reacción (Kp fósforo)	2,73 cm/d 0.000000316 m/s
Densidad de plantación	5 plantas/m ²

Fuente: Recopilado del “Manual de Depuración de Aguas Residuales Urbanas”

3.5.2. Parámetros de Diseño para un Humedal de Flujo Superficial

CUADRO 49: PARÁMETROS DE DISEÑO PARA UN HUMEDAL DE FLUJO SUPERFICIAL

PARÁMETRO	ACUÍFERO	
	OESTPOG	CENTPOG
Volumen	1 litro	1 litro
Tiempo	28 segundos	15 segundos

Fuente: Consuelo Mena

3.5.3. Cálculos

3.5.3.1. Caudal

La fórmula para calcular el caudal es:

$$Q = \frac{V}{t}$$

Dónde:

Q= Caudal (m³/s)

V= Volumen de agua (m³)

t= tiempo (s)

Acuífero superficial OESTPOG

Acuífero Superficial CENTPOG

$$Q_1 = \frac{1l}{28s}$$

$$Q_1 = 0,036 \text{ l/s}$$

$$Q_2 = \frac{1l}{15s}$$

$$Q_2 = 0,066 \text{ l/s}$$

3.5.3.2. Área del Humedal

La fórmula para calcular el área de diseño es:

$$A = L * a$$

Dónde:

A= área (m²)

L= largo (m)

a= ancho (m)

Acuífero superficial OESTPOG

Acuífero Superficial CENTPOG

$$A_1 = 2m * 1m$$

$$A_1 = 2 m^2$$

$$A_2 = 2m * 1m$$

$$A_2 = 2 m^2$$

3.5.3.3. *Volumen del Humedal*

La fórmula para calcular el Volumen del humedal es:

$$V = A * h$$

Dónde:

V= Volumen del humedal (m³)

A= área del Humedal (m²)

h= altura de la lámina de agua (m)

Acuífero superficial OESTPOG

Acuífero Superficial CENTPOG

$$V_1 = A_1 * h$$

$$V_2 = A_2 * h$$

$$V_1 = 2m^2 * 0,4m$$

$$V_2 = 2m^2 * 0.4m$$

$$V_1 = 0,8 m^3$$

$$V_2 = 0,8m^3$$

3.5.3.4. *Carga hidráulica superficial*

La fórmula para calcular la carga hidráulica del humedal es:

$$TRH = 100 \frac{Q}{A}$$

Dónde:

TRH = Carga Hidráulica superficial

Q= Caudal (m³/s)

A= Superficie del humedal (m²)

Acuífero superficial OESTPOG

Acuífero Superficial CENTPOG

$$TRH_1 = 100 \frac{0.0000036 m^3/s}{2m^2}$$

$$TRH_2 = 100 \frac{0.0000066 m^3/s}{2m^2}$$

$$TRH_1 = 0,00018 \text{ m/s}$$

$$TRH_2 = 0.00033 \text{ m/s}$$

3.5.3.5. Evaluación de Eliminación de Fósforo

Para humedales artificiales superficiales, Reed y col. (1995) citado en el Manual de Depuración de Aguas Residuales Urbanas, proponen la siguiente expresión, para la evaluación de la eliminación de fósforo:

$$P_e = P_t \text{EXP} \frac{-k_p}{TRH}$$

Dónde:

P_e = Concentración de Fósforo al final del tratamiento (mg/l)

P_t = Concentración del Fósforo antes del tratamiento (mg/l)

K_p = Constante de Reacción (m/s)

Acuífero superficial OESTPOG

Acuífero Superficial CENTPOG

$$P_{e1} = 1,07 \text{ mg/l} \text{EXP} \frac{-0.000000316 \text{ m/s}}{0,00018 \text{ m/s}}$$

$$P_{e2} = 3.98 \text{ mg/l} \text{EXP} \frac{-0.000000316 \text{ m/s}}{0.00033 \text{ m/s}}$$

$$P_{e1} = 1,07 \frac{\text{mg}}{\text{l}} * 0,998$$

$$P_{e2} = 3.98 \frac{\text{mg}}{\text{l}} * 0,999$$

$$P_{e1} = 1,06 \text{ mg/l}$$

$$P_{e2} = 3.97 \text{ mg/l} \text{EXP}$$

3.5.3.6. *Tiempo de retención*

La fórmula para calcular el tiempo de retención es:

$$t = \frac{Vf}{Q} = \frac{Ah p_s}{Q}$$

Dónde:

Vf = Volumen efectivo (m³)

A = Superficie del Humedal (m²)

h = Profundidad de la lámina de agua (m)

p_s = Porosidad del sustrato filtrante

Acuífero superficial OESTPOG

Acuífero Superficial CENTPOG

$$t_1 = \frac{A_1 h p_s}{Q_1}$$

$$t_2 = \frac{A_2 h p_s}{Q_2}$$

$$t_1 = \frac{2m^2 0,4m 0,65}{0.0000036 m^3/s}$$

$$t_2 = \frac{2m^2 0,4m 0,65}{0.0000066 m^3/s}$$

$$t_1 = 1,67 d$$

$$t_2 = 0,91 d$$

3.5.4. Implementación del Humedal

La intervención en los acuíferos superficiales del sector los Poguios debe ser mínima con la finalidad de causar el menor impacto ambiental al ecosistema acuático; las condiciones en el acuífero superficial OESTPOG son diferentes a las del CENTPOG; en el primero la excavación es mayor que en el segundo. La dirección de los humedales es inversa; sur-norte en el primero y este-oeste en el segundo. Dado que no se requerirán estructuras elaboradas, los parámetros de diseño se acoplarán al medio natural.

La limpieza de los acuíferos puede realizarse con la participación de los miembros de la junta de agua de regadío Simón Rodríguez; quienes semestralmente lo venían realizando; las actividades contemplan retiro total de lemnas en el acuífero superficial OESTPOG y el berro en el acuífero superficial CENTPOG además del sedimento excesivo.

3.5.5. Mantenimiento del Humedal

- Control de la vegetación, olor e insectos; cada mes, cortar y retirar hojas de la vegetación que estén secas.
- Verificar la calidad y cantidad el caudal de salida del humedal.
- Retirar natas que se forman entre la vegetación.
- Verificar la densidad de la vegetación en el humedal, ya que afecta fuertemente su hidrología. Primero, porque obstruye caminos de flujo; debido a que el movimiento del agua es sinuoso a través de la red de tallos, hojas, raíces y rizomas; y segundo, porque bloquea la exposición al viento y al sol.
- Asegurar que el flujo sea homogéneo en todas las partes del humedal.

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

CONCLUSIONES

- Mediante el diagnóstico de la calidad ambiental de los acuíferos superficiales del sector los Poguios se puede concluir que la geología del sector está constituida por materiales piro clásticos, andesitas y cangahuas; el ecosistema corresponde a un Herbazal de tierras bajas; el río Isinche cruza por el sector, y en su cuenca alta presenta géneros tales como *Centrocorisa kollari*, *Andisiops*, *Gigantox*, *Limnophora*, etc, los cuales son indicadores de buena calidad; el río cruza por invernaderos de producción de flores, desemboca en el la red de alcantarillado de la ciudad de Pujilí, y tiene agregaciones de quebradas contaminadas; por lo que en la cuenca baja presenta géneros tales como: *Haplotaxis*, *Chirinominis*, *Physa* y *anélidos*, que son indicadores de mala calidad del agua; la fauna del sector es común de un herbazal y de un embalse, las preñadillas constituyen la fauna más sensible a la contaminación y su existencia contribuye a la importancia de conservar los acuíferos superficiales.
- La identificación de Macroinvertebrados reveló, géneros, indicadores de eutrofización; los géneros *Chironomus* y *Physa*, se encontraron en el Acuífero superficial OESTPOG, mientras que en el acuífero superficial CENTPOG el género indicador fue *Physa*; los géneros restantes presentan modificaciones en su estructura con los cuales se han adaptado a vivir en condiciones de anoxia; la formación de quistes para el desarrollo de una nueva generación, es una adaptación desarrollada por el género *Haplotaxis*. Los géneros indicadores de contaminación para Fitoplancton fueron: *Spirogira* y *Oscillatoria*; los géneros de diatomeas sirvieron para el cálculo del Índice Diatómico Genérico el cual mostró que la calidad biológica de los acuíferos es buena para el desarrollo de la vida. Las Macrófitas identificadas en el acuífero superficial OESTPOG corresponde al género *Lemnas* y *Nasturtium* que son invasivas y con gran

capacidad de crecimiento y repoblación; en el acuífero superficial CENTPOG existen *Lemnas*, *Scirpus* y *Nasturtium*; la última es más invasiva.

El comportamiento temporal del Nitrógeno Total y Fósforo Total fue inversamente proporcional, mientras el Nitrógeno subía el Fósforo bajaba y viceversa; este comportamiento es propio de cuerpos de agua Eutrofizados. El Oxígeno Disuelto se encuentra por debajo del 25%; en todos los muestreos; por lo que se establece anoxia en los acuíferos superficiales. El pH tiende a ser básico en algunos muestreos pero en la mayoría de muestreos tiende a ser ácido. La transparencia fue medida, pero en este tipo de acuíferos no se aplica ampliamente debido a que la profundidad pudo dotar de datos erróneos.

Las correlaciones de Spearnan para datos no paramétricos fueron positivas para casi todos los indicadores utilizados excepto para el Oxígeno Disuelto en relación a la Riqueza, Abundancia y Shannon- Wiener, por lo que se sugiere que los restantes indicadores son adecuados para la determinación de Eutrofización en los acuíferos superficiales de los Poguios. El Oxígeno Disuelto parece no influir sobre las comunidades de invertebrados halladas, principalmente por la capacidad de resistencia a ambientes anóxicos que presenta esta comunidad de invertebrados.

Los acuíferos superficiales del sector los Poguios experimentan procesos de eutrofización natural por sucesión; la meteorización de la roca presumiblemente es la fuente de adición de fósforo y el nitrógeno pudo haber llegado al acuífero por infiltración de contaminantes provenientes del río Isinche. Otro de los motivos importantes puede darse por el calentamiento global y la modificación del ciclo hidrológico.

- La conservación del agua del sector los Poguios se puede realizar mediante, procesos de físicos de limpieza y biológicos, como la fitorremediación que ayuda a la estabilización de sedimentos que se producen por la vegetación invasiva a la vez que disminuye el Nitrógeno Total, al utilizarlo como macronutriente. Los datos obtenidos reflejan la necesidad de establecer propuestas no invasivas y blandas para desacelerar el proceso de eutrofización por lo que se planteó una propuesta a nivel de pre factibilidad, que consiste en implementar humedales de flujo superficial para mejorar las condiciones de los acuíferos sujetos del estudio.

RECOMENDACIONES

- Mediante el presente estudio, se evidenció el déficit de metodologías nacionales para el desarrollo de monitoreos, con seres vivos, por lo que se recomienda promover investigaciones más profundas que puedan demostrar la efectividad de los organismos vivos, como indicadores de calidad del agua de una manera específica; así como para verificar la efectividad de remediación de diferentes macrófitas, así como las reacciones que generan en el interior de las plantas, con los contaminantes que circulan en su interior y mejorar los sistemas de identificación taxonómica, para los diferentes organismos que sirven como bioindicadores de calidad del agua; mediante monitoreos continuos en diferentes cuerpos de agua y la adaptación de metodologías internacionales que se acoplen a la realidad del Ecuador.
- Desarrollar investigaciones geológicas para la caracterización de los acuíferos superficiales del Ecuador, para evitar el consumo de agua procedente de mangas volcánicas, que, por su naturaleza presentan elementos peligrosos para la vida del ser humano. El agua, no solo es un recurso que puede ser usado por los seres humanos; la conservación del agua debe darse desde el punto de vista ecológico; la vida se desarrolla en ella y el hábitat debe conservarse.
- Se recomienda dar seguimiento al proceso de Eutrofización en los acuíferos monitoreados e incluir a los demás existentes para conservar de manera integral el recurso agua mediante la implementación de humedales de flujo superficial utilizando el género *Scirpus*.

BIBLIOGRAFÍA

Bibliografía Citada

1. AQEM, Consortium. Manual for the application of the AQEM system. A comprehensive method to assess European streams using benthic macroinvertebrates, developed for the purpose of the Water Framework Directive. Version 1.0. February 2002; en PARDO, Isabel; GARCÍA, Liliana; DELGADO, Cristian; COSTAS, Noemi & ABRAÍN, Rut; 2010. Protocolos de muestreo de comunidades biológicas acuáticas fluviales en el ámbito de las Confederaciones Hidrográficas del Miño-Sil y Cantábrico. Convenio entre la Universidad de Vigo y las Confederaciones Hidrográficas del Miño-Sil y Cantábrico. 68pp. NIPO 783-10-001-8
2. BARBA, Luz. Conceptos básicos de la contaminación del agua y parámetros de medición. [En línea]. Disponible en: <http://www.bvsde.paho.org/bvsaar/e/fulltext/gestion/conceptos.pdf>. 2002.
3. BARBOUR, MT; GERRITSEN J; SNYDER, BD; STRINBLING JB. Rapid Bioassessment Protocols for use in streams and wadeable rivers: Periphyton, Bentic Macroinvertebrates and fish. 1999. EPA 841-B99-002. Environmental Protection Agency, Office of Water. Washington, C.C en PARDO, Isabel; GARCÍA, Liliana; DELGADO, Cristian; COSTAS, Noemi & ABRAÍN, Rut; 2010. Protocolos de muestreo de comunidades biológicas acuáticas fluviales en el ámbito de las Confederaciones Hidrográficas del Miño-Sil y Cantábrico. Convenio entre la Universidad de Vigo y las Confederaciones Hidrográficas del Miño-Sil y Cantábrico. 68pp. NIPO 783-10-001-8

4. CARVAJAL, Vladimir; BAÑO Natalia. DIAGNÓSTICO HIDROLÓGICO EN EL ÁREA DE INFLUENCIA DE LAS ACTIVIDADES DE GENERACIÓN HIDROELÉCTRICA DE LA EMPRESA ECOLUZ S.A. Octubre 2009.
5. CEN. Water Quality. Guidance standard for the surveying of aquatic macrophytes in running water. EN 14184. 2003. European Committee for Standardization en PARDO, Isabel; GARCÍA, Liliana; DELGADO, Cristian; COSTAS, Noemi & ABRAÍN, Rut; 2010. Protocolos de muestreo de comunidades biológicas acuáticas fluviales en el ámbito de las Confederaciones Hidrográficas del Miño-Sil y Cantábrico. Convenio entre la Universidad de Vigo y las Confederaciones Hidrográficas del Miño-Sil y Cantábrico. 68pp. NIPO 783-10-001-8
6. COLLAZO CARABALLO, María Paula; JORGE MONTAÑO, Javier. Manual de Agua Subterránea. Primera edición. 2012. Montevideo. Denad Internationa S.A. Uruguay. ISBN: 978-9974-594-09-8
7. DAWSON, H. Guidance for the field assessment of macrophytes of rivers within STAR Project. 2002. NERC CEH- Dorset, UK. En PARDO, Isabel; GARCÍA, Liliana; DELGADO, Cristian; COSTAS, Noemi & ABRAÍN, Rut; 2010. Protocolos de muestreo de comunidades biológicas acuáticas fluviales en el ámbito de las Confederaciones Hidrográficas del Miño-Sil y Cantábrico. Convenio entre la Universidad de Vigo y las Confederaciones Hidrográficas del Miño-Sil y Cantábrico. 68pp. NIPO 783-10-001-8
8. Forsberg and Ryding en: Florida LAKEWATCH (2010) <http://lakewatch.ifas.ufl.edu/>
9. GIL MONTES, Juan. Recursos Hidrogeológicos [en línea]. Disponible en: <http://gea.ciens.ucv.ve/geoquimi/hidro/wpcontent/uploads/2011/07/recursos.pdf>

10. <http://www.greenfacts.org>. 6 Junio, 2015
11. HERVAS, Clara; RIVERO, Francis; GONZALES, Ariel. Indicadores biológicos de calidad del agua. 2006. Cochapamba.
12. Instituto Tecnológico de Ecología, Manual de técnicas de muestreo y Análisis de plancton y perifiton. Tercera Edición. México, D.F. abril 1982.[En línea:] http://repositorio.inecc.gob.mx/ae/ae_003156.pdf
13. MARTÍNEZ, Pedro; MARTÍNEZ Pedro E; CASTAÑO Silvino. Fundamentos de Hidrogeología. 2005. Madrid. Ediciones Mundi-Prensa. España. ISBN 84-8476-239-4
14. MORENO Paola; QUINTERO Jackeline y LÓPEZ Armando. Métodos para identificar, diagnosticar y evaluar el grado de eutrofia. [En línea]. <http://www.izt.uam.mx/newpage/contactos/anterior/n78ne/eutrofia2.pdf> 2010.
15. NEBEL; BERNARD. J, Ciencias Ambientales. Ecología y desarrollo sostenible. 6ta edición. 1999. Pearson Ediciones. México. ISBN 470-17-0233-6
16. OCDE 1982. Eutrophisation des eaux. Methodes de surveillance d`evaluation et de lutte. Disponible en línea: Paris <http://www.worldcat.org/title/eutrophisation-des-eaux-methodes-de-surveillance-devaluation-et-de-lutte/oclc/16991668?referer=di&ht=edition>
17. ORDOÑEZ, GÁLVES; Juan, Julio CARTILLA TÉCNICA: AGUAS SUBTERRÁNEAS – ACUÍFEROS. 2011. Lima. Primera Edición. ISBN: 978-9972-602-78-8

18. OROZCO, Carmen; PÉREZ, Antonio; GONZALES, Nieves; RODRÍGUEZ, Francisco y ALFAYATE, José, Contaminación Ambiental una visión desde la química. 2003. Madrid. Ediciones Paraninfo, SA. España. ISBN 978-84-9732-178-5
19. ORELLANA, Jorge; Ingeniería Sanitaria- UTN – FRRO; 2005. [En línea:] http://www.frro.utn.edu.ar/repositorio/catedras/civil/ing_sanitaria/Ingenieria_Sanitaria_A4_Capitulo_02_Contaminacion.pdf
20. PARDO, Isabel; GARCÍA, Liliana; DELGADO, Cristian; COSTAS, Noemi & ABRAÍN, Rut; 2010. Protocolos de muestreo de comunidades biológicas acuáticas fluviales en el ámbito de las Confederaciones Hidrográficas del Miño-Sil y Cantábrico. Convenio entre la Universidad de Vigo y las Confederaciones Hidrográficas del Miño-Sil y Cantábrico. 68pp. NIPO 783-10-001-8
21. PRIETO, Jaime. El agua: sus formas, efectos, abastecimientos, usos, daños, Control y conservación. 2da edición. 2004. Bogotá. Eco Ediciones. Colombia. ISBN 958-64-8356-8
22. ROLDÁN, Gabriel. Fundamentos de limnología neotropical. Volumen 1. 1992. Editorial Universidad de Antioquia. Medellín – Colombia
23. ROLDÁN, Gabriel; RAMÍREZ, John. Fundamentos de limnología neotropical. Volumen 2. 2008. Editorial Universidad de Antioquia. Medellín – Colombia. [En línea:] https://books.google.com.ec/books?id=FA5Jr7pXF1UC&printsec=frontcover&hl=es&source=gbs_ge_summary_r&cad=0#v=onepage&q&f=false
24. Secretariado Alianza por el Agua/ Ecología y Desarrollo. MONOGRÁFICOS AGUA EN CENTROAMÉRICA [3] MANUAL DE DEPURACIÓN DE AGUAS RESIDUALES URBANAS. ARPIrelieve.

[En línea:]
[http://www2.congreso.gob.pe/sicr/cendocbib/con4_uibd.nsf/28632CE6BF
C3905505257DC6007FA19C/\\$FILE/1_pdfsam_MONOGRAFICO3.pdf](http://www2.congreso.gob.pe/sicr/cendocbib/con4_uibd.nsf/28632CE6BF
C3905505257DC6007FA19C/$FILE/1_pdfsam_MONOGRAFICO3.pdf)

25. SIERRA, Rodrigo. Propuesta Preliminar de un Sistema de Clasificación de Vegetación para el Ecuador Continental. Proyecto INEFAN/GEF-BIRF Y EcoCiencia. Indugraf del Ecuador. 1999. Quito – Ecuador. ISBN: 9978-40-943-2.

26. TOLEDO, A.T; TALARICO, M.; CHINEZ, S.J. & ARGUDO, E., 1983 A aplicação de modelos simplificados para a avaliação de processos de eutrofização em lagos e reservatórios tropicais. XIX Congresso Interamericano de Engenharia e ambiental. Camboriú.

Bibliografía Consultada

1. BERNAL, César. Metodología de la investigación. Para administración, economía, humanidades y ciencias sociales. 2da edición. 2006. Pearson editores, México. ISBN 970-26-0645-4
2. CABEZAS, Fidel. Introducción a la entomología. 2012. Editorial Trillas. ISBN 978-968-24-5202-4.
3. DICKSON, T. R. “QUÍMICA ENFOQUE ECOLÓGICO”, Limusa, México, 1997, México. ISBN 968-18-08886-X
4. EPLER, John. Identification Manualfor the Water Beetles of Florida (Coleoptera: Dryopidae, Dyticidae, Elmidae, Gyrinidae, Haliplidae, Hydraenidae, Hydrophilidae, Noteridae, Psephenidae, Ptilodactylidae, Scirtidae). September 1996.
5. HERNÁNDEZ SAMPIERI, Robert; FERNÁNDEZ COLLADO, Carlos; BAPTISTA LUCIO, María del Pilar. Metodología de la investigación. Quita edición. 2010. México. McGRAW-HILL / INTERAMERICANA EDITORES, S.A. DE C.V. México. ISBN: 978-607-15-0291-9
6. MORENO OSORIO, Camilo. Fundamentos de geomorfología. Segunda edición. 1992. México. Editorial Trillas, S. A. de C. V. ISBN: 968-24-4472-1.
7. NEEDHAM, James G y NEEDHAM, Paul R. *Guía para el estudio de LOS SERES VIVOS DE LAS AGUAS DULCES*. Traducción adaptada para España y América. España. Editorial Reverté, S. A. 1982.
8. VILLALBA, Carlos. Metodología de la Investigación Científica. 3ra edición. 2006. Quito. Sur Editores. Ecuador. ISBN 9978-43-056-3

Tesis revisadas

1. CHAPRA, S. Surface Water-Quality Modelling, The McGraw-Hill Companies, New York C: Inc, 1997 en ALEAN, Luz, “MODELACIÓN DE LA CAPACIDAD MÁXIMA DE ASIMILACIÓN DE VERTIMIENTOS DE CARGA ORGÁNICA EN LA CIÉNAGA DE MESOLANDIA EN EL DEPARTAMENTO DEL ATLÁNTICO” Presentada en la Universidad Nacional de Colombia. Bogotá, 2009. [En línea:] <http://www.bdigital.unal.edu.co/8792/1/292374.2009.pdf>
2. ELIZONDO, Armando, “LABORATORIO DE ENTOMOLOGÍA MÉDICA TAXONOMÍA Y DISTRIBUCIÓN DE LOS MOSQUITOS DÍPTERA: CULICIDAE DE LAS REGIONES FISIOGRAFICAS LLANURA COSTERA DEL GOLFO Y SIERRA MADRE ORIENTAL, DEL ESTADO DE NUEVO LEÓN, MÉXICO” Presentada en la Universidad Autónoma de Nuevo León. San Nicolas de los Garza. Enero, 2002 [En línea:] <http://cdigital.dgb.uanl.mx/te/1020146969/1020146969.PDF>
3. CARVACHO, Carolina, “ESTUDIO DE LAS COMUNIDADES DE MACROINVERTEBRADOS BENTÓNICOS Y DESARROLLO DE UN ÍNDICE MULTIMÉTRICO PARA EVALUAR EL ESTADO ECOLÓGICO DE LOS RÍOS EN LA CUENCA DEL LIMARI EN CHILE”. Presentada en la Universidad de Barcelona. Barcelona. Junio 2012. [En línea:] http://www.ub.edu/fem/docs/treballs/TESIS_MASTER_Caroline%20Carvacho.pdf
4. MORETA, Juan, “LA EUTROFIZACIÓN DE LOS LAGOS Y SUS CONSECUENCIAS. IBARRA 2008”. Presentada en la Universidad Técnica del Norte. Ibarra. Octubre, 2008. [En línea:]

<http://repositorio.utn.edu.ec/bitstream/123456789/720/2/06%20NUT%2099%20TESIS.pdf>

Legislación

1. CONSTITUCIÓN DE LA REPÚBLICA DEL ECUADOR
2. TEXTO UNIFICADO DE LEGISLACIÓN SECUNDARIA AMBIENTAL
3. LEY ORGÁNICA DE RECURSOS HÍDRICOS, USOS Y APROVECHAMIENTO DEL AGUA. REGISTRO OFICIAL N°305 MIÉRCOLES 6 DE AGOSTO 2014
4. NORMA INEN PARA MUESTREOS NTE INEN 2169 (1998) (Spanish):
Agua. Calidad del agua. Muestreo. Manejo y conservación de muestras
[En línea:] <https://law.resource.org/pub/ec/ibr/ec.nte.2169.1998.pdf>

Lincografía

1. AQEM CONSORTIUM (2002). Manual for the application of the AQEM system. A comprehensive method to assess European streams using benthic macroinvertebrates, developed for the purpose of the Water Framework Directive. Version 1.0, February 2002. [En línea:] <http://www.eu-star.at/pdf/AqemMacroinvertebrateSamplingProtocol.pdf>
2. BADI, M.H; GUILLEN, A; LUGO SERRATO, O.P; AGUILAR GARNICA, J.J. Correlación No-Paramétrica y su Aplicación en la Investigaciones Científica Non-Parametric Correlation and Its Application in Scientific Research. Agosto 2014. ISSN 1870-557X. [En línea:] [http://www.spentamexico.org/v9-n2/A5.9\(2\)31-40.pdf](http://www.spentamexico.org/v9-n2/A5.9(2)31-40.pdf)
3. BARBOUR, M.T., GERRITSEN, J., SNYDER B.D., and STRIBLING, J.B. 1999. Rapid Bioassessment Protocols for Use in Streams and Wadeable Rivers: Periphyton, Benthic Macroinvertebrates and Fish, Second Edition. EPA 841-B-99-002. U.S. Environmental Protection Agency; Office of Water; Washington, D.C [En línea:] <http://www.epa.gov/owow/monitoring/rbp/wp61pdf/rbp.pdf>
4. DE LA CRUZ LOZANO, Jaime. ENTOMOLOGÍA MORFOLOGÍA Y FISIOLOGÍA DE LOS INSECTOS. 20 Octubre 2006. Palmira. Colombia. ISBN 978-958-701-731-1 [En línea:] <http://www.bdigital.unal.edu.co/39805/1/6366273.2014.pdf>
5. GUZMÁN, Rosa, “CATÁLOGO DE ORGANISMOS FITOPLANCTONICOS IDENTIFICADOS EN EL RÍO GUAYAS”. Vol 12. Guayaquil 1993. [En línea:]
6. GAVIRIA, Elisabeth Anna. CLAVES PARA LAS ESPECIES COLOMBIANAS DE LAS FAMILIAS NAIDIDAE Y TUBIFICIDAE

(OLIGOCHAETA, ANNELIDA). Austria. 1993. [En línea:]
<http://www.bdigital.unal.edu.co/20956/1/17210-54475-1-PB.pdf>

7. HERING, D.; A. BUFFAGNI; O. MOOG; L. SANDIN; M. SOMMERHÄUSER; I. STUBAUER; C. FELD; R. JOHNSON; P. PINTO; N. SKOULIKIDIS; P. VERDONSCHO & S. ZAHRÁDKOVÁ. 2003. The development of a system to assess the ecological quality of streams based on macroinvertebrates – Design of the sampling programme within the AQEM Project. *International Review of Hydrobiology* 88 (3-4): 345-361 [En línea:]
http://www.researchgate.net/publication/40124655_The_Development_of_a_System_to_Assess_the_Ecological_Quality_of_Streams_Based_on_Macroinvertebrates__Design_of_the_Sampling_Programme_within_the_AQEM_Project
8. HOFFMANN, Heike; PLATZER, Christoph; WINKER, Martina y VON MUENC Elisabeth. Technology Review of Constructed Wetlands Subsurface flow constructed wetlands for greywater and domestic wastewater treatment. 2011. Eschborn. [En línea:]
https://www.google.com.ec/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=1&cad=rja&uact=8&ved=0CB0QFjAAahUKEwjEw5nM2oPJAhWIHh4KHcDNADU&url=http%3A%2F%2Focw.unesco-ihc.org%2Fpluginfile.php%2F643%2Fmod_folder%2Fcontent%2F0%2FTechnology_Review_Wetlands.pdf%3Fforcedownload%3D1&usg=AFQjCNFGL2WN_2YHoL3V-UcAbHn9SymZGQ&sig2=afdh03qCaSKqJHn_Rc5muA&bvm=bv.106923889,d.dmo
9. Hugh Dawson Guidance for the field assessment of macrophytes of rivers within the STAR Project 2002 [En línea:]
http://www.researchgate.net/profile/F_Dawson/publication/267775154_Guidance_for_the_field_assessment_of_macrophytes_of_rivers_within_the_STAR_Project/links/5493045d0cf22d7925d5db90.pdf

10. <http://deconceptos.com/ciencias-naturales/eutrofizacion> 27 Mayo 2015
11. <http://macrolatinos.wikidot.com/wiki:claves-taxonomicas> 12 Agosto 2012
12. <http://www.datuopinion.com/tubificidae>

13. LOZANO RIVAS, Antonio. 358039 – DISEÑO DE PLANTAS DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES. 2012. Bogotá. Colombia.
[En línea:]
http://datateca.unad.edu.co/contenidos/358039/Modulo_verson_julio_2013.pdf

14. MORENO, Claudia. Métodos para medir la biodiversidad. Vol. 1. Zaragoza 2001. ISBN (volumen): 84 – 922495 – 2 – 8. [En línea:]
<http://entomologia.rediris.es/sea/manytes/metodos.pdf>

15. NERUDO VÁ-HORSÁKOVÁ Jana; KOVAC Damir; ROZKOŠNÝ Rudolf. Identity, larva and distribution of the Oriental soldier fly, *Odontomyia ochropa* (Diptera: Stratiomyidae). ISSN 1210-5759x 2007.
[En línea:] <http://www.eje.cz/pdfs/eje/2007/01/17.pdf>

16. PRAT, Narcís; RIERADEVALL, María. GUIA PARA EL RECONOCIMIENTO DE LAS LARVAS DE CHIRONOMIDAE (DIPTERA) DE LOS RÍOS ALTOANDINOS DE ECUADOR Y PERÚ Clave para la determinación de los géneros. Universidad de Barcelona. España. Versión 7 Julio 2011. [En línea:]
http://www.ub.edu/riosandes/docs/CLAVE_LARVAS_PERU_ECUADORvfoto3_v7.pdf

17. Revista Mexicana de biodiversidad *versión On-line* ISSN 2007-8706 vol.82 no.2 México jun. 2011. [En línea:]
http://www.scielo.org.mx/scielo.php?pid=S1870-34532011000200012&script=sci_arttext

18. ROUGHLEY, Rob; SOLIS, Angel. Clave para la identificación de los géneros de Dytiscidae de Centro América Department of Entomology, Univeristy of Manitoba, Winnipeg, MB, Canada. Santa Rosa de Santo Domingo de Heredia, A. P. 22 3100. [En línea:] <http://www.inbio.ac.cr/papers/dytiscidae/dytiscidae.htm>
19. RUÍZ MORENO, Jeanet; OSPINA TORRES, Rudolf; RISS, Wolfgang. GUÍA PARA LA IDENTIFICACIÓN GENÉRICA DE LARVAS DE QUIRONÓMIDOS (DIPTERA: CHIRONOMIDAE) DE LA SABANA DE BOGOTÁ. n SUBFAMILIA CHIRONOMINAE. Bogotá Colombia. [En línea:] <http://www.bdigital.unal.edu.co/21238/1/17549-57591-1-PB.pdf>
20. VON ELLENRIEDER, Natalia. M. COSTA, Janira. SYSTEMATICS, MORPHOLOGY AND PHYSIOLOGY: *Aeshna brasiliensis* sp. nov. (Odonata: Aeshnidae) from South and Southeastern Brazil, with a Redescription of its Larva. Volumen 31. No 3. 2002 en línea disponible en: http://www.pfeil-verlag.de/04biol/pdf/spix34_1_07.pdf. *Print version ISSN 1519-566X* [En línea:] http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S1519-566X2002000300005&script=sci_arttext
21. WATSON, L., and DALLWITZ, M.J. 2003 onwards. British insects: water beetles. Version: 18th September 2012. [En línea:] <http://delta-intkey.com/britin/wat/www/hydrocha.htm>
22. DE LA CRUZ LOZANO, Jaime. ENTOMOLOGÍA MORFOLOGÍA Y FISIOLOGÍA DE LOS INSECTOS. 20 Octubre 2006. Palmira. Colombia. ISBN 978-958-701-731-1 [En línea:] <http://www.bdigital.unal.edu.co/39805/1/6366273.2014.pdf>

ANEXOS

ANEXO N° 1 PERMISO DE INVESTIGACIÓN DEL MINISTERIO DE AMBIENTE ECUATORIANO



AUTORIZACIÓN DE INVESTIGACIÓN CIENTÍFICA

N° 03-15 IC-FAU-FLO-DPAC/MA

FLORA X

FAUNA X

El Ministerio del Ambiente, en uso de las atribuciones que le confiere La Codificación a la Ley Forestal y de Conservación de Áreas Naturales y Vida Silvestre autoriza a Consuelo Maricela Mena Bautista, Cédula de Identidad N°. 0503634784, de nacionalidad Ecuatoriana, para que lleve a cabo la investigación **"ESTABLECIMIENTO DE MECANISMOS BIORREMEDIADORES MEDIANTE LA IDENTIFICACIÓN DEL AGENTE CAUSAL DE EUTROFIZACIÓN EN LOS ACUÍFEROS SUPERFICIALES, SECTOR LOS POGUIOS-ISINCHE DE VACAS, CANTÓN PUJILÍ, PROVINCIA DE COTOPAXI, PERÍODO 2014-2015"**.

De acuerdo a las siguientes especificaciones:

1. Solicitud de: Dr. M.Sc. Enrique Estupiñán Rodríguez.
2. Valoración técnica del proyecto: Bety Leiton.
3. Auspicio de Institución Científica Extranjera: Ninguna.
4. Auspicio de Institución Científica Nacional: Universidad Técnica de Cotopaxi.
5. Contraparte del Ministerio del Ambiente: Coordinador de Patrimonio Natural y Administrador de Área Protegida de la Dirección Provincial, parte posterior de esta Autorización.
6. Complementos Autorizados de la Investigación:
 - 6.1. Colección de Muestras Fauna: Macroinvertebrados acuáticos
 - 6.2. Colección de Muestras Flora: Macrófitas
 - 6.3. Colección de Fitoplancton
7. Duración: 25 de marzo del 2015 al 24 de marzo del 2016.
8. Obligaciones del investigador: SE COMPROMETE A DEPOSITAR DUPLICADOS DE LAS COLECCIONES DE ESTA INVESTIGACIÓN EN UNA UNIDAD DE MANEJO AUTORIZADA POR EL MINISTERIO DEL AMBIENTE: MUSEO DE HISTORIA NATURAL GUSTAVO ORCES, INSTITUTO DE CIENCIAS BIOLÓGICAS DE LA ESCUELA POLITÉCNICA NACIONAL Y HERBARIO NACIONAL DEL ECUADOR; ENTREGAR 2 (DOS) COPIAS DEL INFORME FINAL, 1 (UNA) COPIA EN LA DIRECCIÓN PROVINCIAL DEL AMBIENTE DE COTOPAXI DONDE REALIZÓ LA INVESTIGACIÓN, EN ESPAÑOL, IMPRESO Y DIGITAL EN FORMATO PDF; ENTREGAR LA LOCALIZACIÓN EXACTA DE FLORA Y FAUNA COLECTADAS U OBSERVADOS, UNA COPIA DE LAS FOTOGRAFÍAS QUE FORMEN PARTE DE LA INVESTIGACIÓN EN FORMATO DIGITAL A LA DIRECCIÓN PROVINCIAL DEL AMBIENTE DE COTOPAXI Y CUMPLIR CON TODOS LOS REQUERIMIENTOS ESTABLECIDOS POR NUMERALES EN LA PARTE POSTERIOR DE ESTA AUTORIZACIÓN. EL PLAZO DE ENTREGA DEL INFORME VENCE EL 24 DE MARZO DEL 2016.
9. Del cumplimiento de las obligaciones dispuestas en el párrafo anterior se responsabiliza a: Consuelo Maricela Mena Bautista y a Enrique Estupiñán Rodríguez.



Ing. María Verónica Cepeda Miranda
Directora Provincial del Ambiente de Cotopaxi

BL 25/03/15
CC: Coordinador de Patrimonio Natural
Administrador de Área Protegida

OBLIGACIONES Y CONDICIONES PARA LA VIGENCIA DE ESTA AUTORIZACIÓN:

10. ESTA AUTORIZACIÓN ES EMITIDA BAJO LOS TÉRMINOS APROBADOS EN LA PROPUESTA DE INVESTIGACIÓN, POR TANTO NO HABILITA EXPORTACIÓN O MOVILIZACIÓN DE FAUNA Y FLORA SIN EL CORRESPONDIENTE PERMISO.
11. SE AUTORIZA LA INVESTIGACIÓN EN EL CANTÓN PUJILÍ, PROVINCIA DE COTOPAXI.
12. SE AUTORIZA LA COLECCIÓN DE MUESTRAS DE FLORA Y FAUNA: MACROINVERTEBRADOS ACUÁTICOS, MACRÓFITAS Y FITOPLANCTON:

- i. Colectar muestras
- ii. Observación

13. SE AUTORIZA LA UTILIZACIÓN DE LOS SIGUIENTES MATERIALES Y/O EQUIPOS PARA LA REALIZACIÓN DE ESTA INVESTIGACIÓN

EQUIPO	MATERIALES
Cámara fotográfica	Rastrillo
GPS	Guantes de látex
Estereoscopio	Bandejas plásticas
Microscopio	Caja de transporte de muestras refrigerada
Multi-parámetros	Bolsas de plástico herméticas
Balanza	Baldes de 10 litros
Autoclave	Pinzas
	Fichas de campo
	Frascos de vidrio
	Red de mano (malla de 85 um)
	Tubos de ensayo de 50 ml.
	Tubos eppendorf de 1.5 y 200 ul
	Azul añil o cotton blue
	Alcohol al 75%
	Formol al 04%
	Tela de organza y mango de hierro
	Placas de prensado
	Papel filtro
	Bolsas de papel
	Pipetas de 1 ml.
	Pinzas de disección
	Cajas petri
	Sedwik Rafter
	Botellas de plástico
	Etiquetas plásticas

14. LAS MUESTRAS PRODUCTO DE ESTA INVESTIGACIÓN DEBERÁN SER CATALOGADAS POR INDIVIDUO. FAUNA: MACROINVERTEBRADOS DESDE EL NÚMERO 01-03-15 IC-FAU-FLO-DPAC/MA HASTA EL NÚMERO 56-03-15 IC-FAU-FLO-DPAC/MA. FLORA: MACRÓFITAS 01-03-15 IC-FAU-FLO-DPAC/MA HASTA EL NÚMERO 04-03-15 IC-FAU-FLO-DPAC/MA. FITOPLANCTON: 01-03-15 IC-FAU-FLO-DPAC/MA HASTA EL NÚMERO 20-03-15 IC-FAU-FLO-DPAC/MA BASADO EN LA SOLICITUD DE INVESTIGACIÓN.
15. EL CUPO ASIGNADO PARA COLECTAR MUESTRAS EN ESTA INVESTIGACIÓN ES DE; FAUNA: MACROINVERTEBRADOS 56, FLORA: MACRÓFITAS 4, FITOPLANCTON: 20 LOTES DE 50 ML., BASADO EN LO ESPECIFICADO EN LA PROPUESTA DE INVESTIGACIÓN SEGÚN DOCUMENTO DE FECHA: 02 DE MARZO DE 2015.
16. EN EL CASO DE ENCONTRARSE NUEVAS ESPECIES, DEBERÁ NOTIFICARSE A LA DIRECCIÓN PROVINCIAL DE COTOPAXI LA DESCRIPCIÓN DE LA ESPECIE ADJUNTANDO LA RESPECTIVA PUBLICACIÓN. DE ACUERDO A LO ESPECIFICADO EN EL NUMERAL 8 DE ESTA AUTORIZACIÓN.
17. NO SE AUTORIZA LA UTILIZACIÓN DE ARMAS DE FUEGO, EXPLOSIVOS O SUBSTANCIAS VENENOSAS COMO METODOLOGÍA DE ESTA INVESTIGACIÓN.
18. LOS RESULTADOS DE ESTA INVESTIGACIÓN DEBERÁN SER ENTREGADOS AL MINISTERIO DEL AMBIENTE CONFORME LO ESTABLECE LA LEGISLACIÓN AMBIENTAL VIGENTE.
19. NINGÚN ESPÉCIMEN PRODUCTO DE ESTA INVESTIGACIÓN PODRÁ SER UTILIZADO PARA USO COMERCIAL O COMO MATERIAL PARA MANEJO INSITU / EXSITU, SIN LA CORRESPONDIENTE AUTORIZACIÓN DEL MINISTERIO DEL AMBIENTE.
20. PARA EL INGRESO A ÁREAS DE PROPIEDAD PRIVADA LOS INVESTIGADORES DEBERÁN CONTAR CON LA AUTORIZACIÓN DEL RESPECTIVO PROPIETARIO.
21. PARA LA MOVILIZACIÓN DE TODOS LOS EJEMPLARES COLECTADOS EN ESTA AUTORIZACIÓN EL INVESTIGADOR, DEBERÁ CONTAR CON LA RESPECTIVA ORDEN DE MOVILIZACIÓN EMITIDA POR LA DIRECCIÓN PROVINCIAL DEL AMBIENTE DE COTOPAXI.
22. ESTA AUTORIZACIÓN DE INVESTIGACIÓN CIENTÍFICA PODRÁ SER RENOVADA ANUALMENTE PREVIO AL CUMPLIMIENTO DE LAS OBLIGACIONES CONTRAIDAS POR EL INVESTIGADOR, ENTREGA Y APROBACIÓN DE INFORMES PARCIALES O FINALES EN LAS FECHAS INDICADAS.
23. SE SOLICITARÁ PRÓRROGA QUINCE DÍAS ANTES DE LA FECHA DE VENCIMIENTO QUE INDICA ESTE DOCUMENTO.
24. EL REGISTRO DE LA LOCALIZACIÓN EXACTA DE LOS ESPÉCIMENES COLECTADOS U OBSERVADOS ASÍ COMO FOTOGRAFÍAS, INFORME PARCIAL O FINAL DEBERÁ SER ENTREGADO EN FORMATO DIGITAL PDF. PARA SU INGRESO AL SISTEMA DE INFORMACIÓN DEL MINISTERIO DEL AMBIENTE (INCLUYENDO INFORMACIÓN SOBRE LAS COORDENADAS GEOGRÁFICAS) Y PARA LA PÁGINA WEB DEL MINISTERIO DEL AMBIENTE.
25. TODO USO INDEBIDO DE ESTA AUTORIZACIÓN ASÍ COMO EL INCUMPLIMIENTO DE ASPECTOS LEGALES, ADMINISTRATIVOS O TÉCNICOS ESTABLECIDOS EN LA MISMA SERÁN SANCIONADOS DE ACUERDO A LA CODIFICACIÓN A LA LEY FORESTAL Y DE CONSERVACIÓN DE ÁREAS NATURALES Y VIDA SILVESTRE Y AL TEXTO UNIFICADO DE LA LEGISLACIÓN AMBIENTAL SECUNDARIA, Y DEMAS NORMATIVA PERTINENTE.
26. TODAS LAS SALIDAS DE CAMPO PARA REALIZAR LA OBSERVACIÓN Y RECOLECCIÓN DE ESPÉCIMENES SERÁN COORDINADAS CON EL ADMINISTRADOR DE LA RESERVA ECOLÓGICA LOS ILINIZAS, PARA QUE LOS ACOMPAÑE UN GUARDA-PARQUE.
27. TASA POR AUTORIZACIÓN: 20 VEINTE DÓLARES DEPOSITADOS CON REFERENCIA No. 624549791 DEL 16 DE MARZO DEL 2015 EN EL BANCO NACIONAL DE FOMENTO CUENTA 0010000785.

ANEXO N° 2 SOCIALIZACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN A LAS ASOCIACIONES INVOLUCRADAS

Latacunga, 12 de Abril del 2015

Sr.
Wilson Armas
PRESIDENTE DE LA JUNTA DE AGUAS DE LOS BARRIOS CHUGCHILÁN, GUAMBALÓ E INCHAPO.

Presente.-

Permitame extenderle un atento y cordial saludo de parte de la presente, y augurándole éxitos en su tan destacada función. El motivo de la presente es para dar a conocer a la Junta de Aguas lo siguiente:

- En el sector de los Poguios, ubicado en el barrio Guambaló, se está desarrollando un tema de Investigación para una Tesis, con el tema: "ESTABLECIMIENTO DE MECANISMOS BIORREMIADORES MEDIANTE LA IDENTIFICACIÓN DEL AGENTE CAUSAL DE EUTROFIZACIÓN EN LOS ACUÍFEROS SUPERFICIALES, SECTOR LOS POGUIOS – ISINCHE DE VACAS, CANTÓN PUJILÍ, PROVINCIA DE COTOPAXI, PERÍODO 2014 – 2015".
- El mismo tema se enfoca en la conservación del recurso agua del sector, cumpliendo con la legislación pertinente.
- Los muestreos y las intervenciones realizadas en el sitio de los acuíferos, no intervienen en nada de lo que respecta a calidad o cantidad del mismo recurso.
- A la vez, solicito de la manera más comedida la no intervención directa o indirecta en los acuíferos objetos de estudios durante un período de 6 meses aproximadamente.

Para fines legales pertinentes y conocimiento general, adjunto la documentación respectiva.

Por la atención prestada a la presente, le reitero mis más sinceros agradecimientos.

Atentamente

Consuelo Mena
.....
Consuelo Mena Bautista
C.I N° 050363478-4
TESISTA

Recibido 12-04-2015
[Firma]



Socios de la junta de Aguas "Chugchilán, Guambaló, Inchapo

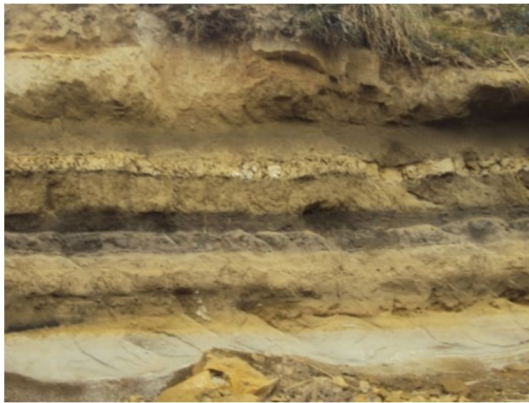
ANEXO N° 3 LEVANTAMIENTO DE LA LÍNEA BASE AMBIENTAL



Río Isinche: Cuenca baja



Río Isinche: Cuenca alta



Geología de los Poguios



Actividades antrópicas en los Poguios









Ecosistema aledaño a los Poguios



Pozo principal de los Poguios

ANEXO N° 4 FLORA ENCONTRADA EN EL SECTOR LOS POGUIOS



NOMBRE COMÚN	NOMBRE CIENTÍFICO	FOTOGRAFÍA
ECOSISTEMA HERBAZAL LACUSTRE DE TIERRAS ALTAS		
Berro	<i>Nasturtium officinale</i>	
Lenteja de agua	<i>Lemna aequinoctialis</i>	
	<i>Hidrocotyle ranunculoides</i>	
Totora	<i>Schoenoplectus</i>	
Helecho de agua	<i>Isoetes velatum</i>	
Cola de caballo	<i>Equisetum hyemale</i>	
Ñachag	<i>Bidens andicola</i>	
Zigze	<i>Cortaderia nítida</i>	
Kikuyo	<i>Pennisetum clandestinum</i>	

ANEXO N° 5 FAUNA ENCONTRADA EN EL SECTOR OS POGUIOS

FAUNA DEL ECOSISTEMA HERBAZAL LACUSTRE DE TIERRAS ALTAS

NOMBRE COMÚN	NOMBRE CIENTÍFICO	FOTOGRAFÍA
Preñadillas	<i>Astroblepus cyclopus</i>	
Caballitos del diablo	<i>Aeshnas</i>	
Escarabajos acuáticos	<i>Coleópteros</i>	
Masquitos	<i>Culex</i>	
Zancudos	<i>Tipulas</i>	
Caracoles	<i>Physa</i>	
Mosca polinizadora	<i>Eristalis</i>	
Almeja	<i>Curculidae</i>	

ANEXO N° 6 FICHA DE CAMPO PARA MUESTREO DE INDIVIDUOS DE MACROINVERTEBRADOS PARA ANÁLISIS CUALITATIVO Y CUANTITATIVO

	HOJA DE CAMPO 1:MACROINVERTEBRADOS	 Ingeniería Medio Ambiente
DESCRIPCIÓN GENERAL		
Sitio de recolección:	<input style="width: 100%;" type="text"/>	Coordenadas:
Código:	<input style="width: 100%;" type="text"/>	Latitud: <input style="width: 100%;" type="text"/>
Fecha:	<input style="width: 100%;" type="text"/>	Longitud: <input style="width: 100%;" type="text"/>
Hora:	<input style="width: 100%;" type="text"/>	
Responsables:	<input style="width: 100%;" type="text"/>	
Lluvia: (Ultimas 24 horas)		
Ausente	<input type="checkbox"/>	
Poca	<input type="checkbox"/>	
Mucha	<input type="checkbox"/>	
Tipo de sistema:		
Lotico	<input type="checkbox"/>	
Lentico	<input type="checkbox"/>	
CARACTERÍSTICAS DEL ACUÍFERO		
Largo:	<input style="width: 100%;" type="text"/>	
Ancho:	<input style="width: 100%;" type="text"/>	
Profundidad del agua:	<input style="width: 100%;" type="text"/>	
Distribución de la vegetación:	<input style="width: 100%;" type="text"/>	
Color del agua:	<input style="width: 100%;" type="text"/>	
Olor del agua:	<input style="width: 100%;" type="text"/>	
CARACTERÍSTICAS DE LA MUESTRA		
Número de muestreo:	<input style="width: 100%;" type="text"/>	
SUB-CÓDIGOS:		
Número de ejemplares:	<input style="width: 100%;" type="text"/>	

ANEXO N° 7 MUESTREO DE MACROINVERTEBRADOS PARA ANÁLISIS CUALITATIVOS Y CUANTITATIVOS



Materiales para la recolección



Tubos Eppendofs



Alcohol 75%



Recolección de ejemplares



Selección de ejemplares

COTOPAXI-PUJILÍ-ISINCHE DE VACAS- LOS POGUIOS- POZO
(OESTE o CENTRO)
CÓDIGO: OESTMAIV o CENTMAIV
FECHA:
CONSERVANTE: Alcohol 75%
MEDIO LÉNTICO
RED DE TRAMPEO
RESPONSABLE: Consuelo Mena



Etiqueta

ANEXO N° 8 MATERIALES PARA LA IDENTIFICACIÓN DE MACROINVERTEBRADOS EN LOS ACUÍFEROS SUPERFICIALES OESTPOG Y CENTPOG



Equipo: Estereomicroscopio con cámara infinity y caja petry
Pinza entomológica

ANEXO N° 9 IDENTIFICACIÓN DE MACROINVERTEBRADOS IDENTIFICADOS DE LOS ACUÍFEROS SUPERFICIALES OESTPOG Y CENTPOG

<p>Phylum: Anélida OLIGOCHAETA</p>	<p>Género: Haplotaxis</p> 
<p>Phylum: Insecta ARTHROPODA ODONATA</p>	<p>Género: Aeshna</p> 

Phylum: Insecta
ARTHROPODA
COLEOPTERA

DYTICIDAE

Género: Ilibius



Género: Hidroporus



HIROPHILIDAE

Género: Tropisternus



Phylum: Insecta
ARTHROPODA
DIPTERA

Género: Chironomus



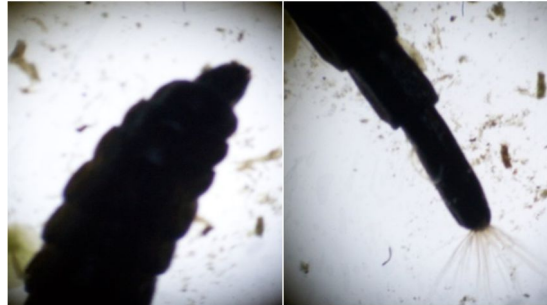
Género: Culex



Género: Eristalis

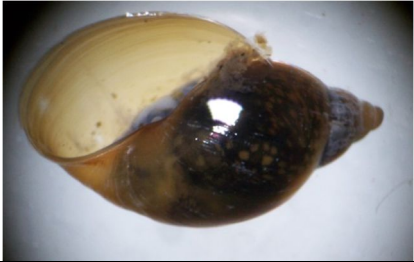
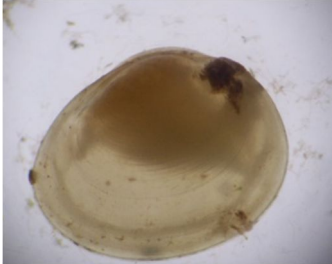


Género: Odontomyia









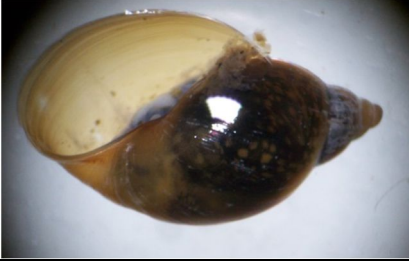
Género: Típula





Phylum: Insecta ARTHROPODA MOLLUSCA	GASTRÓPODA	Género: Physa 
	PELECYPODA	Género: Corvicula 

ANEXO N° 10 IDENTIFICACIÓN DE MACROINVERTEBRADOS EN LA CUENCA ALTA DEL Y CUENCA BAJA DEL RÍO ISINCHE (SECTOR LOS POGUIOS)

CUENCA ALTA DEL RÍO ISINCHE	
Hemíptera CORIXIDAE	Centrocorixa kollari 
Ephemeroptera BAETIDAE	Andisiops 
Diptera Chironomidae	Chironomus 
Diptera CHIRONOMIDAE	
Diptera SIMULIIDAE	Gigantorax 

<p>Diptera MUSCIDAE</p>	<p>Limnophora</p> 
<p>CUENCA BAJA DEL RÍO ISINCHE</p>	
<p>Phylum: Insecta ARTHROPODA MOLLUSCA GASTRÓPODA</p>	<p>Género: Physa</p> 

ANEXO N° 11 FICHA DE CAMPO PARA MUESTREO DE LOTES DE FITOPLANCTON PARA ANÁLISIS CUALITATIVOS Y CUANTITATIVOS

								
HOJA DE REGISTRO DE DATOS MUESTREO FITOPLANCTON								
LUGAR								
FECHA								
HORA								
ESTACIÓN								
CODIGO:								
DATOS METEOROLÓGICOS								
Dirección y velocidad del viento [escala Beaufort(1)]:								
Cantidad del nubes (2):								
Condiciones atmosféricas [Beaufort(3)]:								
Num Esc	Nombre	Velocidad		Caracteres Ecs Beaufort (1)	Num Esc	Cantidad de nubes (2)	ANOTACIONES BEAUFORT PARA CONDICIONES ATMOSFÉRICAS (3)	
		m/seg	Km/h				Símbolo	Características
0	Calma	0 a 0,5	0 a 1	El humo sube vertical	0	Ninguno		
1	Ventolina	0,6 a 1,7	2 a 6	El humo de inclina	1	1/8 de cielo cubierto	b	Cielo azul,
2	Viento suave	1,8 a 3,3	7 a 12	Se siente en el rostro. Ligerio movimiento de las hojas de los árboles	2	2/8 de cielo cubierto	d	Llovizna
3	Viento leve	3,4 a 5,2	13 a 18	Se mueve las ramitas, se levanta polvo y papeles	3	3/8 de cielo cubierto	e	Aire húmedo sin precipitación de
4	Viento moderado	5,3 a 7,4	19 a 26	Agita las hojas de los árboles y las banderas ligeramente	4	4/8 de cielo cubierto	f	Niebla
5	Viento regular	7,5 a 9,8	27 a 35	Movimiento de árboles, formación de ondas en el agua de los estanques	5	5/8 de cielo cubierto	g	Ventarrón
6	Fresco o viento fuerte	9,8 a 12,4	36 a 44	Movimiento de ramas grandes	6	6/8 de cielo cubierto	h	Granizo
7	Viento muy fuerte	12,5 a 15,2	45 a 54	Se mueven todos los árboles, no se puede andar contra el viento	7	7/8 de cielo cubierto	kz	Tormenta de polvo o arena
8	Temporal	15,3 a 18,2	55 a 65	Rompe ramas delgadas. Impide caminar	8	Cielo completamente cubierto	m	Neblina (1,100 a 1,200m.) amplitud de visibilidad
9	Temporal fuerte	18,3 a 21,5	66 a 77	Destrozos en edificios, caen tejas y chimeneas	9	Cielo obscurecido	p	Chubasco
10	Temporal muy fuerte	21,6 a 25,1	78 a 90	Árboles arrancados, desperfectos en edificios			vs	Celisco (lluvia y nieve juntos)
11	Borrasco o tempestad	25,2 a 29	91 a 104	Desperfectos graves muy generalizados			S	Nieve
12	Huracán	más de 29	más de 104	Catastrofe			tl	Tormenta eléctrica
Nota: La dirección del viento se obtiene observando la veleta o bien con el movimiento de una banderola y mediante la brújula.							w	Rocio
							x	Escarcha de aguja
							z	Bruma (1,100 a 2,200 m.)
							R	Lluvia intensa
							ro	Lluvia ligera
OBSERVACIONES:								
.....								
.....								
.....								

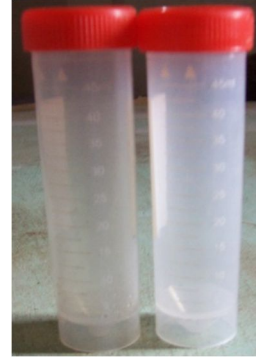
ANEXO N° 12 MUESTREO DE LOTES DE FITOPLANCTON PARA ANÁLISIS CUALITATIVOS Y CUANTITATIVOS



Materiales de recolección



Formol 10%



Tubos Falcon



Geo- referenciación



Almacenamiento de 50 litros



Trasvasado del filtrado



Adición de formol

COTOPAXI-PUJILÍ-ISINCHE D VACAS-LOS POGUIOS
CENTFTPL O OESTFTPL
8 DE MARZO 2015 8:25
FILTRADO 50 LITROS
FORMOL 10%
CONSUELO MENA

Etiqueta

ANEXO N° 13 MATERIALES PARA LA IDENTIFICAN DE LOTES DE FITOPLANCTON PARA ANÁLISIS CUALITATIVOS Y CUANTITATIVOS



Microscopio invertido y cámara Nikon



Sedgwick raffetr y tubos eppendorf Pipeta Paster



ANEXO N° 14 IDENTIFICACIÓN DE FITOPLANCTON DE LOS ACUÍFEROS SUPERFICIALES OESTPOG Y CENTPOG

CYANOPHYTA

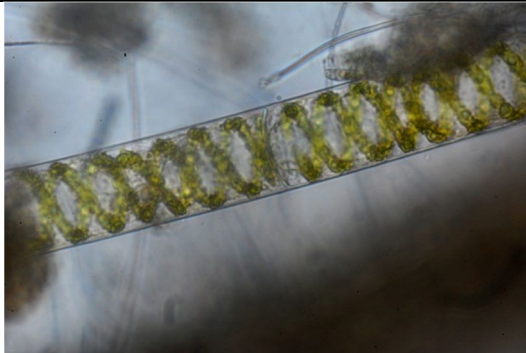


Oscillatoria

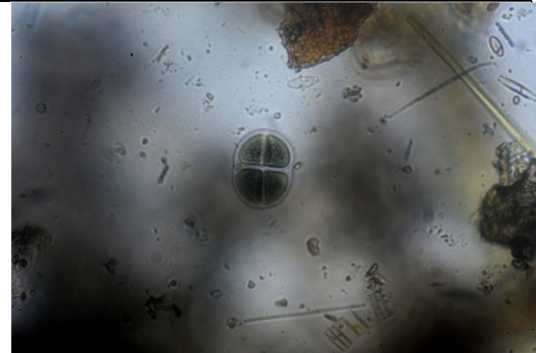


Spirulina

CHLOROPHYTA

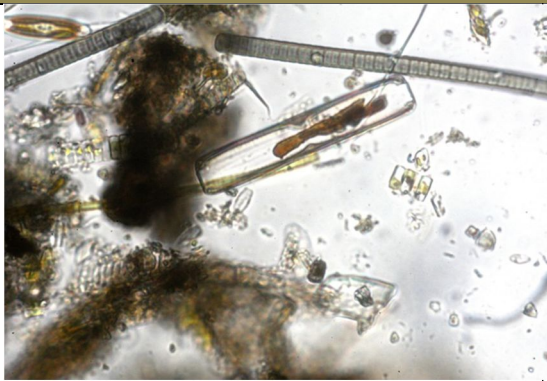


Spirogyra



Clorococcus

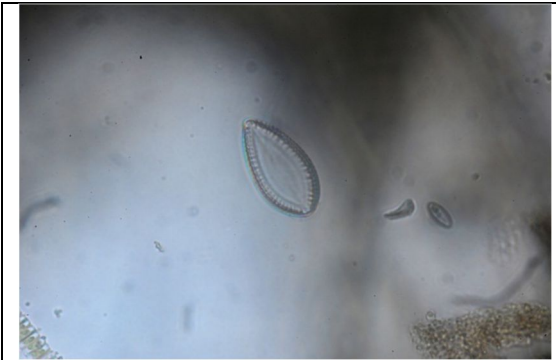
HETEROKONTOPHITA



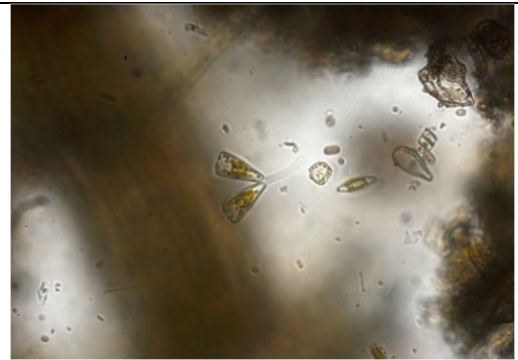
Pinnularia



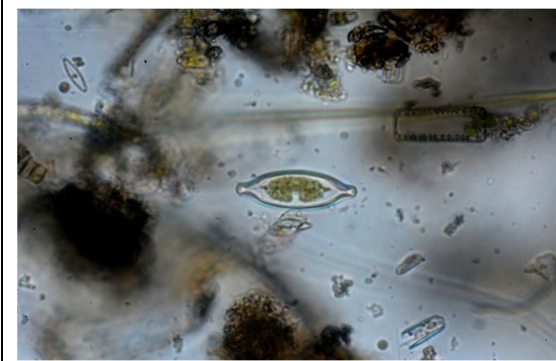
Melosira



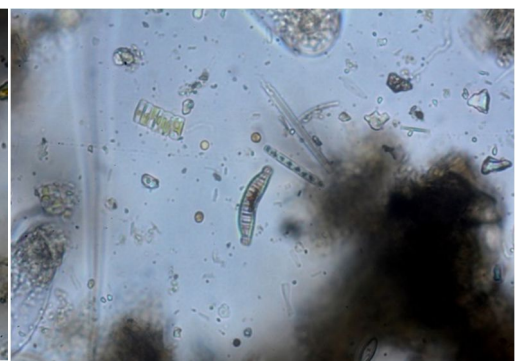
Surirella



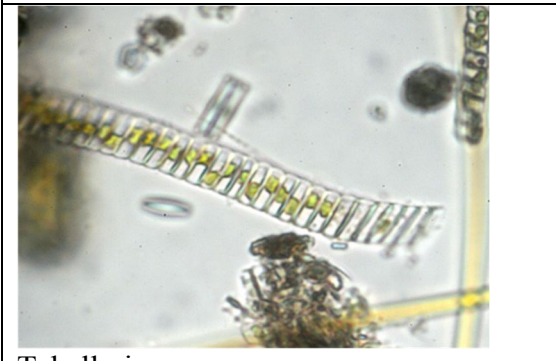
Gomphonema



Anomoeneis



Cymbella



Tabellaria



Fragilaria

EUGLENOPHITA



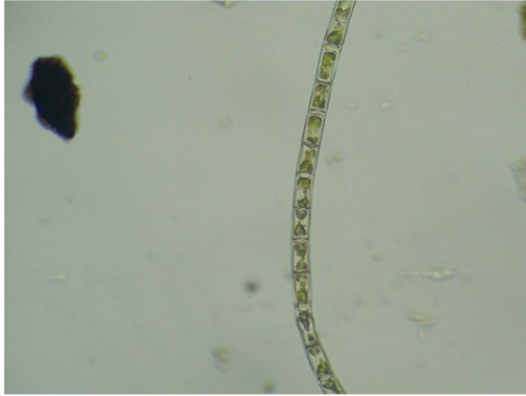
Euglena



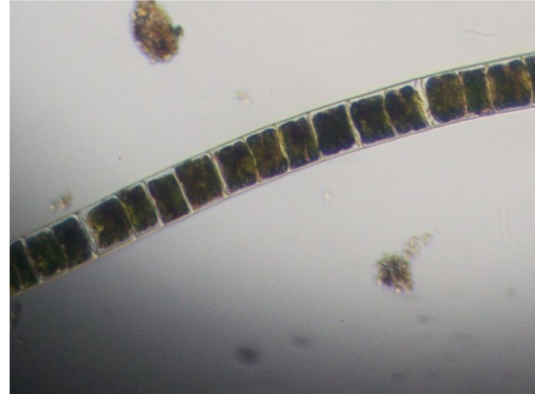
Euglena

ANEXO N° 15 IDENTIFICACIÓN DE FITOPLANCTON EN LA CUENCA ALTA DEL Y CUENCA BAJA DEL RÍO ISINCHE (SECTOR LOS POGUIOS)

CUENCA BAJA



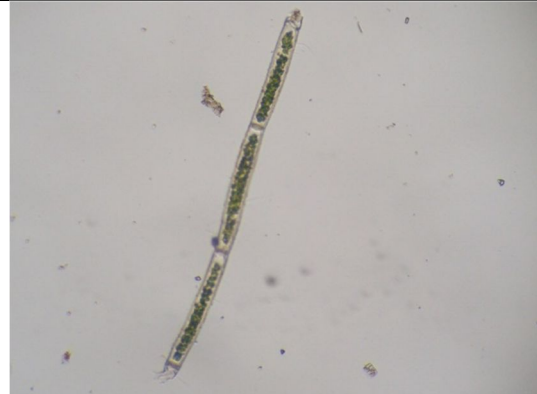
Spirogyra



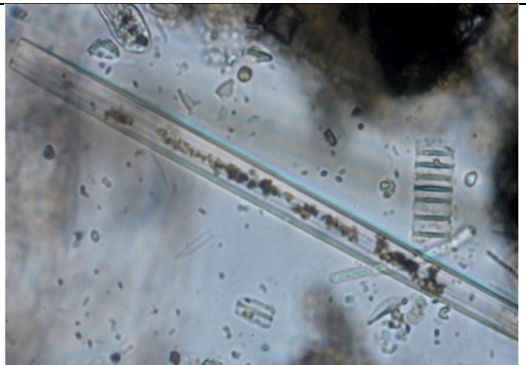
Microspora



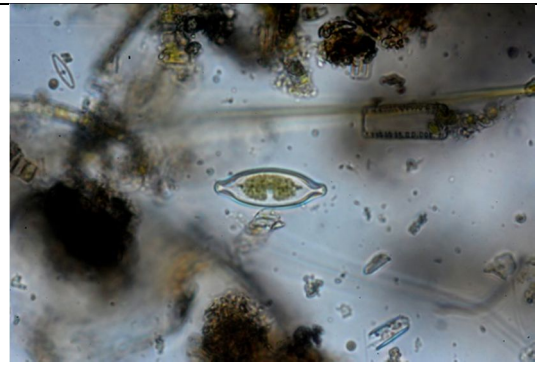
Stigeoclonium



Melosira



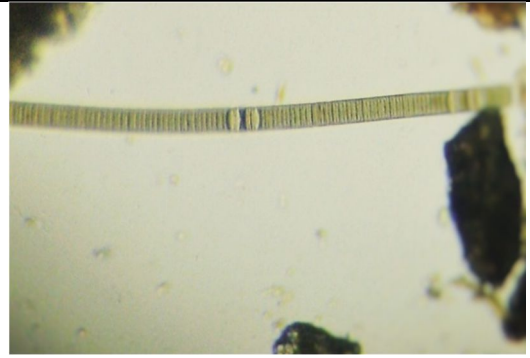
Fragilaria



Anamoeoneis



Tabellaria



Oscillatoria



Spirulina



Gomphonema



Pinnularia

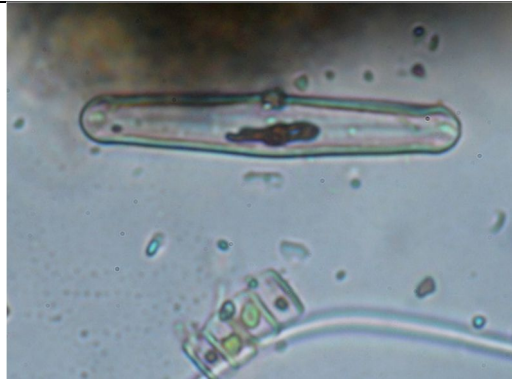


Spirogira

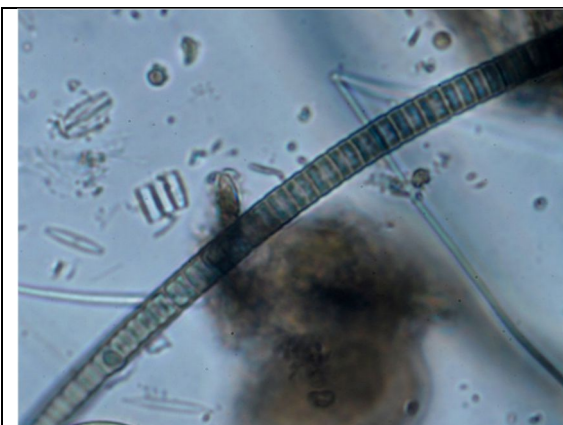
CUENCA ALTA



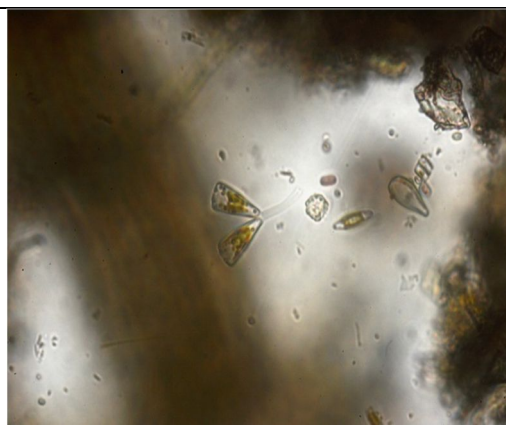
Tabellaria



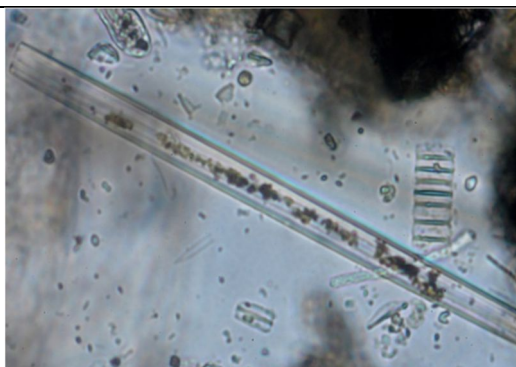
Pinnularia



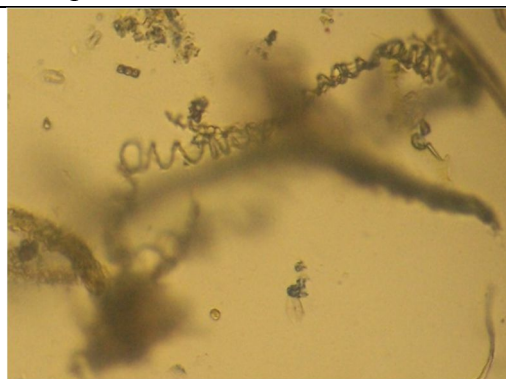
Osillaroria



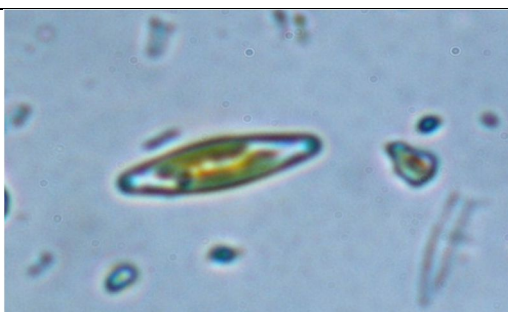
Gomphonema



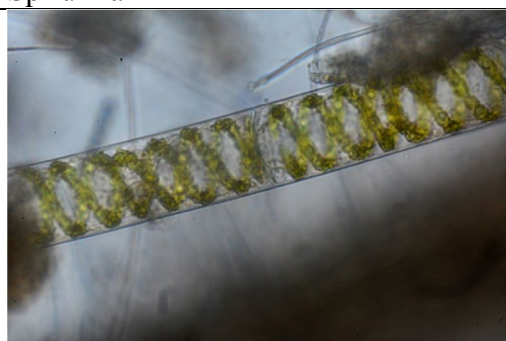
Fragilaria



Spirulina



Anamoeoneis



Spirogira



Melosira

CÓDIGO 5OESTPOGFTPL

TAXÓN	SUBM1	SUBM2	SUBM3	SUBM4	SUBM5	SUBM6	SUBM7	SUBM8	SUBM9	SUBM10	Sumatoria	Promedio
Spirogira	1	1	0	0	1	0	0	0	0	0	3	0,3
Melosira	3	2	3	3	0	4	6	6	0	3	30	3
Pinnularia	102	37	42	47	36	47	39	47	29	26	452	45,2
Gomphonema	255	119	170	221	255	391	357	476	153	102	2499	249,9
Surirella	5	5	11	7	2	5	2	4	2	1	44	4,4
Anamoeoneis	7650	4250	1360	2176	5338	5100	4471	3910	6800	5372	46427	4642,7
Tabellaria	1683	1768	1462	1377	1683	1632	2907	2839	2108	2720	20179	2017,9
Oscillatoria	323	136	102	102	34	187	136	204	255	238	1717	171,7
Fragilaria	25	27	33	35	22	22	16	43	29	18	270	27
Cymbella	88	81	83	77	65	98	55	119	119	153	938	93,8
Spirulina	1	0	1	1	0	0	2	0	1	0	6	0,6
TOTAL											72565	7256,5

CÓDIGO 5CENTPOGFTPL

TAXÓN	SUBM1	SUBM2	SUBM3	SUBM4	SUBM5	SUBM6	SUBM7	SUBM8	SUBM9	SUBM10	Sumatoria	Promedio
Spirogira	3	1	13	11	5	13	6	4	9	5	70	7
Microspora	0	0	0	2	0	0	0	0	2	1	5	0,5
Melosira	5	1	1	1	1	0	0	0	0	0	9	0,9
Pinnularia	190	68	102	238	136	221	153	272	170	102	1652	165,2
Gomphonema	42	136	68	85	34	68	85	85	102	34	739	73,9
Surirella	30	25	41	54	31	38	34	35	35	25	348	34,8
Anamoeoneis	1955	2193	2006	2125	2635	2788	2652	2754	2550	2091	23749	2374,9
Tabellaria	2244	1190	2431	3213	2516	2601	1972	2482	2074	1513	22236	2223,6
Oscillatoria	442	272	306	476	408	408	476	408	289	272	3757	375,7
Fragilaria	26	25	22	23	21	27	46	32	25	25	272	27,2
Spirulina	7	1	2	2	5	2	5	6	1	2	33	3,3
TOTAL											52870	5287

ANEXO N° 17 CACULO DEL ÍNDICE DIATÓMICO GENÉRICO

1OESTFITPL							1CENTFITPL						
TAXÓN	N° DE INDIVIDUOS	ABUNDANCIA	SENSIBILIDAD	VARIABILIDAD	V*A	S*V*A	TAXÓN	N° DE INDIVIDUOS	ABUNDANCIA	SENSIBILIDAD	VARIABILIDAD	V*A	S*V*A
Melosira	107	5,28	3	1	5,28	15,84	Melosira	23	0,66	3	1	0,66	1,97
Pinnularia	221	10,91	4	3	32,72	130,90	Pinnularia	575	16,45	4	3	49,34	197,37
Gomphonema	429	21,17	3	2	42,3	127,05	Gomphonema	237	6,78	3	2	13,56	40,68
Surirella	17	0,84	3	3	2,5	7,55	Surirella	56	1,60	3	3	4,81	14,416
Anamoeoneis	284	14,02	5	2	28,0	140,18	Anamoeoneis	1301	37,21	5	2	74,43	372,14
Tabellaria	870	42,94	5	1	42,9	214,71	Tabellaria	1234	35,30	5	1	35,30	176,49
Fragilaria	98	4,84	4	1	148,57	620,38	Fragilaria	66	1,89	4	1	177,43	801,09
TOTAL	2026				302,42	1256,61	Nitzchia	4	0,11	1	1	0,11	0,11
							TOTAL	3496	100,00			355,64	1604,26
					IDG	4,16						IDG	4,511



2OESTFITPL							2CENTFITPL						
TAXÓN	N° DE INDIVIDUOS	ABUNDANCIA	SENSIBILIDAD	VARIABILIDAD	V*A	S*V*A	TAXÓN	N° DE INDIVIDUOS	ABUNDANCIA	SENSIBILIDAD	VARIABILIDAD	V*A	S*V*A
Melosira	88	0,12	3	1	0,12	0,34813	Melosira	138	0,41	3	1	0,41	1,23
Pinnularia	216	2,90	4	3	8,70	34,81	Pinnularia	1252	3,71	4	3	11,12	44,49
Gomphonema	1464	1,20	3	2	2,4	7,17	Gomphonema	240	0,71	3	2	1,42	4,26
Surirella	18	0,28	3	3	0,8	2,54289	Surirella	121	0,36	3	3	1,07	3,22
Anamoeoneis	8568	6,56	5	2	13,1	65,6408	Anamoeoneis	21573	63,88	5	2	127,77	638,84
Tabellaria	9333	6,23	5	1	6,2	31,1302	Tabellaria	10240	30,32	5	1	30,32	151,62
Fragilaria	91	0,33	4	1	31,30	141,302	Fragilaria	204	0,60	4	1	0,60	2,42
Cymbella	42	0,02	5	1	53,89	247,79	Cymbella	1	0,003	5	1	0,003	0,01
TOTAL	19820				116,60	530,742		33769				172,73	846,10
					IDG	4,55184						IDG	4,89847

3OESTFITPL							3CENTFITPL						
TAXÓN	N° DE INDIVIDUOS	ABUNDANCIA	SENSIBILIDAD	VARIABILIDAD	V*A	S*V*A	TAXÓN	N° DE INDIVIDUOS	ABUNDANCIA	SENSIBILIDAD	VARIABILIDAD	V*A	S*V*A
Melosira	114	2,487	3	1	2,49	7,46073	Melosira	191	0,485	3	1	0,485	1,45
Pinnularia	8	0,175	4	3	0,52	2,09	Pinnularia	1282	3,254	4	3	9,76	39,05
Gomphonema	30	0,654	3	2	1,3	3,93	Gomphonema	310	0,787	3	2	1,57	4,72
Surirella	1	0,022	3	3	0,1	0,19634	Surirella	111	0,282	3	3	0,85	2,54
Anamoeoneis	3400	74,171	5	2	148,3	741,71	Anamoeoneis	26690	67,746	5	2	135,49	677,46
Tabellaria	1020	22,251	5	1	22,3	111,257	Tabellaria	10642	27,012	5	1	27,01	135,06
Fragilaria	6	0,131	4	1	172,49	859,184	Fragilaria	171	0,434	4	1	0,434	1,74
Cymbella	5	0,109	5	1	344,46	1716,27							
TOTAL	4584				691,93	3442,1		39397				175,60	862,02
					IDG	4,975						IDG	4,90886

4OESTFITPL							4CENTFITPL						
TAXÓN	Nº DE INDIVIDUOS	ABUNDANCIA	SENSIBILIDAD	VARIABILIDAD	V*A	S*V*A	TAXÓN	Nº DE INDIVIDUOS	ABUNDANCIA	SENSIBILIDAD	VARIABILIDAD	V*A	S*V*A
Melosira	24	0,072	3	1	0,072	0,2168	Melosira	15	0,000	3	1	0,0002	0,001
Pinnularia	269	0,810	4	3	2,43	9,72	Pinnularia	2074	0,027	4	3	0,08	0,33
Gomphonema	1602	4,824	3	2	9,6	28,94	Gomphonema	850	0,011	3	2	0,02	0,07
Surirella	37	0,111	3	3	0,334	1,00271	Surirella	345	0,005	3	3	0,01	0,04
Anamoeoneis	16099	48,476	5	2	97,0	484,764	Anamoeoneis	47770	0,625	5	2	1,25	6,25
Tabellaria	14773	44,484	5	1	44,5	222,418	Tabellaria	25313	0,331	5	1	0,33	1,66
Fragilaria	257	0,774	4	1	153,85	746,847	Fragilaria	100	0,001	4	1	0,001	0,01
Cymbella	149	0,449	5	1	305,27	1483,97			0,000				
TOTAL	33210				613,04	2977,89		76467				1,699	8,34
					IDG	4,858						IDG	4,90901

5OESTFITPL							5CENTFITPL						
TAXÓN	Nº DE INDIVIDUOS	ABUNDANCIA	SENSIBILIDAD	VARIABILIDAD	V*A	S*V*A	TAXÓN	Nº DE INDIVIDUOS	ABUNDANCIA	SENSIBILIDAD	VARIABILIDAD	V*A	S*V*A
Melosira	30	0,042	3	1	0,042	0,12705	Melosira	9	0,0002	3	1	0,0002	0,001
Pinnularia	452	0,638	4	3	1,91	7,66	Pinnularia	1652	0,034	4	3	0,10	0,40
Gomphonema	2499	3,528	3	2	7,1	21,17	Gomphonema	739	0,015	3	2	0,03	0,09
Surirella	44	0,062	3	3	0,186	0,55901	Surirella	348	0,007	3	3	0,02	0,06
Anamoeoneis	46427	65,539	5	2	131,1	655,388	Anamoeoneis	23749	0,485	5	2	0,97	4,85
Tabellaria	20179	28,486	5	1	28,5	142,429	Tabellaria	22236	0,454	5	1	0,45	2,27
Fragilaria	270	0,381	4	1	168,72	827,198	Fragilaria	272	0,006	4	1	0,006	0,02
Cymbella	938	1,324	5	1	335,52	1646,74							
TOTAL	70839				673,00	3301,26		49005				1,581	7,70
					IDG	4,905						IDG	4,86721

ANEXO N° 18 FICHA DE CAMPO PARA MUESTREOS IN SITU Y PARA LABORATORIO DE PARÁMETROS FÍSICOS Y QUÍMICOS

	HOJA DE CAMPO PARAMETROS FÍSICOS Y QUÍMICOS		Ingeniería Medio Ambiente
RESPONSABLE:	<input style="width: 100%;" type="text"/>		
LUGAR:	<input style="width: 80%;" type="text"/>	FEHA:	<input style="width: 20%;" type="text"/>
COORDENADAS:	<input style="width: 100%;" type="text"/>		
ESTACIÓN:	<input style="width: 80%;" type="text"/>	HORA:	<input style="width: 20%;" type="text"/>
NÚMERO DE MUESTREO:	<input style="width: 100%;" type="text"/>		
EQUIPOS UTILIZADOS:	<input style="width: 100%;" type="text"/>		
TIPO DE MUESTREO:	<input style="width: 100%;" type="text"/>		
Profundidad Secchi (cm)	<input style="width: 80%;" type="text"/>	Temperatura (°C)	<input style="width: 20%;" type="text"/>
Oxígeno Disuelto (%)	<input style="width: 80%;" type="text"/>	pH:	<input style="width: 20%;" type="text"/>
OBSERVACIONES			
.....			
.....			

ANEXO N° 19 MUESTREOS IN SITU Y PARA LABORATORIO DE PARÁMETROS FÍSICOS Y QUÍMICOS



Multiparámetros de muestreo in situ



Materiales para muestreo ex situ:
envases 2litros, sustituto de hielo,
hielera y etiquetas



Medición de la transparencia (Disco Secchi)



Calibración de equipos



Medición de parámetros



Muestras para análisis de Fósforo Total y Nitrógeno Total.

COTOPAXI-PUJILÍ-ISINCHE DE VACAS-LOS POGUIOS
CÓDIGO: #CENTFQ o OESTFQ
FECHA: HORA:
MEDIO LÉNTICO
RESPONSABLE: Consuelo Mena

Etiqueta

ANEXO N° 20 RESULTADOS DE LOS ANÁLISIS DE FÓSFORO TOTAL Y NITRÓGENO TOTAL DEL ACUÍFERO SUPERFICIAL OESTPOG

PRIMER ANÁLISIS



ESCUELA POLITECNICA NACIONAL CENTRO DE INVESTIGACIONES Y CONTROL AMBIENTAL

Campus Politécnico José Rubén Orellana Ricaurte • Calle Ladrón de Guevara E 11-253
Tel.: (00593-2) 3938780 Ext.: 2151 • Telefax: (00593-2)2 221306 • Apartado 17-01-2759 • E-mail: cicamepn@gmail.com
Quito – Ecuador



INFORME DE RESULTADOS

Quito, 20 de marzo de 2015

EMPRESA

Solicitado por: CONSUELO MENA

Atención:

Dirección: Chugchilán, calle principal

Identificación de la muestra (cliente): 1 DESTPOG FQ

Fecha de recolección: 15 de marzo de 2015

Responsable de toma de muestra: cliente

No. IR15318

Ref. ST15054

Teléfono:

Fax:

Origen: vertiente Los Poguinos, Pujili

Tipo de muestra: agua natural

Tipo de envase: plástico

Llegó refrigerada: si

Se utilizó preservante: no

LABORATORIO

Número de ingreso al laboratorio: M-318

Fecha de ingreso al Laboratorio: 16 de marzo de 2015

PARÁMETRO	UNIDAD	RESULTADO	FECHA DEL ANÁLISIS	PROCEDIMIENTO
Fósforo total (P)	mg/L	1,07	19/03/2015	APHA 4500 - P C, Colorimétrico
Nitrógeno total (N)	mg/L	3,368	17/03/2015	Procedimiento interno

NOTA: ESTE INFORME SOLO AFECTA A LA MUESTRA SOMETIDA A ENSAYO

Realizado por: Srta. María José Lovato
ANALISTA RESPONSABLE



Revisado por: Ing. Carola Fierro
DIRECTORA DE CALIDAD

SEGUNDO ANÁLISIS



ESCUELA POLITECNICA NACIONAL CENTRO DE INVESTIGACIONES Y CONTROL AMBIENTAL



Campus Politécnico José Rubén Orellana Ricaurte • Calle Ladrón de Guevara E 11-253
Tel.: (00593-2) 3938780 Ext.: 2151 • Telefax: (00593-2) 221306 • Apartado 17-01-2759 • E-mail: cicamepn@gmail.com
Quito – Ecuador

INFORME DE RESULTADOS

Quito, 14 de abril de 2015

EMPRESA

Solicitado por: CONSUELO MENA

Atención:

Dirección: Chugchilán, calle principal

Identificación de la muestra (cliente): 3 OESTPOG FQ

Fecha de recolección: 5 de abril de 2015

Responsable de toma de muestra: cliente

No. IR15373

Ref. ST15054

Teléfono:

Fax:

Origen: vertiente Los Poguios, Pujilí

Tipo de muestra: agua natural

Tipo de envase: plástico

Llegó refrigerada: si

Se utilizó preservante: no

LABORATORIO

Número de ingreso al laboratorio: M-373

Fecha de ingreso al Laboratorio: 6 de abril de 2015

PARÁMETRO	UNIDAD	RESULTADO	FECHA DEL ANÁLISIS	PROCEDIMIENTO
Fósforo total (P)	mg/L	0,38	09/04/2015	APHA 4500 - P C, Colorimétrico
Nitrógeno total (N)	mg/L	3,07	09/04/2015	Procedimiento interno

NOTA: ESTE INFORME SOLO AFECTA A LA MUESTRA SOMETIDA A ENSAYO

Realizado por: Ing. Martha Ortiz
ANALISTA RESPONSABLE



Revisado por: Ing. Carola Fierro
DIRECTORA DE CALIDAD

TERCER ANÁLISIS



ESCUELA POLITÉCNICA NACIONAL CENTRO DE INVESTIGACIONES Y CONTROL AMBIENTAL



Campus Politécnico José Rubén Orellana Ricaurte • Calle Ladrón de Guevara E 11-253
Tel.: (00593-2) 3938780 Ext.: 2151 • Telefax: (00593-2) 221306 • Apartado 17-01-2759 • E-mail: cicamepn@gmail.com
Quito – Ecuador

INFORME DE RESULTADOS

Quito, 12 de mayo de 2015

No. IR15500

EMPRESA

Ref. ST15094

Solicitado por: CONSUELO MENA

Atención:

Teléfono:

Dirección: Chugchilán, calle principal

Fax:

Identificación de la muestra (cliente): 3 DESTPOG FQ

Origen: vertiente Los Poguios, Pujilí

Fecha de recolección: 3 de mayo de 2015

Tipo de muestra: agua natural

Responsable de toma de muestra: cliente

Tipo de envase: plástico

Llegó refrigerada: si

Se utilizó preservante: no

LABORATORIO

Número de ingreso al laboratorio: M-500

Fecha de ingreso al Laboratorio: 14 de mayo de 2015

PARÁMETRO	UNIDAD	RESULTADO	FECHA DEL ANÁLISIS	PROCEDIMIENTO
Fósforo total (P)	mg/L	0,53	08/05/2015	APHA 4500 - P C, Colorimétrico
Nitrógeno total (N)	mg/L	5,79	07/05/2015	Procedimiento interno

NOTA: ESTE INFORME SOLO AFECTA A LA MUESTRA SOMETIDA A ENSAYO

Realizado por: Quim. Pablo Saavedra
ANALISTA RESPONSABLE



Revisado por: Ing. Carola Fierro
DIRECTORA DE CALIDAD

CUARTO ANÁLISIS



ESCUELA POLITECNICA NACIONAL CENTRO DE INVESTIGACIONES Y CONTROL AMBIENTAL

Campus Politécnico José Rubén Orellana Ricaurte • Calle Ladrón de Guevara E 11-253
Tel.: (00593-2) 3938780 Ext.: 2151 • Telefax: (00593-2) 221306 • Apartado 17-01-2759 • E-mail: cicamepn@gmail.com
Quito - Ecuador



INFORME DE RESULTADOS

Quito, 23 de junio de 2015

No. IR15741

EMPRESA

Ref. ST15147

Solicitado por: CONSUELO MENA

Atención:

Teléfono:

Dirección: Chugchilán, calle principal

Fax:

Identificación de la muestra (cliente): SOESTPOG FQ

Origen: vertiente Los Poguios, Pujilí

Fecha de recolección: 14 de junio de 2015

Tipo de muestra: agua natural

Responsable de toma de muestra: cliente

Tipo de envase: plástico

Llegó refrigerada: si

Se utilizó preservante: no

LABORATORIO

Número de ingreso al laboratorio: M-741

Fecha de ingreso al Laboratorio: 15 de junio de 2015

PARÁMETRO	UNIDAD	RESULTADO	FECHA DEL ANÁLISIS	PROCEDIMIENTO
Fósforo total (P)	mg/L	1,10	18/06/2015	APHA 4500 - P C, Colorimétrico
Nitrógeno total (N)	mg/L	1,9	18/06/2015	Procedimiento interno

NOTA: ESTE INFORME SOLO AFECTA A LA MUESTRA SOMETIDA A ENSAYO

Realizado por: Quim. Pablo Saavedra
ANALISTA RESPONSABLE

Revisado por: Ing. Carola Fierro
DIRECTORA DE CALIDAD

QUINTO ANÁLISIS



ESCUELA POLITECNICA NACIONAL CENTRO DE INVESTIGACIONES Y CONTROL AMBIENTAL



Campus Politécnico José Rubén Orellana Ricaurte • Calle Ladrón de Guevara E 11-253
Tel.: (00593-2) 3938780 Ext.: 2151 • Telefax: (00593-2) 221306 • Apartado 17-01-2759 • E-mail: cicamepn@gmail.com
Quito – Ecuador

INFORME DE RESULTADOS

Quito, 21 de julio de 2015

No. IR15884

EMPRESA

Ref. ST15177

Solicitado por: CONSUELO MENA

Atención:

Teléfono:

Dirección: Chugchilán, calle principal

Fax:

Identificación de la muestra (cliente): 7 OESTPOGFG

Origen: vertiente Los Poguios, Pujili

Fecha de recolección: 12 de julio de 2015

Tipo de muestra: agua natural

Responsable de toma de muestra: cliente

Tipo de envase: plástico

Llegó refrigerada: si

Se utilizó preservante: no

LABORATORIO

Número de ingreso al laboratorio: M-884

Fecha de ingreso al Laboratorio: 13 de julio de 2015

PARÁMETRO	UNIDAD	RESULTADO	FECHA DEL ANÁLISIS	PROCEDIMIENTO
Fósforo total (P)	mg/L	0,51	16/07/2015	APHA 4500 - P C, Colorimétrico
Nitrógeno total (N)	mg/L	3,1	16/07/2015	Procedimiento interno

NOTA: ESTE INFORME SOLO AFECTA A LA MUESTRA SOMETIDA A ENSAYO

Realizado por: Quim. Pablo Saavedra
ANALISTA RESPONSABLE



Revisado por: Ing. Carola Fierro
DIRECTORA DE CALIDAD

ANEXO N° 21 RESULTADOS DE LOS ANÁLISIS DE NITRÓGENO TOTAL Y FÓSFORO TOTAL DEL ACUÍFERO SUPERFICIAL CENTPOG

PRIMER ANÁLISIS



ESCUELA POLITECNICA NACIONAL CENTRO DE INVESTIGACIONES Y CONTROL AMBIENTAL

Campus Politécnico José Rubén Orellana Ricaurte • Calle Ladrón de Guevara E 11-253
Tel.: (00593-2) 3938780 Ext.: 2151 • Telefax: (00593-2) 221306 • Apartado 17-01-2759 • E-mail: cicamepn@gmail.com
Quito – Ecuador



INFORME DE RESULTADOS

Quito, 20 de marzo de 2015

EMPRESA

Solicitado por: CONSUELO MENA

Atención:

Dirección: Chugchilán, calle principal

Identificación de la muestra (cliente): 2 CENTPOG FQ

Fecha de recolección: 15 de marzo de 2015

Responsable de toma de muestra: cliente

No. IR15319

Ref. ST15054

Teléfono:

Fax:

Origen: vertiente Los Poguíos, Pujilí

Tipo de muestra: agua natural

Tipo de envase: plástico

Llegó refrigerada: si

Se utilizó preservante: no

LABORATORIO

Número de ingreso al laboratorio: M-319

Fecha de ingreso al Laboratorio: 16 de marzo de 2015

PARÁMETRO	UNIDAD	RESULTADO	FECHA DEL ANÁLISIS	PROCEDIMIENTO
Fósforo total (P)	mg/L	3,979	17/03/2015	APHA 4500 - P C, Colorimétrico
Nitrógeno total (N)	mg/L	1,40	19/03/2015	Procedimiento interno

NOTA: ESTE INFORME SOLO AFECTA A LA MUESTRA SOMETIDA A ENSAYO

Realizado por: Srta. María José Lovato
ANALISTA RESPONSABLE



Revisado por: Ing. Carola Fierro
DIRECTORA DE CALIDAD

SEGUNDO ANÁLISIS



ESCUELA POLITECNICA NACIONAL CENTRO DE INVESTIGACIONES Y CONTROL AMBIENTAL



Campus Politécnico José Rubén Orellana Ricaurte • Calle Ladrón de Guevara E 11-253
Tel.: (00593-2) 3938780 Ext.: 2151 • Telefax: (00593-2) 221306 • Apartado 17-01-2759 • E-mail: cicamepn@gmail.com
Quito – Ecuador

INFORME DE RESULTADOS

Quito, 14 de abril de 2015

No. IR15374

EMPRESA

Ref. ST15054

Solicitado por: CONSUELO MENA

Atención:

Teléfono:

Dirección: Chugchilán, calle principal

Fax:

Identificación de la muestra (cliente): 4 CENTPOG FQ

Origen: vertiente Los Poguios, Pujilí

Fecha de recolección: 5 de abril de 2015

Tipo de muestra: agua natural

Responsable de toma de muestra: cliente

Tipo de envase: plástico

Llegó refrigerada: si

Se utilizó preservante: no

LABORATORIO

Número de ingreso al laboratorio: M-374

Fecha de ingreso al Laboratorio: 6 de abril de 2015

PARÁMETRO	UNIDAD	RESULTADO	FECHA DEL ANÁLISIS	PROCEDIMIENTO
Fósforo total (P)	mg/L	0,39	09/04/2015	APHA 4500 - P C, Colorimétrico
Nitrógeno total (N)	mg/L	5,92	09/04/2015	Procedimiento interno

NOTA: ESTE INFORME SOLO AFECTA A LA MUESTRA SOMETIDA A ENSAYO


Realizado por: Ing. Martín Ortiz
ANALISTA RESPONSABLE




Revisado por: Ing. Carola Fierro
DIRECTORA DE CALIDAD

TERCER ANÁLISIS



ESCUELA POLITECNICA NACIONAL CENTRO DE INVESTIGACIONES Y CONTROL AMBIENTAL



Campus Politécnico José Rubén Orellana Ricaurte • Calle Ladrón de Guevara E 11-253
Tel.: (00593-2) 3938780 Ext.: 2151 • Telefax: (00593-2) 221306 • Apartado 17-01-2759 • E-mail: cicamepn@gmail.com
Quito – Ecuador

INFORME DE RESULTADOS

Quito, 12 de mayo de 2015

EMPRESA

Solicitado por: CONSUELO MENA

Atención:

Dirección: Chugchilán, calle principal

Identificación de la muestra (cliente): 3 CENTPOG FQ

Fecha de recolección: 3 de mayo de 2015

Responsable de toma de muestra: cliente

No. IR15501

Ref. ST15094

Teléfono:

Fax:

Origen: vertiente Los Poguios, Pujilí

Tipo de muestra: agua natural

Tipo de envase: plástico

Llegó refrigerada: si

Se utilizó preservante: no

LABORATORIO

Número de ingreso al laboratorio: M-501

Fecha de ingreso al Laboratorio: 14 de mayo de 2015

PARÁMETRO	UNIDAD	RESULTADO	FECHA DEL ANÁLISIS	PROCEDIMIENTO
Fósforo total (P)	mg/L	0,44	08/05/2015	APHA 4500 - P C, Colorimétrico
Nitrógeno total (N)	mg/L	2,67	07/05/2015	Procedimiento interno

NOTA: ESTE INFORME SOLO AFECTA A LA MUESTRA SOMETIDA A ENSAYO

Realizado por: Quim. Pablo Saavedra
ANALISTA RESPONSABLE



Revisado por: Ing. Carola Fierro
DIRECTORA DE CALIDAD

CUARTO ANÁLISIS



ESCUELA POLITÉCNICA NACIONAL CENTRO DE INVESTIGACIONES Y CONTROL AMBIENTAL

Campus Politécnico José Rubén Orellana Ricaurte • Calle Ladrón de Guevara E 11-253
Tel.: (00593-2) 3938780 Ext.: 2151 • Telefax: (00593-2) 221306 • Apartado 17-01-2759 • E-mail: cicamepn@gmail.com
Quito – Ecuador



INFORME DE RESULTADOS

Quito, 23 de junio de 2015

No. IR15742

EMPRESA

Ref. ST15147

Solicitado por: CONSUELO MENA

Atención:

Teléfono:

Dirección: Chugchilán, calle principal

Fax:

Identificación de la muestra (cliente): 6CENTPOG FQ

Origen: vertiente Los Poguios, Pujilí

Fecha de recolección: 14 de junio de 2015

Tipo de muestra: agua natural

Responsable de toma de muestra: cliente

Tipo de envase: plástico

Llegó refrigerada: si

Se utilizó preservante: no

LABORATORIO

Número de ingreso al laboratorio: M-742

Fecha de ingreso al Laboratorio: 15 de junio de 2015

PARÁMETRO	UNIDAD	RESULTADO	FECHA DEL ANÁLISIS	PROCEDIMIENTO
Fósforo total (P)	mg/L	2,46	18/06/2015	APHA 4500 - P C, Colorimétrico
Nitrógeno total (N)	mg/L	3,1	18/06/2015	Procedimiento interno

NOTA: ESTE INFORME SOLO AFECTA A LA MUESTRA SOMETIDA A ENSAYO

Realizado por: Quim. Pablo Saavedra
ANALISTA RESPONSABLE

Revisado por: Ing. Carola Fierro
DIRECTORA DE CALIDAD

QUINTO ANÁLISIS



ESCUELA POLITECNICA NACIONAL CENTRO DE INVESTIGACIONES Y CONTROL AMBIENTAL



Campus Politécnico José Rubén Orellana Ricaurte • Calle Ladrón de Guevara E 11-253
Tel.: (00593-2) 3938780 Ext.: 2151 • Telefax: (00593-2) 221306 • Apartado 17-01-2759 • E-mail: cicamepn@gmail.com
Quito – Ecuador

INFORME DE RESULTADOS

Quito, 21 de julio de 2015

EMPRESA

Solicitado por: CONSUELO MENA

Atención:

Dirección: Chugchilán, calle principal

Identificación de la muestra (cliente): 8 CENTPOGFQ

Fecha de recolección: 12 de julio de 2015

Responsable de toma de muestra: cliente

No. IR15885

Ref. ST15177

Teléfono:

Fax:

Origen: vertiente Los Poguios, Pujilí

Tipo de muestra: agua natural

Tipo de envase: plástico

Llegó refrigerada: si

Se utilizó preservante: no

LABORATORIO

Número de ingreso al laboratorio: M-885

Fecha de ingreso al Laboratorio: 13 de julio de 2015

PARÁMETRO	UNIDAD	RESULTADO	FECHA DEL ANÁLISIS	PROCEDIMIENTO
Fósforo total (P)	mg/L	0,51	16/07/2015	APHA 4500 - P C, Colorimétrico
Nitrógeno total (N)	mg/L	2,6	16/07/2015	Procedimiento interno





NOTA: ESTE INFORME SOLO AFECTA A LA MUESTRA SOMETIDA A ENSAYO

Realizado por: Quim. Pablo Saavedra
ANALISTA RESPONSABLE



Revisado por: Ing. Carola Fierro
DIRECTORA DE CALIDAD

ANEXO N° 22 FICHA DE CAMPO PARA MUESTREO DE MACRÓFITAS PARA PESO SECO E IDENTIFICACIÓN

	HOJA DE CAMPO 1: MACRÓFITAS		
Sitio de recolección:	<input style="width: 100%;" type="text"/>	Coordenadas:	
Código:	<input style="width: 100%;" type="text"/>	Latitud:	<input style="width: 100%;" type="text"/>
		Longitud:	<input style="width: 100%;" type="text"/>
Fecha:	<input style="width: 100%;" type="text"/>		
		Latitud:	<input style="width: 100%;" type="text"/>
Hora:	<input style="width: 100%;" type="text"/>	Longitud:	<input style="width: 100%;" type="text"/>
Responsables:	<input style="width: 100%;" type="text"/>	Latitud:	<input style="width: 100%;" type="text"/>
		Longitud:	<input style="width: 100%;" type="text"/>
		Latitud:	<input style="width: 100%;" type="text"/>
		Longitud:	<input style="width: 100%;" type="text"/>
	HOJA DE CAMPO 2: MACRÓFITAS		
Sitio de recolección:	<input style="width: 100%;" type="text"/>	Coordenadas:	
Código:	<input style="width: 100%;" type="text"/>	Latitud:	<input style="width: 100%;" type="text"/>
		Longitud:	<input style="width: 100%;" type="text"/>
Fecha:	<input style="width: 100%;" type="text"/>		
Hora:	<input style="width: 100%;" type="text"/>		
Responsables:	<input style="width: 100%;" type="text"/>		

ANEXO N° 23 MUESTREOS DE MACRÓFITAS PARA PESO SECO E IDENTIFICACIÓN



Material de campo



Cercado del metro cuadrado

COTOPAXI-PUJILÍ-ISINCHE DE VACAS-LOS POGUIOS
CÓDIGO: #OESTMACROF o CENTMACROF
FECHA: HORA:
RESPONSABLE: Consuelo Mena

Etiqueta



Prensa para secado



Secado del ejemplar

ANEXO N° 24 PESO SECO DE MACRÓFITAS



Balanza gramera



Pesado de micrófitos

ANEXO N° 25 MEDICIÓN DEL CAUDAL



Materiales para la medición del caudal



Caudal de CENTPOG