



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI
FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS Y RECURSOS
NATURALES

CARRERA DE INGENIERÍA EN MEDIO AMBIENTE

PROYECTO DE INVESTIGACIÓN

“DETERMINACIÓN DEL NIVEL DE EUTROFIZACIÓN DEL AGUA DE LA LAGUNA DE ATOCHA DE LA PARROQUIA CUSUBAMBA UBICADA EN EL CANTÓN SALCEDO, PROVINCIA DE COTOPAXI, PERÍODO 2017- 2018”

Proyecto de investigación previo a la obtención del Título de
Ingeniera en Medio Ambiente

Autor:

Toapaxi Quispe Gabriela Estefania

Tutor:

Ing. Cristian Javier Lozano Hernández M.sc

LATACUNGA – ECUADOR

Agosto- 2018

DECLARACIÓN DE AUTORÍA

“Yo, Toapaxi Quispe Gabriela Estefania, declaro ser la autora del presente proyecto de investigación: **“DETERMINACIÓN DEL NIVEL DE EUTROFIZACIÓN DEL AGUA DE LA LAGUNA DE ATOCHA DE LA PARROQUIA CUSUBAMBA UBICADA EN EL CANTÓN SALCEDO, PROVINCIA DE COTOPAXI PERÍODO 2017-2018”**, siendo el Msc. Cristian Javier Lozano Hernández tutor del presente trabajo; y eximo expresamente a la Universidad Técnica de Cotopaxi y a sus representantes legales de posibles reclamos o acciones legales.

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

.....
Toapaxi Quispe Gabriela Estefania

C.I. 1850082932

CONTRATO DE CESIÓN NO EXCLUSIVA DE DERECHOS DE AUTOR

Comparecen a la celebración del presente instrumento de cesión no exclusiva de obra, que celebran de una parte Toapaxi Quispe Gabriela Estefania, identificada con C.C. N°1850082932, de estado civil soltera y con domicilio en Ambato- Cunchibamba, a quien en lo sucesivo se denominará **LA CEDENTE**; y, de otra parte, el Ing. MBA. Cristian Fabricio Tinajero Jiménez, en calidad de Rector y por tanto representante legal de la Universidad Técnica de Cotopaxi, con domicilio en la Av. Simón Rodríguez Barrio El Ejido Sector San Felipe, a quien en lo sucesivo se le denominará **LA CESIONARIO** en los términos contenidos en las cláusulas siguientes:

ANTECEDENTES: CLÁUSULA PRIMERA. - LA/EL CEDENTE son personas naturales estudiantes de la carrera de Ingeniería en Medio Ambiente, titular de los derechos patrimoniales y morales sobre el trabajo de grado de Proyecto de Investigación la cual se encuentra elaborada según los requerimientos académicos propios de la Facultad según las características que a continuación se detallan:

Historial académico

Inicio de carrera: Marzo 2013 –Septiembre 2013

Fecha de finalización: Abril 2018 – Agosto 2018

Aprobación HCA. – 25 de Octubre del 2017

Tutor. - Ing. Cristian Javier Lozano Hernández.

Tema: “DETERMINACIÓN DEL NIVEL DE EUTROFIZACIÓN DEL AGUA DE LA LAGUNA DE ATOCHA, DE LA PARROQUIA CUSUBAMBA, UBICADA EN EL CANTÓN SALCEDO, PROVINCIA DE COTOPAXI, PERÍODO 2017-2018”

CLÁUSULA SEGUNDA. - LA CESIONARIA es una persona jurídica de derecho público creada por ley, cuya actividad principal está encaminada a la educación superior formando profesionales de tercer y cuarto nivel normada por la legislación ecuatoriana la misma que establece como requisito obligatorio para publicación de trabajos de investigación de grado en su repositorio institucional, hacerlo en formato digital de la presente investigación.

CLÁUSULA TERCERA. - Por el presente contrato, **LA/EL CEDENTE** autoriza a **LA CESIONARIA** a explotar el trabajo de grado en forma exclusiva dentro del territorio de la República del Ecuador.

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

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

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

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

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

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

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

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

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

En señal de conformidad las partes suscriben este documento en dos ejemplares de igual valor y tenor en la ciudad de Latacunga a los 13 días del mes de Agosto del 2018.

.....
Toapaxi Quispe Gabriela Estefania

LA CEDENTE

.....
Ing. MBA. Cristian Tinajero Jiménez

EL CESIONARIO

AVAL DEL TUTOR DE PROYECTO DE INVESTIGACIÓN

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

“DETERMINACIÓN DEL NIVEL DE EUTROFIZACIÓN DEL AGUA DE LA LAGUNA DE ATOCHA DE LA PARROQUIA CUSUBAMBA UBICADA EN EL CANTÓN SALCEDO, PROVINCIA DE COTOPAXI PERÍODO 2017-2018”, de Toapaxi Quispe Gabriela Estefania, de la carrera de Ingeniería en Medio Ambiente, considero que dicho Informe Investigativo cumple con los requerimientos metodológicos y aportes científico-técnicos suficientes para ser sometidos a la evaluación del Tribunal de Validación de Proyecto que el Consejo Directivo de la Facultad de Ciencias Agropecuarias y Recursos Naturales de la Universidad Técnica de Cotopaxi designe, para su correspondiente estudio y calificación.

Latacunga, Agosto, 2018

El Tutor,

.....
Ing. Cristian Javier Lozano Hernández M.sC

060360931-4

APROBACIÓN DEL TRIBUNAL DE TITULACIÓN

En calidad de Tribunal de Lectores, aprueban el presente Informe de Investigación de acuerdo a las disposiciones reglamentarias emitidas por la Universidad Técnica de Cotopaxi, y por la Facultad de Ciencias Agropecuarias y Recursos Naturales; por cuanto, la postulante: Toapaxi Quispe Gabriela Estefania con el título de Proyecto de Investigación: “**DETERMINACIÓN DEL NIVEL DE EUTROFIZACIÓN DEL AGUA DE LA LAGUNA DE ATOCHA DE LA PARROQUIA CUSUBAMBA UBICADA EN EL CANTÓN SALCEDO, PROVINCIA DE COTOPAXI PERÍODO 2017- 2018**”, han considerado las recomendaciones emitidas oportunamente y reúne los méritos suficientes para ser sometido al acto de Sustentación de Proyecto.

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

Latacunga, Agosto 2018

Para constancia firman:

Lector 1

Nombre: Ing. Renán Lara

CC: 040048801-1

Lector 2

Nombre: Ing. Juan Espinosa.Mg

CC: 171347432-6

Lector 3

Nombre: Ms.C Patricio Clavijo

CC: 050144458-2

AGRADECIMIENTO

Agradezco a Dios por darme salud y vida y sobre todo por darme la sabiduría necesaria para culminar una de mis importantes metas.

A mis padres Carmen y Manuel por darme la vida, por ser mi sustento y mi apoyo incondicional durante el lapso de mi vida universitaria, a mis hermanos Bryan, Álvaro, a mi abuelita Anita y a mis padres por apoyarme en el cuidado de mi hijo Ian Andrey durante mis momentos de ausencia.

A la Universidad Técnica de Cotopaxi y a la Unidad Académica de Ciencias Agropecuarias y Recursos Naturales por ser una institución que permite formar grandes profesionales emprendedores y a todos los Docentes quienes compartieron sus conocimientos con tolerancia y responsabilidad.

¡Muchas Gracias a Todos!

Gabriela Toapaxi

DEDICATORIA

El presente trabajo de investigación se lo dedico a Dios, especialmente al regalo más grande que Dios y la vida me dio a mi pequeño Ian Andrey, el cual amo con todo mi corazón, él es el motivo por quien todos los días lucho por un futuro mejor.

A mis Padres Carmen y Manuel por sus consejos, comprensión y amor guiándome día a día por el camino correcto para cumplir con mi meta de convertirme en Ingeniera en Medio Ambiente.

A mis hermanos y mi abuelita por el apoyo en el cuidado de mi hijo y quienes son mis compañeras y amigas por brindarme su amistad que es muy apreciable para mí y a mis Docentes por los conocimientos que me brindaron en el transcurso de mi formación estudiantil.

Gabriela Toapaxi

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI

FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS Y RECURSOS NATURALES

TITULO: DETERMINAR EL NIVEL DE EUTROFIZACIÓN DEL AGUA DE LA LAGUNA DE ATOCHA DE LA PARROQUIA CUSUBAMBA UBICADA EN EL CANTÓN SALCEDO, PROVINCIA DE COTOPAXI PERÍODO 2018.

Autora: Toapaxi Gabriela

RESUMEN

La Laguna de Atocha está ubicada en la Parroquia Cusubamba Provincia de Cotopaxi Cantón Salcedo a una altitud de 3576 msnm, el objetivo principal del trabajo fue determinar el nivel de eutrofización del agua de la laguna, se realizaron los muestreos uno en época de estiaje (Abril) y el otro en época de lluvia (Junio), con la finalidad de realizar una evaluación más objetiva se midieron parámetros de conductividad, oxígeno disuelto (OD), potencial de hidrógeno (pH), turbidez, nitratos y temperatura, comprobando que se encuentran dentro de los límites máximos permisibles de la normativa ambiental nacional vigente, además se analizó el valor de concentración de clorofila “a” con (7,82 mg/m³) en época de estiaje, y (7,05mg/m³) en época de lluvia respectivamente, fosforo total con (16.67mg/m³) en época de estiaje, y (14,45 mg/m³) en época de lluvia, datos que permitieron establecer el grado de eutrofización del agua, utilizando el Índice del Estado Trófico. Los resultados indican que la Laguna de Atocha se encuentra en un estado Mesotrófico, donde las principales causas que afectan a este recurso son la actividad ganadera, disposición de los residuos sólidos hacia la laguna. Es importante tener en cuenta la sectorización de las áreas de pastoreo con el objetivo de controlar la presión del ganado y la creación de áreas protegidas que hagan posible la recuperación de los pastos naturales en la zona. Además, es necesario realizar capacitaciones a los pobladores del sector que promuevan buenas prácticas ambientales, pero sobre todo el compromiso de las autoridades competentes para crear y aplicar políticas sobre la protección, conservación, y control del recurso hídrico, mediante la aplicación de ordenanzas por la autoridad competente que comprometan la participación de la sociedad en general.

PALABRAS CLAVES: laguna, eutrofización, clorofila “a”, fosforo total, índice del estado trófico, mesotrófico.

ABSTRAC

COTOPAXI TECHNICAL UNIVERSITY

AGRICULTURAL SCIENCES AND NATURAL RESOURCES FACULTY

TITLE: TO DETERMINE THE EUTROPHIZATION LEVEL OF WATER OF ATOCHA LAKE OF THE CUSUBAMBA TOWN LOCATED IN SALCEDO CANTON, COTOPAXI PROVINCE PERIOD 2018.

Author: Toapaxi Gabriela

SUMMARY

The Atocha Lake is located in Cusubamba Town Cotopaxi Province Salcedo Canton to an altitude of 3576 meters above sea level, the main goal of the job was to determine the eutrophication level of water from the lake, samplings were carried out, one during dry season (April) and the other one on rainy season (June), in order to make a more objective evaluation, parameters of conductivity, dissolved oxygen (DO), hydrogen potential (pH), turbidity, nitrates and temperature were measured, verifying that they are within the maximum permissible limits of the current national environmental regulations, besides the concentration value of chlorophyll "a" was analyzed with (7.82 mg / m³) during dry season, and (7.05 mg / m³) on rainy time respectively, total phosphorus with (16.67mg / m³) on stillage time, and (14.45 mg / m³) on rainy season, data that allowed to establish the degree of water's eutrophication, using the Index of the Trophic State. The results show that Atocha Lake is in a mesotrophic state, where the main causes that affect this resource are the livestock activity, disposal of solid waste into the lake. It is important to take into account the sectorization of grazing areas with the objective to controll livestock pressure and the creation of protected areas that make possible the recovery of natural pastures in the area. In addition, it is necessary to train local people to promote good environmental practices, but the most important the commitment of the competent authorities to create and apply policies on the protection, conservation, and control of water resources, through the application of ordinances by the authority to engage the participation of society in general.

KEY WORDS: lake, eutrophication, chlorophyll "a", total phosphorus, trophic status index, mesotroph

Índice

1. INTRODUCCIÓN	1
2. JUSTIFICACIÓN DEL PROYECTO	2
3. BENEFICIARIOS DEL PROYECTO	3
4. EL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN	4
5. OBJETIVOS	5
6. FUNDAMENTACIÓN CIENTÍFICO TÉCNICA	6
6.1. El agua	6
6.2. Laguna	6
6.3. Eutrofización	6
6.4. Proceso de eutrofización	7
6.5. Categorías Tróficas	7
6.5.1. Oligotrófico	7
6.5.2. Mesotrófico	8
6.5.3. Eutrófico	8
6.6. Evaluación de la eutrofización a través del grado de eutrofia (a)	8
6.7. Causas de la eutrofización	8
6.8. Clasificación del grado de eutrofización según OCDE	9
6.9. Parámetros fisicoquímicos y biológicos	9
6.9.1. Clorofila	9
6.9.2. Temperatura	10
6.9.3. Conductividad	10
6.9.4. Ph	10
6.9.5. Oxígeno disuelto	11
6.9.6. Fósforo total	11
6.9.7. Nitrógeno, Nitritos y Nitratos	11
6.9.8. Turbidez	12
6.10. Normativa Ecuatoriana	12
7. HIPÓTESIS	15
8. METODOLOGÍAS (TÉCNICAS E INSTRUMENTOS)	16
8.1. UBICACIÓN DEL ÁREA DE ESTUDIO O DE LA LAGUNA DE ATOCHA	16
8.2. TIPOS DE INVESTIGACIÓN	17
8.3. Métodos y Técnicas	18
8.3 Técnicas	19
8.3.1. Técnica de datos en campo	19
8.3.2. Observación	19

8.3.3. Muestreo	19
8.3.4. Protocolo para muestreo de agua de una laguna.	20
8.4. Etapas de estudio.....	20
8.4.1. Recopilación de información.....	20
8.4.2. Ubicación de los puntos de muestreo	21
8.4.3. Zonas de muestreo	21
8.4.4. Obtención de muestras y mediciones	22
8.5. Parámetros medidos “In situ”	22
8.6. Análisis de laboratorio para clorofila “a”	23
8.7. Procedimiento para la toma de muestras y la lectura de parámetros de campo.....	23
8.8. Determinación del nivel de eutrofización	23
8.9. Límites máximos permisibles con los que se compararon los parámetros	25
10. ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE LOS RESULTADOS	29
10.1. Causas principales de la eutrofización de la laguna de Atocha.....	29
10.2. Temperatura.....	30
10.3. Conductividad	31
10.4. pH.....	32
10.5. Oxígeno Disuelto.....	33
10.7.1. Índice del estado trófico del fósforo total	36
10.8. Turbidez.....	37
10.9. Clorofila “a”	38
10.9.1. Índice del estado trófico de la clorofila “a”	39
11. Alternativas de manejo en la laguna con base al nivel de eutrofización tomando en cuenta factores conservación, manejo, turismo.	40
11. DISCUSIÓN	44
12. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	46
12.1 CONCLUSIONES	46
11.2. RECOMENDACIONES	47
12. BIBLIOGRAFÍA.....	48
13. ANEXOS.....	51
Anexo 1. Aval de traducción de idioma inglés.	51
Anexo 2. Hoja de Vida del tutor del Proyecto de Investigación.	52
Anexo 3. Hoja de Vida del proponente del proyecto de investigación.	56
CURRÍCULUM VITAE.....	56
Anexo 4: Causas de Eutrofización	59
Anexo 5. Recolección de muestras.....	60
Anexo 6. Medición de parámetros “In situ”	61
Anexo 8. Laguna de Atocha.....	62

Anexo 9. Resultados de Laboratorio del mes del primer muestreo (Abril).....	63
Anexo 10. Resultados de Laboratorio del segundo muestreo (Junio).....	64

Índice de Tablas

Tabla 1. Beneficiarios del Proyecto.....	3
Tabla 2 Clasificación " Cerrada"	9
Tabla 3 Parámetros utilizados para el análisis	20
Tabla 4 Ubicación de los puntos monitoreados	21
Tabla 5 Límites máximos para la conductividad en una Laguna.....	25
Tabla 6 Rangos de concentración de Oxígeno Disuelto	25
Tabla 7 Rangos de concentración de Oxígeno Disuelto	25
Tabla 8 Límites máximos permisibles para la concentración de pH.....	26
Tabla 9 Límites máximos para determinar la temperatura en una laguna	27
Tabla 10 Concentración de nitratos en fuentes de agua	27
Tabla 11 Grado de Eutrofilia para un cuerpo de agua	27
Tabla 12 Límites máximos permisibles para determinar la Turbidez.....	28
Tabla 13 Estado trófico en cuerpos de agua	28
Tabla 14 Temperatura en la laguna de Atocha.....	30
Tabla 15 Conductividad en la Laguna de Atocha	31
Tabla 16 pH del agua de la Laguna de Atocha	32
Tabla 17 Oxígeno Disuelto del agua de la Laguna de Atocha.....	33
Tabla 18 Nitratos del agua de la Laguna de Atocha.....	34
Tabla 19 Fosforo Total del agua de la Laguna de Atocha.....	35
Tabla 20 Índice de estado trófico del Fosforo Total según Carlson	36
Tabla 21 Turbidez del agua de la Laguna de Atocha	37
Tabla 22 Concentración de clorofila "a" del agua de la Laguna de Atocha	38
Tabla 23 Índice del estado trófico de la clorofila "a" según Carlson	39

Índice de Gráficos

Gráfico 1 Comparación de la temperatura en diferentes temporadas.	30
Gráfico 2 Comparación de la conductividad en diferentes épocas	31
Gráfico 3 Comparación del Ph en diferentes temporadas.	32
Gráfico 4 Comparación del oxígeno disuelto en temporada de lluvia y estiaje.	33
Gráfico 5 Comparación del Nitrato en temporada de lluvia y estiaje.	34
Gráfico 6 Comparación del fósforo total en diferentes épocas.....	35
Gráfico 7 TSI del fósforo total en diferentes épocas	36
Gráfico 8 Comparación de la Turbidez en diferentes épocas	37
Gráfico 9 Comparación de Clorofila "a" en diferentes temporadas.....	38
Gráfico 10 Comparación del índice del estado trófico de la clorofila "a" en diferentes temporadas	39

1. INTRODUCCIÓN

La Constitución de la República del Ecuador vigente a partir del año 2008, muestra un enfoque sobre los derechos del agua y la naturaleza induciendo su conservación y el uso sustentable de los recursos hídricos, instituciones como la Secretaría Nacional del Agua (SENAGUA) han generado varias políticas relacionadas con la calidad y mitigación de los efectos de la contaminación en los cuerpos de agua, además la Ley Orgánica de recursos hídricos, usos y aprovechamiento del agua aprobada en el año 2014 procura fortalecer la participación ciudadana entorno a la gestión del agua.

Los factores que inciden en la disminución de la calidad y cantidad del agua de la Laguna de Atocha están relacionados con los residuos sólidos y líquidos producto de las actividades propias del lugar como es el pastoreo y el turismo, y que son vertidos o descargados hacia la laguna. Esta laguna es hábitat de una población considerable de animales domésticos que se nutren o se alimentan de la diversidad de flora terrestre y acuática del entorno, donde la disposición directa de los residuos de los mismos es escurridos o arrastrados hacia la laguna. Esta problemática podría ser la causa de un aumento en la población de diversas algas, aumento de la cantidad de materia orgánica, aumento de nutrientes en la laguna; lo que podría ocasionar la alteración del ecosistema acuático, provocando la muerte de especies acuáticas que se encuentran en la laguna, incrementando la descomposición de la materia orgánica, disminución de oxígeno, y aumento de los sedimentos.

Se realizaron dos muestreos “in situ” en los meses Abril y junio, que permitieron medir los parámetros fisicoquímicos y recolectar las muestras de agua; en esta parte de la investigación se aplicaron las Normas Técnicas Ecuatorianas NTE INEN 2176 (manejo y conservación de muestras) y NTE INEN 2169 (técnicas de muestreo), determinando el estado trófico de las lagunas al emplear el Índice del Estado Trófico propuesto por Carlson en 1977 y modificado por Aizaki et al., en 1981.

Este estudio permitió generar información para identificar el estado actual en el que se encuentra la laguna en cuanto a la calidad del agua, presentando datos actuales de las características fisicoquímicas y biológicas de estos cuerpos hídricos obteniendo información referente al nivel de eutrofización que servirá como base para investigaciones posteriores y para generar estrategias de conservación en base a las características de cada laguna.

2. JUSTIFICACIÓN DEL PROYECTO

La presente investigación tiene como finalidad dar una respuesta a los problemas de eutrofización del agua que actualmente se da en la laguna de Atocha, ubicada en la parroquia Cusubamba, provincia de Cotopaxi. La situación actual en la laguna lleva a establecer una solución, debido a que la contaminación y deterioro de los recursos naturales de este lugar afectan directamente la salud de los moradores de la comunidad aledaña.

El tema planteado se justifica porque se pretende generar información del nivel de eutrofización del agua de la laguna, que de acuerdo a los resultados que se obtuvieron en los respectivos análisis de laboratorio y medición “In situ” se puedan elaborar de alternativas de manejo en la laguna en base a los niveles de eutrofización evaluados. Para la elaboración de estrategias se tomaron en cuenta criterios de conservación, manejo de recursos naturales, turismo entre otros, con el objetivo de mejorar la calidad de vida de la comunidad y del medio acuático.

El presente trabajo de investigación se realiza con el firme propósito de solucionar en forma parcial o total el problema de eutrofización en la Laguna de la comunidad de Atocha, al realizar análisis del agua mediante parámetros físicos, químicos y microbiológicos y finalmente la elaboración de la propuesta para el adecuado manejo de la misma, en la cual se pretende encontrar las alternativas factibles, viables y adecuadas , posteriormente implementarlas a través de la gestión de los recursos económicos necesarios para poder solucionar este problema ambiental. Al mismo tiempo se pretende proporcionar la información obtenida a personas, profesionales, entidades e instituciones, interesadas en participar en proyectos ambientales y turísticos para la recuperación de esta laguna. Con los resultados de esta investigación se espera ver cambios significativos en las perspectivas de los visitantes, sobre todo en lo que se refiere al rescate del encanto natural de la laguna de Atocha.

3. BENEFICIARIOS DEL PROYECTO

Tabla 1. Beneficiarios del Proyecto

DIRECTOS	INDIRECTOS
<ul style="list-style-type: none"> • Comunidad Atocha 	<ul style="list-style-type: none"> • Entidades públicas • Los Turistas • Transporte Mulalillo • Servidores turísticos • Operadores turísticos

Elaborado por: Gabriela Toapaxi

4. EL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

Día tras día el grado de contaminación ambiental a nivel mundial se incrementa de manera acelerada uno de los aspectos que ha ocasionado la alteración del medio natural, es la eutrofización de los lagos siendo un tipo de contaminación química de las aguas que se da cuando hay un aporte excesivo de nutrientes a un ecosistema acuático, el cual queda severamente afectado por ello, por ejemplo se pueden producir de forma natural (mareas rojas) pero es la afectación antropogénica la que genera preocupación.

Los recursos hídricos en Ecuador están muy contaminados a causa de la actividad natural y antropogénica, los datos existentes y puntuales realizados por Universidades, Empresas de agua y ONGs, demuestran altos grados de contaminación principalmente de los ríos, lagos y lagunas son las principales amenazas que se afronta en Ecuador en materia ambiental. Según la publicación del Ministerio del Medio Ambiente del Ecuador (Humedales del Ecuador, 2012) menciona que casi todos los ríos del país y varios lagos cercanos a las áreas urbanas tienen altos niveles de Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO5), nitrógeno y fósforo, lo que ha ocasionado que la contaminación este afectando muchos recursos de aguas potenciales y existentes. En la misma publicación además se indica que en los lagos y lagunas se han evidenciado un importante grado de turbiedad y gran desarrollo de algas nocivas lo que provoca falta de oxigenación y la ruptura de las cadenas tróficas que producen la sobrepoblación de algunas especies vegetales.

La laguna de Atocha es uno de los sitios turísticos que se encuentra en la Provincia de Cotopaxi es visitada por turistas nacionales y extranjeros. Aunque no hay la afluencia significativa de turistas hacia el lugar, existen varios problemas asociados con las visitas, porque los turistas, en lugar de contribuir a la protección y preservación de este tipo de entorno natural generan una afectación del mismo. Este problema se debe a la falta de vigilancia más rigurosa por parte de la comunidad y guarda parques, en las actividades que se realizan los visitantes en las orillas de la Laguna. Otro de los factores que intervienen en la contaminación del recurso hídrico, es por los escurrimientos de desechos orgánicos y residuos sólidos hacia la laguna.

5. OBJETIVOS

General

- ✓ Determinar el nivel de eutrofización del agua de la Laguna de Atocha de la Parroquia Cusubamba, ubicada en el cantón Salcedo, provincia de Cotopaxi período 2017- 2018.

Específicos

- ✓ Diagnosticar la situación actual del agua de la laguna mediante la evaluación de parámetros físico químico y biológico.
- ✓ Comparar los datos obtenidos con la normativa vigente para evaluar el nivel de eutrofización de la laguna.
- ✓ Proponer alternativas de manejo en la laguna con base a los niveles de eutrofización, y tomando en cuenta factores de conservación, manejo y turismo.

6. FUNDAMENTACIÓN CIENTÍFICO TÉCNICA

6.1. El agua

El agua es un elemento de la naturaleza, integrante de los ecosistemas naturales, fundamental para el sostenimiento y la reproducción de la vida en el planeta ya que constituye un factor indispensable para el desarrollo de los procesos biológicos que la hacen posible (Díaz, 2013).

6.2. Laguna

Una laguna es una acumulación de agua de una profundidad menor a la de un lago. Por lo general sus aguas son dulces y dan lugar a una variada flora y fauna tanto en sus inmediaciones terrestres como desde el punto de vista acuático. Se forman habitualmente por la existencia de un terreno hundido y la presencia de lluvias o la influencia de ríos, contraponiéndose a los lagos, que generalmente deben su formación a la influencia de los glaciares y su accionar.

En algunos casos, las lagunas se forman de manera artificial, siendo el caso de la laguna de Atocha, debido al actuar de la mano del hombre; esta circunstancia se debe a distintas actividades económicas, como por ejemplo la necesidad de tener un reservorio de agua para cultivos y en otros casos para generar energía hidroeléctrica (Gardey, 2013).

6.3. Eutrofización

La eutrofización o enriquecimiento en nutrientes de las aguas produce un crecimiento excesivo de algas y otras plantas acuáticas, las cuales al morir se depositan en el fondo de los ríos, embalses o lagos, generando residuos orgánicos que, al descomponerse, consumen gran parte del oxígeno disuelto y de esta manera pueden afectar a la vida acuática y producir la muerte por asfixia de la fauna y flora.

Algunas de las algas que se desarrollan anormalmente, emiten sustancias tóxicas que pueden matar a los mariscos y peces, hacer que estos no sean aptos para el consumo humano o, directamente, dar al agua sabores desagradables o hacerla inadecuada para el consumo. El crecimiento de algas puede afectar también al uso recreativo de embalses y lagos, a la circulación del agua en ríos y canales y obturar los filtros de estaciones de tratamiento del agua (Sabando, 2016).

6.4. Proceso de eutrofización

Durante mucho tiempo la eutrofización fue considerada como un proceso natural, en el cual un sistema acuático presenta descarga normal de nutrientes, sedimentos y otros materiales alóctonos. Un lago, por ejemplo, que recibía aportes de nutrientes, con el tiempo se transformaba en una ciénaga que una vez consolidada, se convertía en un sistema terrestre.

Para llevarse a cabo este proceso deberá pasar cientos de miles de años, además que es irreversible. Actualmente se habla de eutrofización, refiriéndose a aquella que está asociada a la intervención del ser humano y que puede desarrollarse a escalas temporales mucho más cortas (Aimacaña, 2017) .

El proceso de eutrofización estimula el desarrollo de fitoplancton que se debe al aumento de nutrientes, obteniendo como consecuencia la turbiedad del agua, debido a que aumenta la descomposición de la materia orgánica por disminución de la fotosíntesis a causa falta de luz. Otra consecuencia que trae este proceso es la disminución de la concentración de oxígeno, lo que provoca la muerte de organismos y a su vez se incrementan las fermentaciones, dando como resultado el desprendimiento de gases tóxicos tales como: metano, ácido sulfhídrico y amoníaco, entre otros. Todo este proceso conduce a la alteración de la calidad de vida de los organismos vivos que habitan en el ecosistema y a una degradación del mismo (Oña, 2016).

El estado trófico es el peso total de biomasa presente en un cuerpo de agua, pero el nivel trófico puede ser modificado por factores tales como la temporada y la profundidad en la que se encuentre el sistema lacustre (Moreira, 2016).

6.5. Categorías Tróficas

6.5.1. Oligotrófico

Un lago oligotrófico es un cuerpo de agua con baja productividad primaria, como resultado de contenidos bajos de nutrientes. Estos lagos tienen baja producción de algas, y consecuentemente, poseen aguas sumamente claras, con alta calidad de agua potable.

Las aguas superficiales de estos lagos tienen típicamente mucho oxígeno; por lo que, tales lagos soportan muchas especies de peces, como truchas de lago, que requieren aguas frías, y bien oxigenadas (Minor, 2013).

6.5.2. Mesotrófico

Se considera como el nivel trófico propio de las aguas que contienen cantidades moderadas o intermedias de nutrientes y que pueden contribuir a un mayor desarrollo de organismos acuáticos (Loachamin, 2017).

6.5.3. Eutrófico

Enriquecimiento de las aguas con nutrientes a un ritmo tal que no puede ser compensado por eliminación o mineralización total. Una de sus principales manifestaciones es la proliferación de algas y macrófitos en función de la carga de nutrientes (Aguamarket, s.f.).

6.6. Evaluación de la eutrofización a través del grado de eutrofia (a)

El Índice del Estado Trófico (IET o TSI) propuesto por Carlson (1977), es uno de los más utilizados varía entre 0 y 100 es decir, de oligotrófico a hipertrófico. Se obtiene a través de la transparencia determinada con el disco de Secchi (DS), por ejemplo, un valor de TSI = 0 corresponda a una profundidad del DS 64 m y cada incremento de 10 m en TSI representa una reducción del 50 %.

El mismo índice puede determinarse a partir de otros parámetros, como la concentración de clorofila “a” y fósforo total, cuya relación con la transparencia se ha deducido previamente (Franco, 2010).

6.7. Causas de la eutrofización

Las principales causas antropogénicas de procesos de eutrofización pueden ser:

La descarga de aguas residuales, las cuales son ricas en nutrientes, contribuyendo al cambio trófico del cuerpo de agua receptor.

El uso excesivo de fertilizantes, que genera una contaminación del agua fundamentalmente por el aporte de nitrógeno (en forma de sales de nitrato y amonio) y fosforo (como fosfato) (Aparicio, 2012).

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 (Aparicio, 2012).

Los lagos eutróficos e hipertróficos suelen ser poco profundos y sufren altas tasas de cargas de nutrientes procedentes de fuentes tanto localizadas como no. La asociación de fosforo con

sedimentos es un grave problema para la restauración de lagos enriquecidos y poco profundos. Las partículas enriquecidas con fósforo se depositan en el fondo del lago 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 (Katerine Vammen, s.f.)

6.8. Clasificación del grado de eutrofización según OCDE

Luego de un estudio de 5 años que abarcó 200 ambientes en 22 países de Europa occidental, EEUU, Japón y Australia el Comité de Eutrofización de la Organización de Cooperación Económica y Desarrollo (OCDE) propuso una clasificación del grado de eutrofización de lagos y embalses, de acuerdo a los valores que alcanzan las variables clorofilas, Secchi y P (Noruego, 2010).

En la tabla 2 se muestra la clasificación “cerrada” llamada así debido a que utiliza límites estrictos entre categorías.

Tabla 2 Clasificación " Cerrada"

Grado de eutrofia	Clorofila (mg/m^3)	P (mg/m^3)
Ultraoligotrófico	<1	<4
Oligotrófico	1-2,5	4-10
Mesotrófico	2,5-7,9	10-35
Eutrófico	8-25	35-100
Hipereutrófico	>25	>100

Fuente: OCDE (1982)

Cuando las algas se descomponen, se emplea una cierta cantidad de oxígeno disuelto, comenzando a desaparecer y provocando la mortandad entre los peces; se pierde la calidad del cuerpo de agua impidiendo el uso recreativo, turístico y doméstico del mismo (Franco, 2010).

6.9. Parámetros fisicoquímicos y biológicos

6.9.1. Clorofila

La clorofila es el pigmento fotorreceptor responsable de la primera etapa en la transformación de la energía de la luz solar en energía química, y consecuentemente la molécula responsable de la existencia de vida superior en la Tierra (Calvo, s.f.).

Uno de los parámetros más utilizados para determinar el nivel de eutrofización en el agua es la concentración de clorofila “a”, considerado el principal pigmento fotosintético presente en las algas. La clorofila “a” también es un indicador del grado de contaminación de los ecosistemas acuáticos y un importante índice del estado fisiológico del fitoplancton (Pinto et al., 2001; citado en Rivera et al., 2005). La medición sistemática de la clorofila “a” se recomienda ampliamente como un índice confiable, que permitiría un pronto diagnóstico de la salud de un ecosistema (Oña J. , 2017)

6.9.2. Temperatura

La temperatura del agua tiene una gran importancia en el desarrollo de los diversos procesos que en ella se realizan, de forma que un aumento de la temperatura modifica la solubilidad de las **sustancias**, aumentando la de los sólidos disueltos y disminuyendo la de los gases. La actividad biológica aproximadamente se duplica cada diez grados, aunque superado un cierto valor característico de cada especie viva, tiene efectos letales para los organismos. Un aumento anormal (por causas no climáticas) de la temperatura del agua, suele tener su origen en el vertido de aguas utilizadas en procesos industriales de intercambio de calor (Barba, 2000).

6.9.3. Conductividad

La conductividad, es una medida de la capacidad de una solución acuosa para transmitir una corriente eléctrica y es igual al recíproco de la resistividad de la solución (PARAMETROS FISICO-QUIMICOS: CONDUCTIVIDAD, s.f.).

Afirma que los valores de conductividad se utilizan como índice aproximado de concentración de solutos, pudiendo estimar así la calidad del agua y su posible nivel de contaminación; Massol (2010), determina la calidad del agua en función de la conductividad eléctrica estimando los siguientes rangos: para agua pura (860 $\mu\text{S}/\text{cm}$). Por otro lado, Roldan y Ramírez (2008), señalan que los lagos oligotróficos de altas montañas tropicales presentan valores con rangos entre 20 y 50 $\mu\text{S}/\text{cm}$ (Aimacaña, 2017).

6.9.4. pH

El pH del agua mide su acidez o alcalinidad, la escala de valores es de 0 a 14 unidades de pH, las aguas que tienen un pH inferior a 7 son ácidas y las superiores a 7 son básicas el pH disminuye conforme la acidez se incrementa y el pH se incrementa cuando el OH es adicionado al agua y la concentración de H disminuye, el pH es importante porque permite determinar los

efectos letales del CO₂, a un pH de 4.5 se empiezan a manifestar los efectos letales y por el lado alcalino a 9.5, los lagos eutróficos que son ricos en materia orgánica poseen valores de pHs bajos (aguas ácidas) 3.3 a 4.5 turbas, pantanos (Moreta, 2008).

6.9.5. Oxígeno disuelto

El oxígeno disuelto en el agua proviene de la fotosíntesis que realizan los vegetales con clorofila. Como esta actividad fotosintética es mayor en las capas superiores bien iluminadas, su concentración será mayor a este nivel, en los niveles próximos al fondo, su concentración es mínima debido a los procesos de oxidación de la materia orgánica.

Los consumidores agotan pronto esta provisión oxígeno disuelto y sofocan a todos los organismos del medio acuático, excepto a las bacterias y los organismos capaces de sobrevivir sin oxígeno. Vemos que todo esto ocurre en la condición eutrófica (Moreta, 2008).

6.9.6. Fósforo total

La suma de todas las formas de fósforo, inorgánicas y orgánicas, se denomina fósforo total.

El fósforo dispara la productividad ocasionando la eutrofización, en los ecosistemas acuáticos alterados por descargas los niveles de fósforo se incrementan de manera alarmante la producción de cianofíceas, y macrofitas, aumentándose la zona litoral y soldándose el sedimento haciéndose cada vez menos profundos, estimulando rápida y progresivamente el proceso de eutrófico de un lago (Moreta, 2008).

6.9.7. Nitrógeno, Nitritos y Nitratos

El nitrógeno es un elemento esencial para el crecimiento de algas y causa un aumento en la demanda de oxígeno al ser oxidado por bacterias reduciendo los niveles de este, Las diferentes formas del nitrógeno son importantes en determinar para establecer el tiempo transcurrido desde la polución de un cuerpo de agua (Roldan, 2008).

En el tratamiento biológico de aguas residuales, los datos de nitrógeno amoniacal y orgánico son importantes para determinar si el residuo contiene suficiente nitrógeno para nutrir a los organismos (Roldán, 2003).

6.9.8. Turbidez

Es una expresión de la propiedad óptica que origina que la luz se disperse y absorba en vez de transmitirse en línea recta a través de la muestra. Es producida por materiales en suspensión como arcilla, limo, materia orgánica e inorgánica, organismos planctónicos y demás microorganismos. Incide directamente en la productividad y el flujo de energía dentro del ecosistema, la turbiedad define el grado de opacidad producido en el agua por la materia particulada en suspensión. Debido a que los materiales que provocan la turbiedad son los responsables del color, la concentración de las sustancias determina la transparencia del agua puesto que limita el paso de luz a través de ella (Roldan, 2008)

6.10. Normativa Ecuatoriana

Constitución De La República Del Ecuador, publicada en el R.O: Nro. 449 el 20 de octubre del 2008

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.

Título 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.

Ley de recursos hídricos

Artículo III.- Principios de respeto de los usos del agua por las comunidades campesinas y comunidades nativas.

El Estado respeta los usos y costumbres de las comunidades campesinas y comunidades nativas, así como su derecho de utilizar las aguas, que discurren por sus tierras, en tanto no se oponga a la Ley. Promueve el conocimiento y tecnología ancestral del agua.

Principio de descentralización de la gestión pública del agua y de autoridad única.

Para una efectiva gestión pública del agua, la conducción del Sistema Nacional de Gestión de los Recursos Hídricos es de responsabilidad de una autoridad única y desconcentrada. La gestión pública del agua comprende también la de sus bienes asociados, naturales o artificiales.

Principio precautorio.

La ausencia de certeza absoluta sobre el peligro de daño grave o irreversible que amenace las fuentes de agua no constituye impedimento para adoptar medidas que impidan su degradación o extinción.

Texto unificado de legislación ambiental secundario

Libro VI anexo 1.

Norma de calidad ambiental y de descargas de efluentes (recurso agua.)

Criterios de calidad de aguas de uso agrícola o de riego

Se entiende por agua de uso agrícola aquella empleada para la irrigación de cultivos y otras actividades conexas o complementarias que establezcan los organismos competentes.

Se prohíbe el uso de aguas servidas para riego, exceptuándose las aguas servidas tratadas y que cumplan con los niveles de calidad establecidos en esta Norma.

Política y Estrategia Nacional para la Conservación y el Uso Racional de los Humedales en el Ecuador

Aprobada en el 2006 por el Comité Nacional Ramsar, tiene por objetivo conservar los humedales del Ecuador mediante el uso racional de sus recursos naturales y tomando como base el enfoque ecosistémico y la participación y beneficios local y nacional. Como parte de las estrategias se contempla la gestión participativa de los humedales.

7. HIPÓTESIS

Hipótesis Alternativa

- ✓ En la Laguna de Atocha, mediante la aplicación de los índices de calidad de agua y los análisis físicos, químicos, y biológicos permiten determinar el nivel de eutrofización del agua.

Hipótesis Nula

- ✓ En la Laguna de Atocha, mediante la aplicación de los índices de calidad de agua y los análisis físicos, químicos, y biológicos no permitirán determinar el nivel de eutrofización del agua.

8. METODOLOGÍAS (TÉCNICAS E INSTRUMENTOS)

8.1. UBICACIÓN DEL ÁREA DE ESTUDIO O DE LA LAGUNA DE ATOCHA

Figura 1 Ubicación de la laguna de Atocha



Elaborado por: Gabriela Toapaxi (2018)

Fuente: Google Earth

La laguna de Atocha está ubicada a 50 minutos de Salcedo a 10 km de la Parroquia Cusubamba, a un costado derecho de la casa comunal del sector.

La laguna tiene una profundidad de 40 metros aproximadamente con un Área de 9.466 m², en su interior está edificada una choza de paja con un puente de 15 metros del largo hacia la choza esta infraestructura se puede realizar pesca deportiva, además posee un mirador de la laguna. En época seca los moradores de la comuna utilizan el agua de la laguna, la misma depende de los aportes de la laguna Cochahuco para regadío de los cultivos los mismos que lo hacen por medio de aspersores tecnificados.

Las aguas que llegan a la laguna descenden de las siguientes vertientes:

- La vertiente el Chimborazo.
- La vertiente que proviene de la laguna de Cuchahuco.
- La vertiente Chancarumi.

La Comunidad de Atocha muestra una gran variedad de flora que está en un rango altitudinal de 3600-4800 m.s.n.m. aproximadamente, la flora que se puede apreciar alrededor de la comunidad se encuentra arbustos de ciprés, eucalipto, retama, tilo, pino, convirtiéndose en una de las especies más representativas del sector.

La comunidad posee una fauna considerable de mamíferos y aves, entre ellos caballos, burros, ganado bravo (Lidia), aves, abejas, mariposas, gallinazos y perdiz.

Según las cifras del Censo Nacional de Población y Vivienda de 2011, el 90 % de los habitantes se dedican a la ganadería y agricultura, especialmente al cultivo de las papas (Uvilla) y el 5% solo se dedica al cuidado del ganado mientras que un 5% se migran a las ciudades para trabajar como albañiles, choferes, entre otros.

8.2. TIPOS DE INVESTIGACIÓN

- **INVESTIGACIÓN DE CAMPO**

La investigación de campo es la recopilación de datos nuevos de fuentes primarias para un propósito específico. Es un método cualitativo de recolección de datos encaminado a comprender, observar e interactuar con las personas en su entorno natural (QuestionPro, 2015). En la inspección de campo se obtuvo muestras las mismas que fueron analizadas permitiendo conocer la calidad de agua y por ende determinar el nivel de eutrofización de la laguna de Atocha.

- **Investigación Descriptiva**

La investigación descriptiva consiste en llegar a conocer las situaciones, costumbres y actitudes predominantes a través de la descripción exacta de las actividades, objetos, procesos y personas. Su meta no se limita a la recolección de datos, sino a la predicción e identificación de las relaciones que existen entre dos o más variables (Meyer., 2006).

Con este tipo de investigación se describen las circunstancias más significativas de la investigación y conjuntamente con los objetivos del problema se determinó las causas por las que se ocurre la eutrofización en la laguna y los efectos ambientales negativos que causa al medio ambiente.

8.3. Métodos y Técnicas

- **Método Inductivo**

El método inductivo es un método científico que obtiene conclusiones generales a partir de premisas particulares en el que pueden distinguirse cuatro pasos esenciales: la observación de los hechos para su registro; la clasificación y el estudio de estos hechos; la derivación inductiva que parte de los hechos y permite llegar a una generalización; y la contrastación.

El presente método se utilizará con el fin de seleccionar los parámetros que no cumplan con las normas de calidad ambiental para ser indicados como problemas para la propuesta de alternativas de manejo en la laguna en base a los resultados.

- **Método Deductivo**

El método deductivo es una estrategia de razonamiento empleada para deducir conclusiones lógicas a partir de una serie de premisas o principios.

Al realizar la propuesta se conoció las medidas más factibles y apropiadas con el fin que se muestre la confiabilidad de la investigación y de la misma manera la propuesta señalada pueda ser implementada.

- **Método Descriptivo**

Con este método se describió, previo al análisis de agua mediante la medición de diferentes parámetros, las causas que generan el problema de eutrofización en la laguna y el efecto que este produce al lugar, personas y ambiente en general.

- **Método Analítico**

El Método analítico es aquel método de investigación que consiste en la desmembración de un todo, descomponiéndolo en sus partes o elementos para observar las causas, la naturaleza y los efectos.

Con el presente método se realizó la toma de muestras recogidas en la laguna, las cuales fueron medidas “In situ” parámetros de pH. Conductividad, Oxígeno Disuelto, Temperatura, a la vez

se realizaron análisis de laboratorio de parámetros de clorofila “a”, Fosforo Total, Nitratos, y Turbidez, para caracterizar la calidad de agua y determinar el nivel de eutrofización.

8.3 Técnicas

8.3.1. Técnica de datos en campo

Las técnicas de investigación de campo son aquellas que le sirven al investigador para relacionarse con el objeto y construir por sí mismo la realidad estudiada.

Se utilizó la técnica de campo debido a que permite observar directamente en la laguna la problemática a estudiar, de esta manera se recopiló información empírica sobre la situación actual en la que se encuentra y estudiar a fondo la problemática establecida.

8.3.2. Observación

La Observación es la técnica de recogida de la información que consiste básicamente, en observar, acumular e interpretar las actuaciones, comportamientos y hechos de las personas u objetos, tal y como las realizan habitualmente.

Mediante esta técnica de investigación se encontró la problemática, insuficiencias, y hechos que ocurren en nuestro entorno de esta manera permitió compilar la información necesaria para llevar a cabo la investigación, para corregir complicaciones de cualquier índole del agua de la Laguna del sector.

8.3.3. Muestreo

El muestreo es el proceso de seleccionar un conjunto de individuos de una población con el fin de estudiarlos y poder caracterizar el total de la población. El muestreo se realizó en base al protocolo de monitoreo de agua de una laguna.

Mediante esta técnica se conoció los resultados de los análisis del agua de la laguna de Atocha, para determinar la calidad de agua existente y proponer alternativas de manejo en la laguna en base a los niveles de eutrofización, conservación, manejo, turismo.

8.3.4. Protocolo para muestreo de agua de una laguna.

El muestreo debe realizarse en todos los puntos y profundidades disponibles de ingreso y salida. El cuerpo de agua puede estar termalmente estratificado y producir diferencias significativas de calidad entre diferentes profundidades. Las investigaciones ecológicas requieren de un programa de muestreo más detallado; que pueden requerir de datos meteorológicos y de caudal. Engrandes masas de agua, normalmente es necesario muestrear desde un bote.

Toma de muestras para agua de una laguna, en base a las normas NTE INEN 2 176:1998 y NTE INEN 2 169:98:

- a. Se deben preparar 4 botellas de 1lt de capacidad, que estén bien lavadas, preferiblemente que sean de plástico (se pueden utilizar botellas de agua).
- b. Se debe cuidar que las botellas la menor cantidad de hendiduras posibles para que no disminuya el volumen de agua necesario.

8.4. Etapas de estudio

8.4.1. Recopilación de información

La primera se radicó en recopilar la información bibliográfica disponible en Universidades, Centros de Investigación, Instituciones Públicas o Privadas tales como estudios realizados en el país y a nivel nacional e internacional, entre otros, respectivamente con el área de estudio, problemática ambiental, estados tróficos en lagunas.

Los parámetros considerados para este análisis fueron:

Tabla 3 Parámetros utilizados para el análisis

NATURALEZA DEL PARÁMETRO	TIPO DE PARÁMETRO	MÉTODOS Y TÉCNICAS
FÍSICO	<ul style="list-style-type: none"> • Temperatura (T°) • Conductividad • pH 	Medición “in situ”
QUÍMICO	<ul style="list-style-type: none"> • Oxígeno disuelto (OD) • Fósforo total. • Nitrato • Turbidez 	Medición “in situ” Análisis de laboratorio
BIOLÓGICO	<ul style="list-style-type: none"> • Clorofila a 	Análisis de laboratorio

Elaborado por: Gabriela Toapaxi (2018)

8.4.2. Ubicación de los puntos de muestreo

Para ubicar las áreas de muestreo se efectuó una inspección de campo y la utilización de GPS para la toma de muestras de la laguna la misma que se ubicó cuatro puntos recolectando una muestra superficial para cada uno de ellos.

Imagen 1 Ubicación de los puntos de muestreo.



Elaborado por: Gabriela Toapaxi

Fuente: Google Earth

8.4.3. Zonas de muestreo

Para la ubicación exacta se consideró lo siguiente:

Ubicación de ingresos y salidas de efluentes (cuerpos de agua naturales o trasvases), presencia de algas (macrofitas), ubicación de fuentes contaminantes, vertimientos, botaderos de residuos sólidos, entre otros, se situaron las áreas del cuerpo de agua donde se desarrollan actividades específicas tales como pesca, recreación, entre otros (Tabla 4).

Tabla 4 Ubicación de los puntos monitoreados

Puntos Monitoreados	COORDENADAS PLANAS	
	Este	Norte
P1 Entrada a la laguna	752629	9880059
P2 Entrada de vertientes de agua hacia la laguna.	752575	9880107
P3 Punto Norte	752636	9880162
P4 Salida del agua de la laguna	752625	9880156

Fuente: Gabriela Toapaxi

8.4.4. Obtención de muestras y mediciones

Se realizó dos muestreos en diferentes épocas, la primera en el mes de Abril correspondiente a la época más lluviosa y un muestreo en el mes de Junio con menor cantidad de precipitaciones, en cada una de las campañas se recolectaron un total de 4 puntos de muestras, el muestreo se llevó a cabo aplicando las normas NTE INEN 2176:2013 (manejo y conservación de muestras) y NTE INEN 2169:2013 (técnicas de muestreo) detalladas de la siguiente manera:

- Se registró la ubicación exacta del punto de muestreo por medio del GPS, se utilizó recipientes de un litro previamente preparados con botellas plásticas cubiertas con papel aluminio en su totalidad para evitar la fotooxidación de los pigmentos, se enjuagaron tres veces con el agua de la laguna, con el fin de evitar la contaminación de la muestra con otras sustancias, finalmente se almacenaron las muestras en los respectivos recipientes y se colocaron en un recipiente de aislamiento térmico (cooler) para su preservación a una temperatura aproximada de 4 °C.

8.5. Parámetros medidos “In situ”

Para evitar la alteración de los parámetros medidos en el campo es necesario disminuir los efectos del factor de tiempo, es decir el análisis de muestra se deben realizar lo más pronto posible de una muestra o un punto de monitoreo es por ello que se desarrolló la lectura “in situ” del pH, oxígeno disuelto, conductividad y temperatura de inmediato mediante el uso del equipo multiparamétrico según el instructivo de uso del equipo multiparamétrico WTW del laboratorio de calidad ambiental de la Universidad Internacional del Ecuador el mismo que se encontraba calibrado con anterioridad.

Para la medición de los parámetros pH, temperatura y conductividad eléctrica se introdujo las sondas por un tiempo aproximado de tres minutos hasta estabilizar el valor medido.

En cuanto al OD se colocó la sonda directamente en el cuerpo de agua esperando su estabilización por un tiempo máximo de cinco minutos, el mismo que los datos obtenidos en el muestreo fueron registrados en una libreta de campo (Anexo 7).

8.6. Análisis de laboratorio para clorofila “a”

Para el análisis de clorofila “a” se tomaron muestras en temporada de lluvia y en temporada seca, se utilizaron envases plásticos de 100 ml, rotulados, identificados y adaptados de tal manera que sean lo más idóneos posible para la preservación de la muestra. En función de los parámetros a ser analizados, debido a la sensibilidad del mismo, se cubrió el recipiente con papel aluminio y cinta adhesiva, para evitar el paso de la luz solar y la incidencia de la misma sobre el contenido del envase los mismos que se preservaron a 4 °C y se ingresaron al laboratorio de calidad ambiental de la Universidad Internacional del Ecuador para su respectivo análisis.

8.7. Procedimiento para la toma de muestras y la lectura de parámetros de campo.

Las muestras que se tomaron para los análisis de los parámetros fósforo total, nitrato y turbidez se almacenaron en frascos transparentes de plástico de 100ml, correctamente rotulados, los mismos que se preservaron a 4°C. Se ingresaron al laboratorio antes de las 24 horas con su respectiva cadena de custodia de acuerdo al procedimiento de muestreo de agua del laboratorio de calidad ambiental de la Universidad Internacional del Ecuador.

8.8. Determinación del nivel de eutrofización

El método utilizado para determinar el nivel trófico de la laguna es el propuesto por la Organización de Cooperación Económica y Desarrollo (OCDE) en la que propuso una clasificación del grado de eutrofización de lagos y embalses, de acuerdo a los valores que alcanzan las variables clorofilas, y P.

Para la determinación del nivel de eutrofización se utilizaron las siguientes formulas:

Las fórmulas que figuran a continuación resultan de una modificación realizada por Aizaki et al (1981) a la propuesta por Carlson (1977).

TSIClorf a: Índice del Estado Trófico para clorofila “a”.

Formula 1

$$TSI \text{ Clorof } a = 10 * \left(2,46 + \frac{\text{Ln}(\text{clorofila } a)}{\text{Ln}(2,5)} \right)$$

TSIFósforo Total: Índice del Estado Trófico para Fosforo Total.

Formula 2

$$\mathbf{TSI\ Ptotal} = 14,42 \ln (\mathbf{Ptotal}) + 4.15$$

Los resultados obtenidos de TSI se compararon con la escala de valores del estado trófico en los cuerpos de agua (Tabla 13).

8.9. Límites máximos permisibles con los que se compararon los parámetros

✓ CONDUCTIVIDAD (us/cm)

Según (Goyenola, 2007)

Tabla 5 Límites máximos para la conductividad en una Laguna

Criterios	Limites
Agua pura	< 280
Poco contaminada	280 – 430
Contaminada	430 – 600
Muy contaminada	600 – 860
Excesivamente contaminada	>860

✓ Oxígeno disuelto mg/l

Según (Goyenola, 2007)

Tabla 6 Rangos de concentración de Oxígeno Disuelto

Criterios	Limites
Condición anóxica	0
Condición hipoxia	0-5
Condición aceptable	5-8
Condición buena	8 a 12
Sobresaturación	>12

Según Tabla 3, Anexo 1, Libro VI, TULSMA (2015)

Tabla 7 Rangos de concentración de Oxígeno Disuelto

Criterios	Limites
Calidad de agua para riego agrícola	3
Calidad de agua para uso recreativo con contacto secundario	6

✓ **Potencial de hidrógeno pH**

Tabla 8 Límites máximos permisibles para la concentración de pH

Criterios	Limites
Según Tabla 3, Anexo 1, Libro VI, TULSMA (2015) Calidad de agua para riego agrícola	3
Tabla 7, Anexo 1, Libro VI, TULSMA (2015) Calidad de agua para uso recreativo con contacto secundario	6
Según Sistemas lénticos	6,5 y 7,5
Lagos no contaminados	6,0 y 9,0
Tabla 2, Anexo 1, Libro VI, TULSMA (2015) Calidad admisible para la preservación de la vida acuática y silvestre en aguas dulces, marinas y de estuarios	6,5 a 9,0
Tabla 7, Anexo 1, Libro VI, TULSMA (2015) Calidad de agua para uso recreativo con contacto secundario	6,0 a 9,0

✓ **TEMPERATURA °C**

SEGÚN Roldan y Ramírez (2008)

Tabla 9 Límites máximos para determinar la temperatura en una laguna

Criterios	Unidad	Descripción	Límite máximo permisible
Temperatura	(°C)	Lagos y lagunas con altitudes de 3000 a 4000 m s.n. m.	12 a 15.

✓ **NITRATOS**

Concentración de nitrato en fuentes de agua según (El departamento de Itatí, Argentina)

Tabla 10 Concentración de nitratos en fuentes de agua

Fuente	Media	Rango
Laguna	0,99	0.05-4

✓ **Fosforo total y clorofila “a”**

Grado de eutrofia que pueden alcanzar un cuerpo de agua para los diferentes estados tróficos y los diferentes valores de clorofila, transparencia y fósforo según OCDE.

Tabla 11 Grado de Eutrofia para un cuerpo de agua

Grado de eutrofia	Clorofila (mg/m3)	P (mg/m3)
Ultraoligotrófico	< 1	<4
Oligotrófico	1- 2,5	4-10
Mesotrófico	2,3-7,9	10-35
Eutrófico	8-25	35-100
Hipertrófico	>25	>100

✓ **TURBIDEZ**

Según NORMA INEN 1 108

Tabla 12 Límites máximos permisibles para determinar la Turbidez

Criterios	LIMITE DESEABLE	LIMITE MAX. DISPONIBLE
Turbidez	5 NTU	5NTU

TSI para clorofila y fosforo total según OCDE.

Tabla 13 Estado trófico en cuerpos de agua

ESTADO DE EUTROFIA	TSI	CLOROFILA Y FOSFORO TOTAL mg/m³
Oligotrófico	0	0,04
	10	0,12
	20	0,34
	30	0,94
Mesotrófico	40	2,60
	50	6,40
	60	20,00
Eutrófico	70	56.00
	80	154.00
	90	427.00
Hipereutrófico	100	1183.00

Fuente: OCDE

10. ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE LOS RESULTADOS

10.1. Causas principales de la eutrofización de la laguna de Atocha

Actividad ganadera

La comunidad de Atocha una gran parte se dedica a la actividad ganadera, los cuales son pastoreados en los contornos de la laguna en temporada de lluvia y en las inmediaciones en temporada de estiaje originando una mayor acumulación de materia orgánica que posteriormente se deposita en la laguna ya sea por escorrentía (lluvia) o por defecación directa (estiaje) Ver Anexo 4, fotografía 2.

Vertimiento de residuos sólidos hacia la laguna.

La disposición de residuos sólidos que registra la laguna de Atocha crea muchos inconvenientes sobre todo a las mismas personas que arrojan la basura a los alrededores de este cuerpo de agua. El depósito de desechos, tanto sólidos como líquidos, reducen el área hidráulica dando lugar a efectos negativos, como el estancamiento de agua, que genera nidos de mosquitos y focos infecciosos acabando con la flora y fauna natural, matando a miles de aves y otras especies como las truchas que confunden los pequeños pedazos de plástico con comida. Ver Anexo 4.

Resultados de los parámetros físico, químico y Biológico

10.2. Temperatura

La temperatura es un elemento muy significativo para la desnitrificación, así como en la distribución, periodicidad y reproducción la temperatura está relacionada con la altitud a la que se encuentran las lagunas (**3576 msnm**), es por esta razón que en la laguna de Atocha los niveles de temperatura promedio son de 14,6 °C en época lluviosa y 12,9 °C en temporada de estiaje, con las que se determinó que no existe una variación importante entre los valores ya que se encuentran dentro del rango máximo y mínimo de desviación (12°C- 15°C) al encontrarse a mayor altitud presenta la temperatura más baja.

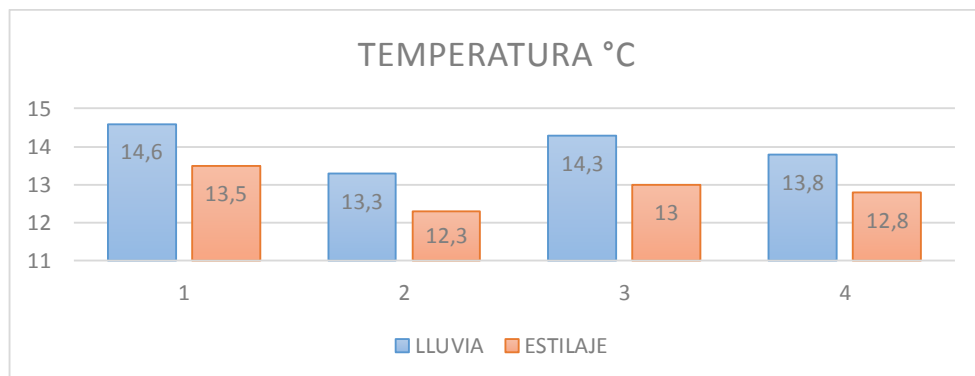
Es necesario indicar que una característica de los lagos tropicales de alta montaña es presentar temperaturas más o menos uniformes a lo largo del año, la temperatura es un factor importante para la producción de la clorofila “a”. Además, la temperatura afecta la fotosíntesis a nivel estomático y cloroplástico, como también la velocidad de las reacciones metabólicas (Bautista-Villarreal M., 2016)

Tabla 14 Temperatura en la laguna de Atocha

TEMPERATURA °C			ALTITUD: 3576	
MUESTRA	LLUVIA (Abril)	ESTIAJE (Junio)	Coordenadas	
			X	Y
1	14,6 °C	13,5 °C	752629	9880059
2	13,3 °C	12,3 °C	752575	9880107
3	14,3 °C	13 °C	752636	9880162
4	13,8 °C	12,8 °C	752625	9880156
TOTAL	14 °C	12,9		

Elaborado por: Gabriela Toapaxi (2018)

Gráfico 1 Comparación de la temperatura en diferentes temporadas.



Elaborado por: Gabriela Toapaxi (2018)

10.3. Conductividad

El agua natural tiene iones en disolución y su conductividad es mayor y proporcional a la cantidad y características de esos electrolitos, por esto se usan los valores de conductividad como indicadores aproximados de la concentración de solutos.

La conductividad eléctrica en la laguna de Atocha promedio en época lluviosa es de 66,47 $\mu\text{S}/\text{cm}$ y en la época de estiaje es de 67,4 $\mu\text{S}/\text{cm}$. En el TULSMA no existe un criterio para la evaluar la Conductividad eléctrica, esto puede ser a que se considera una variable de tipo organoléptico, además de ello es un valor a tener en cuenta debido a que su variación puede indicar problemas de contaminación asociados a sales disueltas de distinto origen, por lo cual se tomó en cuenta los valores de calidad de agua de la Directiva Europea 98/83/CE, debido a que fija como parámetro indicador un valor de 2500 $\mu\text{S}/\text{cm}$, por tanto los valores de las diferentes épocas (lluvia y sequia) se encuentran muy por debajo de este límite.

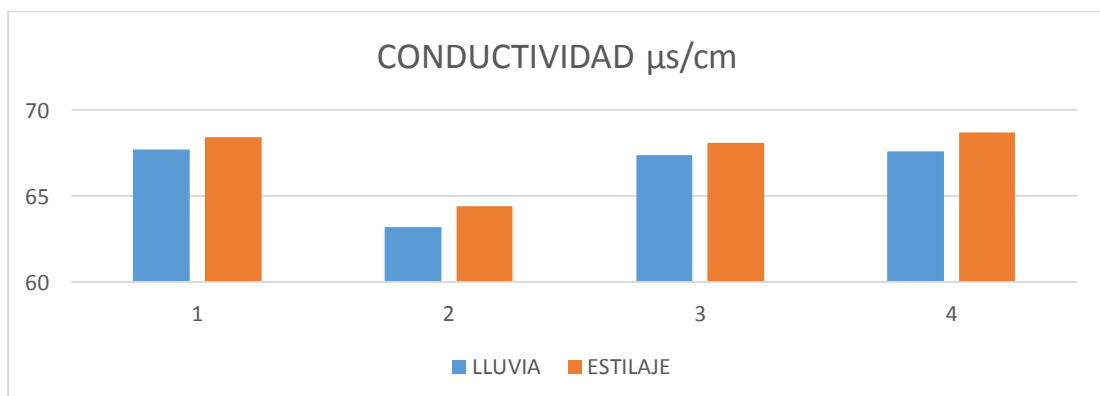
La conductividad no tiene mucha diferencia entre los dos meses de monitoreo, por lo que no se consideran cambios importantes en la calidad del agua respecto a esta variable.

Tabla 15 Conductividad en la Laguna de Atocha

Conductividad $\mu\text{S}/\text{cm}$			ALTITUD: 3576	
MUESTRA	LLUVIA (Abril)	ESTIAJE (Junio)	Coordenadas	
			X	Y
1	67,7	68,4	752629	9880059
2	63,2	64,4	752575	9880107
3	67,4	68,1	752636	9880162
4	67,6	68,7	752625	9880156
Total	66,47	67,4		

Elaborado por: Gabriela Toapaxi

Gráfico 2 Comparación de la conductividad en diferentes épocas



Elaborado por: Gabriela Toapaxi

10.4. pH

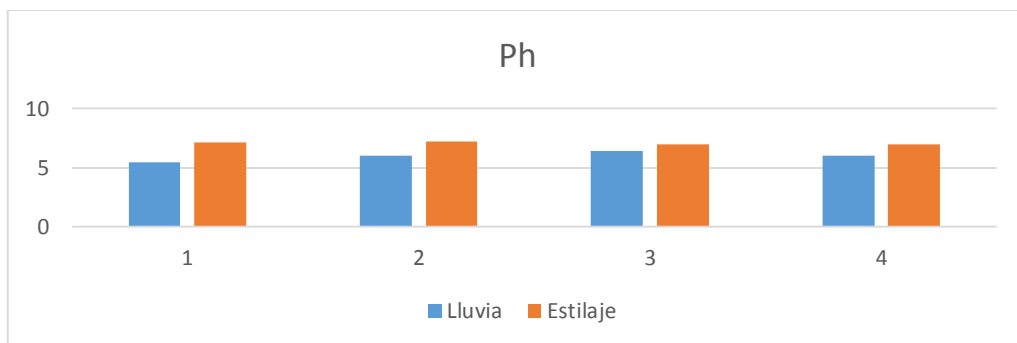
De acuerdo a los valores obtenidos de pH 7,01 en temporada de lluvias y 7,07 en temporada de estiaje, se induce que esté considerada aún como laguna debido a que al poseer valores de pH más bajos entre 3,3 y 4,5 con tendencia ácida, estaría señalado como turba o pantano. Los valores registrados se consideran normales para un agua natural y no suponen ningún problema para la vida acuática.

Tomando en cuenta los criterios de calidad admisible para la preservación de la vida acuática y silvestre en aguas dulces, marinas y de estuarios estipulados en la Tabla 7; los parámetros de los niveles de la calidad de agua para riego agrícola determinados en la Tabla 3 y los criterios de calidad de agua para fines recreativos mediante contacto secundario presentados en la Tabla 7, Anexo 1, Libro VI del Acuerdo Ministerial 97-A de julio de 2015, TULSMA. Los valores de pH se encuentran dentro de los límites permisibles en el primer caso de 6,5 a 9,0; con relación a riego y uso recreativo de 6,0 a 9,0.

Tabla 16 pH del agua de la Laguna de Atocha
Elaborado por: Gabriela Toapaxi (2018)

pH		ALTITUD: 3576		
MUESTRA	LLUVIA (Abril)	ESTIAJE (Junio)	Coordenadas	
			X	Y
1	7,12	7,16	752629	9880059
2	7,10	7,20	752575	9880107
3	6,86	6,95	752636	9880162
4	6,98	7,0	752625	9880156
Total	7,01	7,07		

Gráfico 3 Comparación del Ph en diferentes temporadas.



Elaborado por: Gabriela Toapaxi

10.5. Oxígeno Disuelto

Las cantidades de oxígeno disuelto que se encuentran en la laguna de Atocha en la temporada de lluvia son de 5,97 mg/l y en temporada de estiaje son de 5,91mg/l. Estos resultados demuestran que el oxígeno disuelto es favorable para el crecimiento y desarrollo normal de los seres vivos, las concentraciones altas de nutrientes pueden cambiar en gran medida el oxígeno disuelto durante el día debido a la actividad fotosintética de algas y plantas acuáticas.

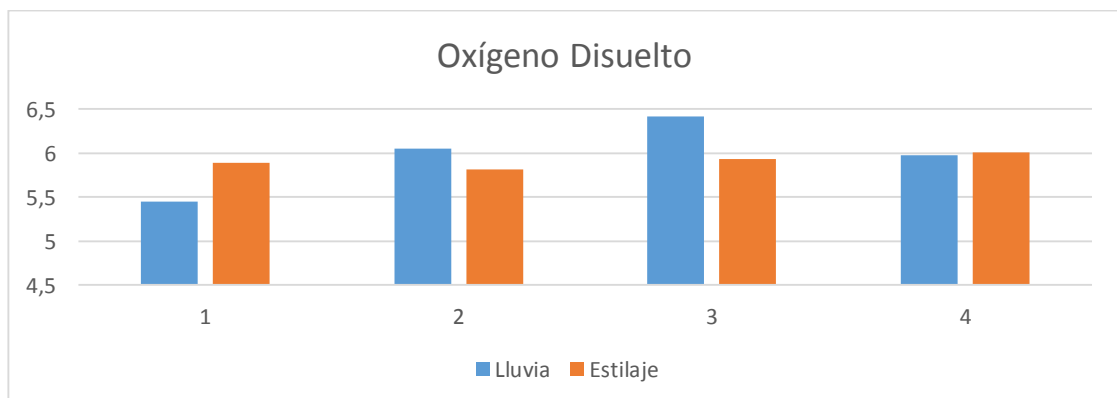
Al comparar este resultado con los rangos propuestos por (Goyenola, 2007) la condición que presentan es aceptable al estar dentro del rango de 5 a 8 mg/l, lo que indica que el oxígeno disuelto es adecuado para la vida de la gran mayoría de especies de peces y otros organismos acuáticos. Por otro lado, este resultado es adecuado al no presentar valores inferiores a 3 mg/l (criterio de calidad de agua para riego agrícola) y 6 mg/l (criterio de calidad de agua para fines recreativos mediante contacto secundario) establecidos en el TULSMA, Libro VI, Anexo 1, tablas 3 y 7.

Tabla 17 Oxígeno Disuelto del agua de la Laguna de Atocha

Oxígeno disuelto (OD) mg/l			ALTITUD: 3576	
MUESTRA	LLUVIA (Abril)	ESTIAJE (Junio)	Coordenadas	
			X	Y
1	5,45	5,89	752629	9880059
2	6,05	5,82	752575	9880107
3	6,42	5,93	752636	9880162
4	5,98	6,01	752625	9880156
Total	5,97	5,91		

Elaborado por: Gabriela Toapaxi

Gráfico 4 Comparación del oxígeno disuelto en temporada de lluvia y estiaje.



Elaborado por: Gabriela Toapaxi

10.6. Nitratos

El nitrato en concentraciones mayores a los 10mg/L, puede ser tóxico para muchos organismos el nivel natural de nitrato en aguas superficiales es típicamente bajo (menor a 1mg/L), pero en efluentes contaminados puede llegar a 30 mg/L.

Los resultados obtenidos en época de lluvia son 0,07 mg/l y en época de estiaje es de 0,07mg/l determinando que no se muestra peligro de eutrofización por este nutriente, debido a que encuentra dentro de las concentraciones establecidas, cumpliendo con los límites permisibles (10 mg/l) establecidos en el Texto de Legislación Ambiental Secundario (TULAS).

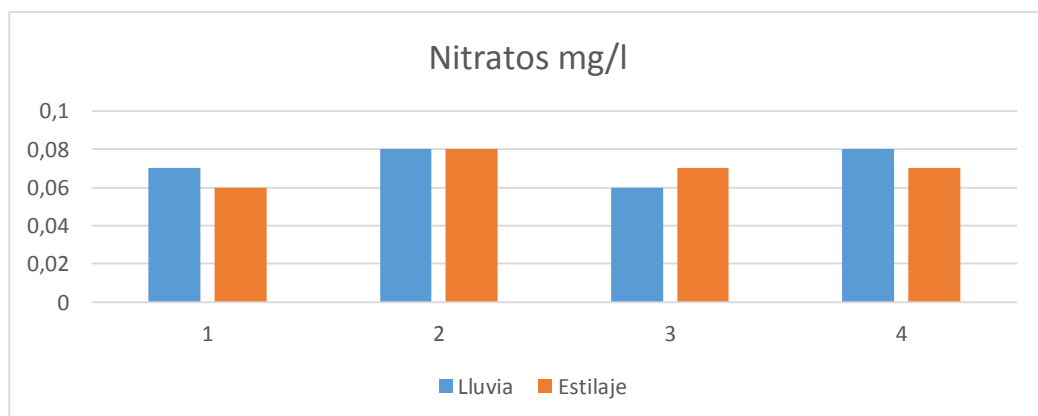
El exceso de nitrato es también una fuente de nitrógeno que puede estimular el crecimiento de algas, de acuerdo con muchos expertos en este tipo de hábitat, un nivel bajo de nitrato mejora la salud de peces e invertebrados.

Tabla 18 Nitratos del agua de la Laguna de Atocha

Nitratos mg/l			ALTITUD: 3576	
MUESTRA	LLUVIA (Abril)	ESTIAJE (Junio)	Coordenadas	
			X	Y
1	0,07	0,06	752629	9880059
2	0,08	0,08	752575	9880107
3	0,06	0,07	752636	9880162
4	0,08	0,07	752625	9880156
Total	0,07	0,07		

Elaborado por: Gabriela Toapaxi

Gráfico 5 Comparación del Nitrato en temporada de lluvia y estiaje.



Elaborado por: Gabriela Toapaxi

10.7. Fósforo total en la laguna de Atocha

La carga promedio total de fósforo total en los 4 puntos de monitoreo en la temporada de lluvia fue de 16,67 mg/m³ y estiaje fueron de 14,45 mg/m³

Al comparar las concentraciones de fósforo total obtenidos con la clasificación del nivel trófico propuestas por OECD (1982), se evidencia que la laguna de Atocha presenta un nivel **mesotrófico**, ya que el valor propuesto por la organización es 10-35 (mg/m³) y en el cuerpo de agua se encontró una concentración de 16,67 mg/m³) en la temporada de lluvia y 14,45 mg/m³) en temporada de estiaje respectivamente.

Igualmente se obtuvo el mismo resultado mesotrófico, TSI = 21,74 en época lluviosa y en época de estiaje de 20,83 utilizando la metodología según Carlson (1977) donde el valor propuesto por el autor es un > 30 - < 60, el aumento del fósforo total podría atribuirse principalmente a la actividad ganadera, que puede llevar a una degradación seria de las aguas

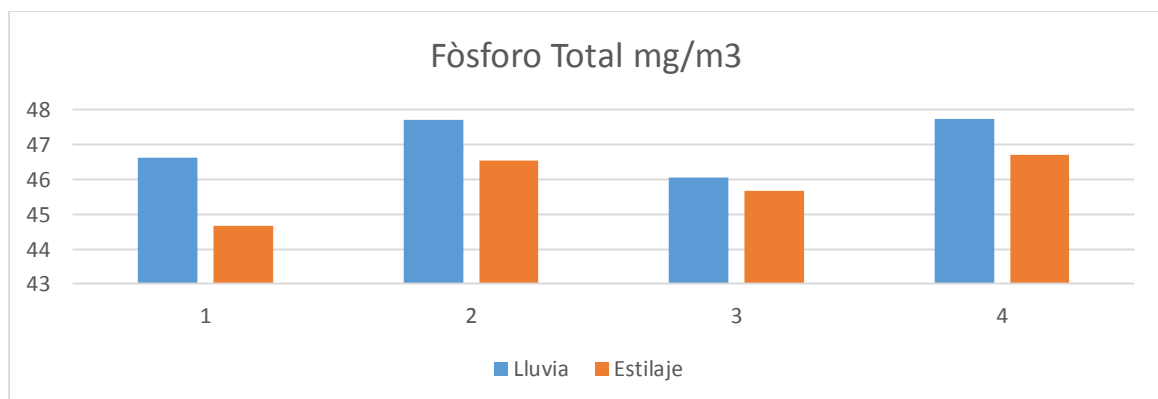
Superficiales y subterráneas.

Tabla 19 Fosforo Total del agua de la Laguna de Atocha

FOSFORO TOTAL (mg/m ³)			ALTITUD:3576	
MUESTRA	LLUVIA (Abril)	ESTIAJE (Junio)	Coordenadas	
			X	Y
1	15,5	12,5	752629	9880059
2	17,7	15,6	752575	9880107
3	14,6	13,3	752636	9880162
4	18,9	16,4	752625	9880156
Total	16,67	14,45		

Elaborado por: Gabriela Toapaxi

Gráfico 6 Comparación del fósforo total en diferentes épocas



Elaborado por: Gabriela Toapaxi

10.7.1. Índice del estado trófico del fósforo total

Para determinar el estado trófico del fósforo total se tomó en cuenta la siguiente fórmula:

$$\text{TSI Ptotal} = 14,42 \ln (\text{Ptotal}) + 4,15$$

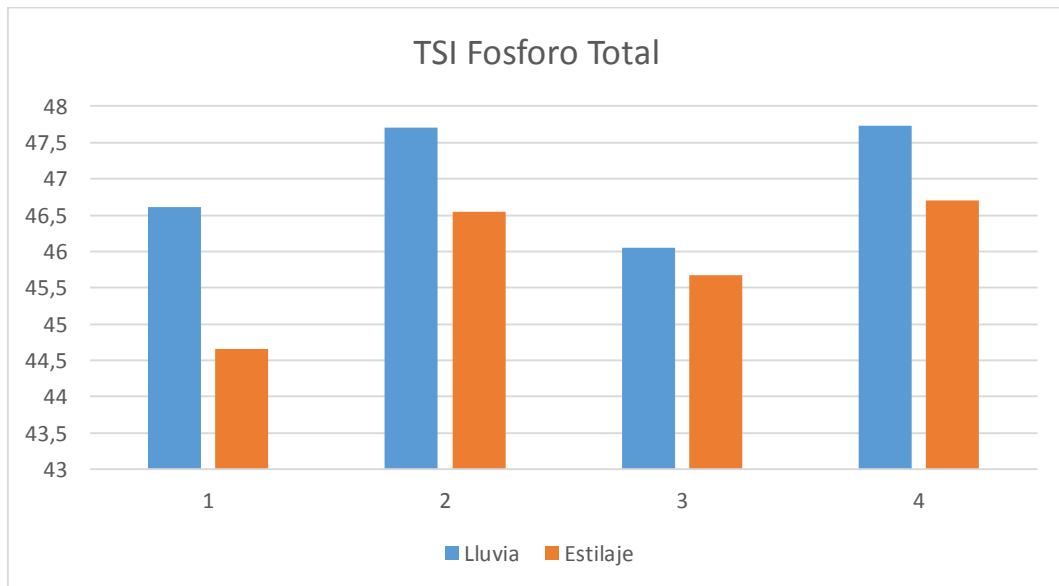
Mediante el método de la Carlson, el índice de estado trófico promedio del fósforo total para la temporada de lluvia es TSI = 21,74 y para la temporada de estiaje es TSI = 20,83 como se presenta en el cuadro N°.19

Tabla 20 Índice de estado trófico del Fosforo Total según Carlson

MUESTRA	LLUVIA (Abril)	ESTIAJE (Junio)
1	21,31	19,96
2	22,18	21,35
3	20,93	20,35
4	22,55	21,66
TOTAL	21,74	20,83

Elaborado por: Gabriela Toapaxi (2018)

Gráfico 7 TSI del fósforo total en diferentes épocas



Elaborado por: Gabriela Toapaxi

10.8. Turbidez

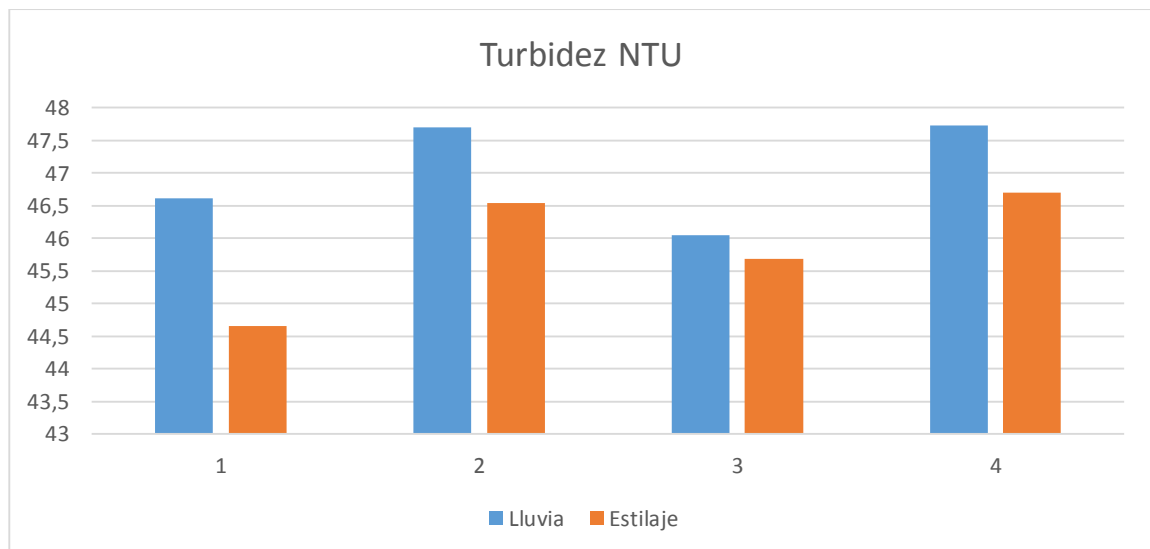
En las muestras se obtuvo valores promedios de 3,16 en época lluviosa, 2,91 en época de estiaje el parámetro deseable límite es 5,0 y máximo es 5,0, lo que significa que es inferior al límite y máximo permisible dentro de la norma INEN1108 estableciendo no se encuentran parámetros dentro de la norma ambiental, esto se debe a la vegetación en los alrededores de la laguna generando un aporte de minerales al agua, además de provocar mayor turbidez por la presencia de partículas disueltas esto interfiere con la actividad fotosintética de otras algas en el fondo de la laguna ocasionando que mueran y sedimenten, dejando un nicho que es colonizado por las cianobacterias.

Tabla 21 Turbidez del agua de la Laguna de Atocha

Turbidez NTU			ALTITUD:3576	
MUESTRA	LLUVIA (Abril)	ESTIAJE (Junio)	Coordenadas	
			X	Y
1	3,02	2,82	752629	9880059
2	3,89	3,65	752575	9880107
3	2,80	2,47	752636	9880162
4	2,96	2,75	752625	9880156
TOTAL	3,16	2,91		

Elaborado por: Gabriela Toapaxi (2018)

Gráfico 8 Comparación de la Turbidez en diferentes épocas



Elaborado por: Gabriela Toapaxi

10.9. Clorofila “a”

Los niveles de concentración promedio de la clorofila “a” en los 4 puntos de monitoreo para la temporada de lluvia y estiaje son de 7,82 mg/m³ y 7,05 respectivamente.

Los resultados de las mediciones de clorofila “a” se compararon con las metodologías propuestas por OECD (1982) y Carlson (1977). De acuerdo a la primera metodología se encuentra en un nivel mesotrófico ya que el valor propuesto por el autor es 2,3-7,9 mg/m³ encontrándose dentro del rango establecido.

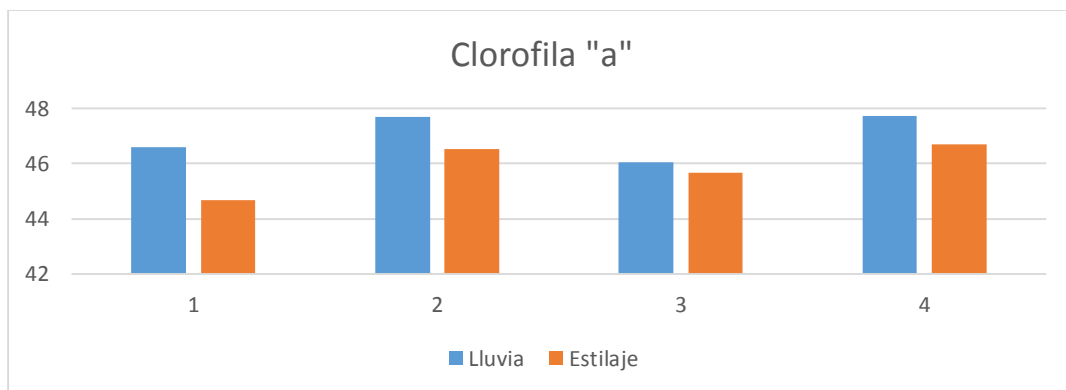
Al comparar con la segunda metodología también se encuentra en un nivel de eutrofización mesotrófico ($50 < \text{TSI} < 70$) debido a que los resultados alcanzados fueron: $\text{TSI}= 47,02$ y $\text{TSI}=45,89$ (Tabla N°23). El cambio climático afecta directamente a la vegetación de las lagunas, debido a que el incremento de la temperatura estimula la producción de la clorofila y por ende mayor proliferación de vegetación flotante como los lirios, y de columna de agua con predominio de plantas submergentes y altas.

Tabla 22 Concentración de clorofila "a" del agua de la Laguna de Atocha

Clorofila(mg/m ³)			ALTITUD:3576	
MUESTRA	LLUVIA (Abril)	ESTIAJE (Junio)	Coordenadas	
			X	Y
1	7,514	6,289	752629	9880059
2	8,305	7,470	752575	9880107
3	7,143	6,903	752636	9880162
4	8,328	7,577	752625	9880156
TOTAL	7,82	7,05		

Elaborado por: Gabriela Toapaxi (2018)

Gráfico 9 Comparación de Clorofila “a” en diferentes temporadas



Elaborado por: Gabriela Toapaxi

10.9.1. Índice del estado trófico de la clorofila "a"

Para determinar el estado trófico del fósforo total se tomó en cuenta la siguiente fórmula:

$$\text{TSI Clorof a} = 10 * \left(2,46 + \frac{\text{Ln}(\text{clorofila a})}{\text{Ln}(2,5)} \right)$$

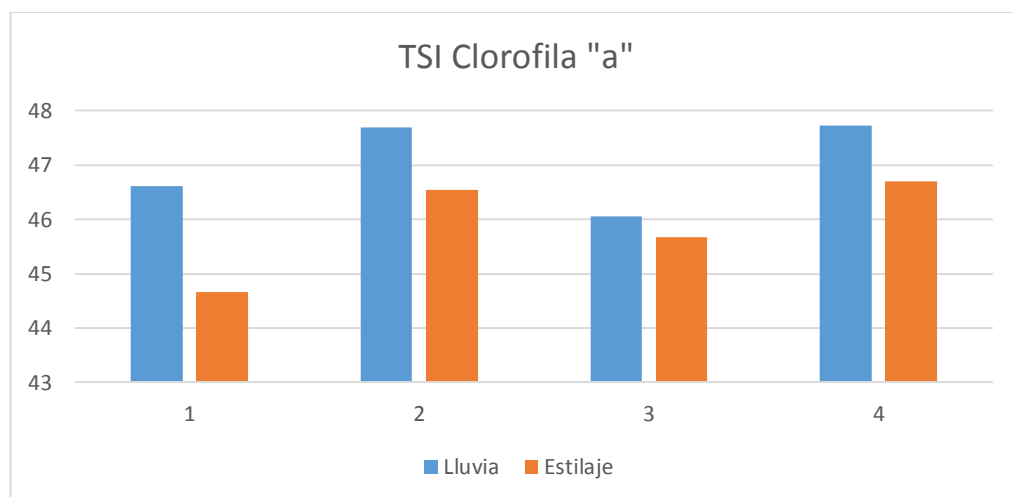
Mediante el método de la Carlson, el índice de estado trófico promedio del fósforo total para la temporada de lluvia es TSI = 47,02 y para la temporada de estiaje es TSI = 45,89 como se presenta en el cuadro N°.19

Tabla 23 Índice del estado trófico de la clorofila "a" según Carlson

MUESTRA	LLUVIA (Abril)	ESTIAJE (Junio)
1	46,61	44,66
2	47,70	46,54
3	46,05	45,68
4	47,73	46,70
TOTAL	47,02	45,89

Elaborado por: Gabriela Toapaxi

Gráfico 10 Comparación del índice del estado trófico de la clorofila "a" en diferentes temporadas



Elaborado por: Gabriela Toapaxi (2018)

11. Alternativas de manejo en la laguna con base al nivel de eutrofización tomando en cuenta factores conservación, manejo, turismo.

Al realizar los respectivos análisis de los diferentes parámetros físico-químico y biológico en la laguna de Atocha se comprobó la hipótesis nula, determinando que la misma se encuentra en un nivel de eutrofización mesotrófico, provocado por actividades antrópicas tales como son el mal manejo de los residuos sólidos y la presencia de pastoreo de ganado en las orillas que contaminan los cuerpos de agua con sus deposiciones incrementado la descomposición de materia orgánica y por ende causando la eutrofización. Debido a la situación en la que se encuentra se debe implementar lo siguiente:

❖ Establecer una adecuada gestión de la conservación de la laguna

Es necesario contar con el compromiso de las autoridades competentes, pero también es imprescindible contar con el compromiso crear y aplicar políticas protectoras del ambiente natural, mediante la formulación de ordenanzas que comprometan la participación de la sociedad en general y la participación activa de todos los actores sociales involucrados, puesto que en gran medida ellos son los responsables de los problemas de contaminación y por otra parte que ellos son los directos beneficiarios de los recursos naturales de la región y los directos afectados de los daños ambientales.

❖ Retirada de escombros

La retirada de los depósitos de escombros y otros residuos sólidos existentes, tanto en los alrededores como en el interior de la laguna, tendría evidentes beneficios para el entorno. Se recuperarían zonas de aguas libres en el interior del vaso lacustre, reduciendo el efecto de colmatación producido por los aportes de residuos, eliminando una importante fuente de contaminación y eutrofización significaría, además, una mejora atractiva del paisaje.

❖ Implementación de contenedores para reciclaje

Los recipientes a utilizarse para el almacenamiento de desechos sólidos deberán evitar el contacto de estos residuos con el medio asegurando que los desechos sólidos que sean generados por la comunidad, visitantes y turistas, no sean arrastrados o infiltrados hacia la

laguna. Los recipientes deberán encontrarse protegidos en lugares que estén bajo una cubierta ya sea de madera, plástico o cualquier otro tipo de material, con el objeto de impedir el ingreso de la lluvia, evitar que se produzcan lixiviados de los recipientes. La disposición o destino final de los desechos sólidos comunes será ejecutado a través de carros recolectores hacia el botadero más cercano.

Adicionalmente el material que sea posible de recuperar o reciclar (papel, cartones, vidrios plásticos entre otros se deberá colocar en recipientes especiales para tal efecto, debidamente identificados.

Se deben aplicar los siguientes colores para los recipientes de almacenamiento de residuos:

- **Para papel y cartón, vidrio:** Color azul
- **Para residuos no aprovechables (waipes y trapos):** Color negro o Rojo
- **Para residuos orgánicos:** Color verde
- **Para residuos de aceite usado:** Color gris o Rojo
- **Para residuos metálicos:** blanco o café
- **Para residuos plásticos:** Color amarillo.

❖ **Vigilancia participativa comunitaria**

Actividades como el turismo, el crecimiento urbano, la agricultura y la ganadería intensiva y extensiva, representan factores de riesgo si éstas no se desarrollan en armonía con la normatividad vigente, para minimizar estos riesgos, se necesita de una vigilancia, el área a vigilar es extensa y con zonas de acceso muy difícil, las autoridades responsables de ejercer esta tarea no cuentan con el personal debidamente capacitado y en cantidad suficiente, por estos motivos, es necesario apoyarse en las comunidades que inciden directamente en la laguna, para que ellos contribuyan a las tareas de vigilancia de los recursos naturales mediante el establecimiento de comités de vigilancia participativa comunitaria capacitados.

❖ **Capacitación a la comunidad de Atocha**

Capacitar y concienciar al personal de las comunidades que se encuentran dentro del área de estudio acerca del adecuado manejo de residuos sólidos y la incidencia que tiene la ganadería y la agricultura en la contaminación del medio ambiente. La capacitación al personal debe

realizarse a través de charlas programadas conjuntamente con el GAD de Salcedo, Ministerio del Ambiente de Cotopaxi entre otras entidades públicas, en las cuales se indiquen los principales impactos ambientales que causan los residuos de tipo agrícola, ganadero y la deforestación y sus adecuadas medidas de mitigación, además del conocimiento efectivo de procedimientos adecuados para la manipulación y almacenamiento temporal de desechos.

Se pretende llegar a un acuerdo con los municipios y juntas parroquiales del cantón, así como con otros actores que tienen injerencia directa en la laguna, para de esta forma establecer compromisos que permitan conservar estos ecosistemas y contribuir al desarrollo sostenible de la comunidad.

❖ **Minimizar la contaminación mediante buenas prácticas pecuarias**

- Llevar a cabo la concientización a todos los ganaderos de la comunidad de la zona sobre la incidencia que tiene la ganadería en la contaminación del medio ambiente.
- Las medidas a tomar en cuanto a las actividades pecuarias para evitar el deterioro de la calidad de agua son respetando los límites de la capacidad de carga animal para los páramos, que para el caso del ganado bobino es de 4 cabezas por hectárea según el (SINAGAP, s.f.).
- Es importante que los animales no entren en contacto con las fuentes de agua, por lo tanto, deberían cercar a los alrededores de la Laguna o construir abrevaderos que no tengan contacto con los cauces naturales.

❖ **Turismo**

En forma general, se establece que las comunidades asentadas en el área de influencia de la laguna de Atocha, poseen una gran potencialidad, lamentablemente el desarrollo turístico de esta zona se ve limitado y entorpecido principalmente por falta de una adecuada infraestructura turística. En este aspecto es necesaria la restauración de vías de acceso, aumentar la frecuencia de transporte público, ampliación y mejoramiento de la capacidad de hospedaje que sirva para el alojamiento de los turistas o visitantes, implementación de restaurants que sirvan para la alimentación de los turistas o visitantes.

❖ **Gestión de recursos financieros y técnicos**

Para que las alternativas de manejo se concreten se requiere buscar financiamiento no solamente para la elaboración e implementación de esta propuesta, sino también de los futuros programas y proyectos que se identifiquen y prioricen dentro de las alternativas para el buen manejo de la Laguna. Estos recursos deberían provenir de los aportes de los gobiernos nacional, regional, provincial y cantonal, así como de otras organizaciones e instituciones interesadas en la conservación del área.

11. DISCUSIÓN

En Ecuador no existe un sistema para la clasificación de lagos en distintos tipos basado en el estado trófico. Se utilizó clasificaciones empleadas a nivel internacional como las propuestas por OECD (1982), APHA (1981) y Carlson (1977). De acuerdo a estos criterios se comprobó que la laguna de Atocha muestra un estado mesotrófico para las variables de fósforo total y clorofila “a”.

El valor promedio más alto de la concentración de clorofila “a” registrado en este estudio fue $7,82\text{mg/m}^3$ en época de lluvia, al igual que el parámetro de fósforo total con un promedio de $16,7\text{ mg/m}^3$ con respecto a las otras lagunas estudiadas. Rivera et al., (2005) establece que a concentraciones de clorofila “a” menores a 60 mg/m^3 el método proporciona resultados confiables para sistemas acuáticos, por tanto, los resultados obtenidos en esta investigación podrían ser considerados válidos.

La conductividad presenta valores inferiores a $70\text{ (}\mu\text{S/cm)}$ debido a la baja cantidad de iones disueltos, la laguna de atocha tiene el valor más alto en la temporada de estiaje con una media de $67,4\text{ (}\mu\text{S/cm)}$, y en temporada de lluvia muestra un resultado más bajo con una conductividad promedio de $66,47\text{ (}\mu\text{S/cm)}$, comparando estos datos con los límites establecidos por Massol (2010) se considera que el agua presente en las lagunas es pura al tener valores inferiores a $<280\text{ (}\mu\text{S/cm)}$; los resultados bajos de conductividad son una características de los lagos oligotróficos de altas montañas tropicales de acuerdo con Roldán y Ramírez (2008).

La concentración promedio de oxígeno disuelto (OD) en la laguna es aproximadamente 6 mg/l ; al comparar este resultado con los rangos propuestos por Goyenola (2007), la condición que presentan es aceptable al estar dentro del rango de $5\text{ a }8\text{ mg/l}$ demostrando que se puede dar un desarrollo normal de la vida acuática; por otro lado, este resultado es adecuado al no presentar valores inferiores a 3 mg/l (criterio de calidad de agua para riego agrícola) y 6 mg/l (criterio de calidad de agua para fines recreativos mediante contacto secundario) establecidos en el TULSMA, Libro VI, Anexo 1.

La temperatura está relacionada con la altitud a la que se encuentran las lagunas, es por esta razón que la laguna de Atocha presenta temperaturas con promedios de 14 y $12,9\text{ }^\circ\text{C}$ respectivamente con una altitud de 3576 msnm , al encontrarse a mayor altitud presenta la

temperatura más baja, es necesario indicar que una característica de los lagos tropicales de alta montaña es presentar temperaturas más o menos uniformes a lo largo del año.

Los resultados promedio de pH obtenidos en la laguna de Atocha señala que se encuentran dentro de los rangos de pH propuestos por Roldan y Ramírez (6,5 -7,5) para sistemas lénticos y por Studer (6 a 9) para lagos no contaminados, cumpliendo también con los límites establecidos por el TULSMA en cuanto a calidad de agua para riego agrícola (6-9), para uso recreativo de contacto secundario (6-9), y para la preservación de la vida acuática (6,5 a 9).

La concentración promedio más alta de clorofila “a” y fósforo total que se obtuvo en la laguna de Atocha presentan un valor de 7,82 mg/m³ y 16,67 mg/m³ y obteniendo un Índice del Estado Trófico (TSI) de 48,53 mg/m³ y 21,74 mg/m³ y el parámetro de fosforo total al comparar con la escala propuesta por Carlson (1977) se tiene un estado de eutrofización mesotrófico provocado por la presencia de pastoreo de ganado en las orillas que contaminan los cuerpos de agua con sus deposiciones incrementado la descomposición de materia orgánica y por ende de eutrofización.

12. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

12.1 CONCLUSIONES

- ✓ Se comprobó que las variables pH y OD medidas “in situ” están dentro de los límites de la normativa ambiental nacional, donde el pH tiene valores admisibles dentro del rango de 6 a 9 para riego agrícola y de 6,5 a 9 para la preservación de la vida acuática, mientras que el valor de OD tiene como límite permisible para riego agrícola 3 mg/l; en cuanto a los parámetros conductividad, temperatura, Turbidez, nitratos no se presentan límites permisibles con respecto a calidad del agua dentro de la normativa por lo que fueron comparados con los criterios propuestos por otros autores.
- ✓ La concentración promedio más alta de clorofila “a” se presentó en la época lluviosa con un valor de 7,82 mg/m³, y en la época de estiaje con 7,05 mg/m³, al ser comparados con las metodologías propuestas por OECD (1982) y Carlson (1977) se concluye que este tipo de sistemas acuáticos presentan un nivel de eutrofización mesotrófico propio de aguas que contienen niveles moderados de nutrientes.
- ✓ Al comparar los valores de TSI de clorofila “a” (Índice del estado trófico) se obtuvo con la escala propuesta por Carlson (1977) que la laguna de Atocha promedio en época lluviosa fue de 48,53 y en época de estiaje de 47,34 y TSI de fosforo total con un valor de 21,4 en época lluviosa y 20,83 en época de estiaje que indica que al igual que la concentración de clorofila tienen un nivel mesotrófico propio de aguas que contienen niveles moderados de nutrientes.
- ✓ Para el desarrollo de las alternativas de manejo en la laguna conservación, manejo, turismo se debe implementar y cumplir a cabalidad todos los programas, y actividades, que se encuentran estructurados para mejorar el agua con fines recreativos, recuperando este espacio natural y el medio ambiente, para que exista el incremento de turistas al sector y también el desarrollo económico de la población del sector.

12.2. RECOMENDACIONES

- ✓ Es preciso un trabajo conjunto entre los GAD de Salcedo, Juntas Parroquiales, Ministerio del Ambiente, Comunidad propias y aledañas al sector en cuanto a políticas de conservación para preservar las condiciones naturales que actualmente presentan la laguna.
- ✓ Es recomendable que se intensifique el control de las actividades que se desarrollan alrededor de la laguna de Atocha para que la misma no incremente el nivel de eutrofización.
- ✓ Deben realizarse estudios mediante otras metodologías que permitan complementar los resultados obtenidos en esta investigación.
- ✓ Sería beneficioso realizar un monitoreo constante de por lo menos una vez al año para probar que se mantenga la calidad del agua de las lagunas.

12. BIBLIOGRAFÍA

- Aguamarket. (s.f.). Niveles tróficos, eutrofización. Obtenido de <http://www.aguamarket.com/diccionario/terminos.asp?Id=3633&termino=Niveles+tróficos,+eutrofizacion>
- Aimacaña, T. (Octubre de 2017). DETERMINACIÓN DEL ESTADO TRÓFICO DE LA LAGUNA DE YAMBO A. Obtenido de <http://www.dspace.uce.edu.ec/bitstream/25000/13141/1/T-UCE-0012-39.pdf>
- Aparicio, R. (27 de Septiembre de 2012). Obtenido de <https://triplenlace.com/2012/09/27/eutrofizacion-causas-y-efectos/>
- Arenas, C. C. (s.f.). Eutrofización: Abundancia que mata. Obtenido de <http://bibliotecas.umar.mx/publicaciones/eutrofizacion.pdf>
- Barba, A. A. (2000). DETERMINACIÓN DE LOS PARÁMETROS FÍSICO-QUÍMICOS DE CALIDAD DE LAS AGUAS. . Obtenido de <http://ocw.uc3m.es/ingenieria-quimica/ingenieria-ambiental/otros-recursos-1/OR-F-001.pdf>
- Bautista-Villarreal M., N.-G. A. (2016). INFLUENCIA DEL TIPO Y TIEMPO DE COCCIÓN EN LA DEGRADACIÓN DE CLOROFILA. Investigación y Desarrollo en Ciencia y Tecnología , 412-417.
- Calvo, M. (s.f.). Clorofila. Obtenido de <http://milksci.unizar.es/bioquimica/temas/pigmentos/clorofila.html>
- Díaz, J. P. (2013). Importancia del Agua. Obtenido de <http://www.usmp.edu.pe/publicaciones/boletin/fia/info86/articulos/importanciaAgua.html>
- Folleto Informativo. (s.f.). Obtenido de https://www.waterboards.ca.gov/water_issues/programs/swamp/docs/cwt/guidance/3130sp.pdf
- Franco, D. P. (9 de Noviembre de 2010). Métodos para identificar, diagnosticar y evaluar el grado de Eutrofia. Obtenido de <http://www2.izt.uam.mx/newpage/contactos/anterior/n78ne/eutrofia2.pdf>
- Gardey, J. P. (2013). Definición de Laguna. Obtenido de <https://definicion.de/laguna/>
- Goyenola, G. (2007). Guía para la utilización de las Valijas Viajeras – Oxígeno Disuelto. Obtenido de Oxígeno Disuelto : http://imasd.fcien.edu.uy/difusion/educamb/propuestas/red/curso_2007/cartillas/tematicas/OD.pdf
- Holguín, J. E. (s.f.). VARIACIONES DIARIAS DE TEMPERATURA, SALINIDAD, CLOROFILA EN UNA LAGUNA. Obtenido de <http://www.redalyc.org/pdf/480/48020201.pdf>

- Katerine Vammen, J. T. (s.f.). Evaluación del proceso de eutrofización . Obtenido de http://www.bvsde.org.ni/Web_textos/CIRA/CIRA0018/proceso%20de%20eutrofizacion%20lago%20cocibolca.pdf
- Loachamin, J. P. (9 de 2017). DETERMINACIÓN DEL ESTADO TRÓFICO DE LAS LAGUNAS DE MOJANDA A TRAVÉS DE LA CUANTIFICACIÓN DE CLOROFILA “A”. Obtenido de www.dspace.uce.edu.ec/bitstream/25000/13140/1/T-UCE-0012-38.pdf
- Meyer., W. J. (12 de Septiembre de 2006). La Investigación Descriptiva. Obtenido de NOEMAGICO: <https://noemagico.blogia.com/2006/091301-la-investigacion-descriptiva.php>
- Minor, C. S. (19 de Abril de 2013). Medio Oligotróficos. Obtenido de <https://aquetzalli1.wordpress.com/2013/04/19/medio-oligotrofos/>
- Moreira, J. (Julio de 2016). Tesis Previa a la Obtención de del Título de Ingeniería Ambiental. Obtenido de <http://repositorio.espam.edu.ec/bitstream/42000/285/1/TMA86.pdf>
- Moreta, J. (Octubre de 2008). LA EUTROFIZACIÓN DE LOS LAGOS Y SUS CONSECUENCIAS. Obtenido de <http://repositorio.utn.edu.ec/bitstream/123456789/720/2/06%20NUT%20099%20TESIS.pdf>
- Oña, J. (Septiembre de 2017). DETERMINACIÓN DEL ESTADO TRÓFICO DE LAS LAGUNAS DE. Obtenido de <http://www.dspace.uce.edu.ec/bitstream/25000/13140/1/T-UCE-0012-38.pdf>
- Oña, P. (01 de Marzo de 2016). BLOG DE GEOGRAFIA. Obtenido de <http://elauladehistoria.blogspot.com/2016/03/lagos-y-lagunas.html>
- PARAMETROS FÍSICO-QUÍMICOS: CONDUCTIVIDAD. (s.f.). Obtenido de <https://www.uprm.edu/biology/profs/massol/manual/p2-conductividad.pdf>
- QuestionPro. (2015). Investigación de Campo. QuestionPro.
- Roldan, J. (2008). Obtenido de https://www.cortolima.gov.co/sites/default/files/images/stories/centro_documentos/pom_totare/diagnostico/l_211calidad_de_aguas.pdf
- SINAGAP. (s.f.). INFO-PRODUCTOR PRECIOS. Obtenido de <http://sinagap.magap.gob.ec/Sina/paginasInfocentros/InfoProductor.aspx>
- Ministerio del Ambiente del Ecuador, (2015) Acuerdo Ministerial No. 097-A. Sustitúyase el Libro VI del Texto Unificado de Legislación Secundaria. Quito, Registro Oficial No. 387.
- Studer, E., (2007) Evaluación de Parámetros físicos, químicos y biológicos Indicadores del Estado Trófico del Lago de Yojoa, Honduras. Tesis de Maestría. Lausanne, Faculté ENAC, École polytechnique fédérale de Lausanne.

Rivera, C.; Zapata, A.; Pinilla, G.; Donato, J.; Chaparro, B. y P. Jiménez, (2005)
“Comparación de la estimación de la clorofila-a mediante los métodos espectrofotométrico y fluorométrico” en Acta Biológica Colombiana. Volumen 10, número 2, abril-septiembre 2005, pp. 95-103.

Ministerio de Agricultura, Ganadería, Acuicultura y Pesca (MAGAP), (2003) Mapa de tipos de clima del Ecuador Continental. Tipología de climas escala 1:250.000. MAGAP.

13. ANEXOS

Anexo 1. Aval de traducción de idioma inglés.

	Universidad Técnica de Cotopaxi	CENTRO DE IDIOMAS
<i>AVAL DE TRADUCCIÓN</i>		
<p>En calidad de Docente del Idioma Inglés del Centro 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 (INGENIERIA EN MEDIO AMBIENTE) de la facultad de (CIENCIAS AGROPECUARIAS Y RECURSOS NATURALES) (TOAPAXI QUISPE GABRIELA ESTEFANIA), cuyo título versa "DETERMINACIÓN DEL NIVEL DE EUTROFIZACIÓN DEL AGUA DE LA LAGUNA DE ATOCHA DE LA PARROQUIA CUSUBAMBA UBICADO EN EL CANTÓN SALCEDO, PERÍODO 2017-2018, lo realizó bajo mi supervisión y cumple con una correcta estructura gramatical del Idioma.</p>		
<p>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.</p>		
<p>Latacunga, Agosto del 2018</p>		
<p>Atentamente,</p>		
		
<p>Marcelo Pacheco Pruna DOCENTE CENTRO DE IDIOMAS C.C. 0502617350</p>		
		 CENTRO DE IDIOMAS

Anexo 2. Hoja de Vida del tutor del Proyecto de Investigación.

CURRÍCULUM VITAE



1.- DATOS PERSONALES

NOMBRES Y APELLIDOS: Cristian Javier Lozano Hernández

FECHA DE NACIMIENTO: 23 de Marzo de 1984

CEDULA DE CIUDADANÍA: 0603609314

ESTADO CIVIL: Soltero

NUMEROS TELÉFONICOS: 0992850220 / 032916553

DIRECCIÓN DOMICILIARIA: Latacunga, Av. Unidad Nacional y Márquez de Maenza - Sector el Niagara.

E-MAIL: cristian.lozano@utc.edu.ec / cristian_84lh@hotmail.com

2.- ESTUDIOS REALIZADOS

NIVEL PRIMARIO: Escuela Fiscal Mixta “Joaquín Chiriboga”

NIVEL SECUNDARIO: “Colegio Nacional Velasco Ibarra”

NIVEL SUPERIOR: Escuela Superior Politécnica de Chimborazo

NIVEL SUPERIOR: Universidad de Cuenca

3.- TÍTULOS

PREGRADO: Ingeniero en Biotecnología Ambiental

POSTGRADO: Magister en Toxicología Ambiental e Industrial

4.- EXPERIENCIA LABORAL

INSTITUCIÓN	ACTIVIDAD
Universidad Técnica de Cotopaxi, 2014 – 2015 Docente Universitario	Docente de la Carrera de Ingeniería de Medio Ambiente.
Gobierno Autónomo Descentralizado del Cantón Baños de Agua Santa. 2013 – 2014	Jefe del Departamento de Agua Potable y Alcantarillado.
Centro de Servicios y Transferencia Tecnológica Ambiental (CESTTA) 2010 – 2011.	Analista y Técnico del Área de Aguas y Suelos.

5.- CARGOS DESEMPEÑADOS

- ✓ Analista y Técnico del Área de Aguas y Suelos del Laboratorio y Centro de Servicios y Transferencia Tecnológica Ambiental (LAB-CESTTA-ESPOCH) Riobamba.
- ✓ Jefe del Departamento de Agua Potable y Alcantarillado del Gobierno Autónomo Descentralizado Municipal del Cantón Baños de Agua Santa (Tungurahua).
- ✓ Docente Universitario de la Carrera de Ingeniería de Medio Ambiente de la Universidad Técnica de Cotopaxi. (Latacunga).

6.-CURSOS DE CAPACITACIÓN

SEMINARIOS NACIONALES

INSTITUCIÓN	TEMA	DURACIÓN	AÑO
ESCUELA SUPERIOR POLITECNICA DE CHIMBORAZO	CONFERENCIAS NORMAS ISO 9000 Y 14000	9 Horas	2004
ESCUELA SUPERIOR POLITECNICA DE CHIMBORAZO	GESTION E IMPLEMENTACION DEL MANEJO DE LOS COPS	8 Horas	2005
INSTITUTO ECUATORIANO DE SEGURIDAD SOCIAL	PREVENCION DE RIESGOS EN EL TRABAJO	10 Horas	2006
ESCUELA SUPERIOR POLITECNICA DE CHIMBORAZO	EXPOSITOR DE AUDITORIA AMBIENTAL	20 Horas	2008
INSTITUTO ECUATORIANO DE SEGURIDAD SOCIAL	GESTION EN SEGURIDAD Y SALUD EN EL TRABAJO	4 Horas	2013
FREGONESE ASOCIADOS CIA. LTDA.	TIPOS DE VALVULAS Y SUS APLICACIONES	5 Horas	2014

ESCUELA SUPERIOR POLITECNICA DE CHIMBORAZO	XI LATIN AMERICAN SYMPOSIUM ON ENVIROMENTAL AND SANITARY ANALYTICAL CHEMISTRY	40 Horas	2015
UNIVERSIDAD TECNICA DE COTOPAXI	SEMINARIO INTERNACIONAL DE ECOLOGIA INDUSTRIAL	16 Horas	2015

7.- PROYECTOS REALIZADOS

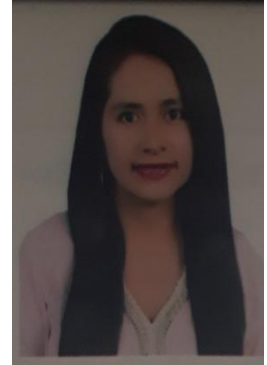
- ✓ Proyecto de Investigación de Pregrado: Calidad del Aire por Contaminación de Material Particulado Sedimentable de la Ciudad de Riobamba, Provincia de Chimborazo.
- ✓ Proyecto de investigación de Postgrado: Estudio Toxicológico por Contaminación de Arsénico y Cadmio de las fuentes de Abastecimiento de Agua para el Consumo Humano del Cantón Guano, Provincia de Chimborazo.

9.-REFERENCIAS PERSONALES

- ✓ Dr. Roberto Erazo, Gerente del Laboratorio CESTTA.
- ✓ Ing. German Vega, Director del Departamento de Saneamiento Ambiental del GADM – Baños de Agua Santa.
- ✓ Dr. Robert Cazar, Docente de la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo.

Anexo 3. Hoja de Vida del proponente del proyecto de investigación.

CURRÍCULUM VITAE



a) DATOS PERSONALES

NOMBRES:	Gabriela Estefania
APELLIDOS:	Toapaxi Quispe
CÉDULA DE IDENTIDAD:	1850082932
FECHA DE NACIMIENTO:	28 de Octubre de 1994
EDAD:	23 años
ESTADO CIVIL:	Soltera
NACIONALIDAD:	Ecuatoriana
DIRECCIÓN DOMICILIARIA:	Ambato-Cunchibamba
N° CELULAR:	0983769152
CORREO ELECTRÓNICO:	gaby.toapaxi123mail.com
TIPO DE SANGRE:	<u>O+</u>

b) ESTUDIOS REALIZADOS

INSTRUCCIÓN PRIMARIA

ESCUELA FISCAL “TEREZA FLOR”

AMBATO-ECUADOR

INSTRUCCIÓN SECUNDARIA

COLEGIO NACIONAL EXPERIMENTAL INTERNACIONAL “AMBATO”

AMBATO-ECUADOR

INSTRUCCIÓN SUPERIOR

UNIVERSIDAD TECNICA DE COTOPAXI

LATACUNGA – ECUADOR

c) TÍTULOS OBTENIDOS

- TÍTULO DE BACHILLERATO ESPECIALIDAD EN: QUÍMICO BIOLOGO
- EGRESADA DE LA CARRERA DE INGENIERÍA EN MEDIO AMBIENTE DE LA UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI (FEBRERO 2018)

d) IDIOMAS

Suficiencia en el Idioma inglés en el año 2016 en la Universidad Técnica de Cotopaxi - Sede Latacunga.

e) PRACTICAS PRE-PROFESIONALES

- EMPRESA ELECTRICA AMBATO EEASA
Departamento de Planificación
Área de Medio Ambiente
Desde el mes de Febrero hasta el mes de Julio del 2018
0984475212/0984041478
Latacunga –Ecuador

VOLUNTARIADO:

- Organización de Conservación Cotopaxi – MAE COTOPAXI
Desde Agosto 2016 hasta Abril 2017
0968387409
Latacunga – Ecuador

f) **CURSOS:**

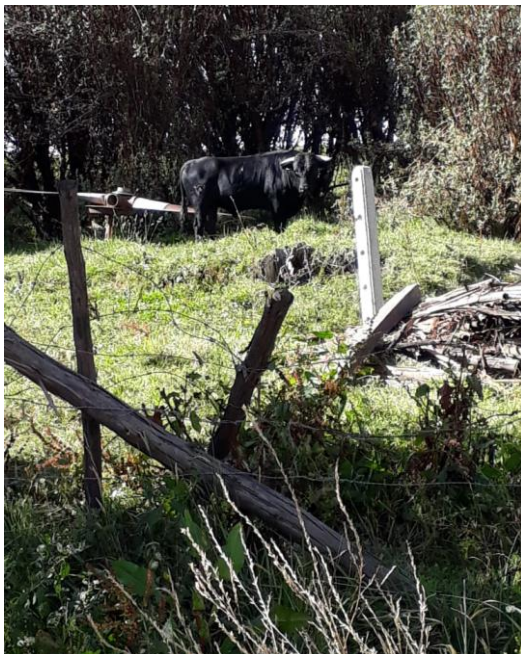
- Seminario de “CAPACITACIÓN EN CALIDAD AMBIENTAL”, organizado por la Universidad Técnica de Cotopaxi, con una duración de 40 horas, realizados los días 14 y 15 de septiembre del 2016.
- Foro sobre “EL CONFORT LABORAL DESDE EL ENFOQUE PREVENTIVO, POR EL DIA DE LA SEGURIDAD E HIGIENE EN EL TRABAJO”, organizado por el IESS-Cotopaxi, con una duración de 08 horas, el día 21 de octubre del 2016.
- CONGRESO INTERNACIONAL DE MEDIO AMBIENTE Y RECURSOS NATURALES “Un nuevo reto para la conservación ambiental”, organizado por CECATERE, con una duración de 40 horas, los días 30 de enero hasta el 03 de febrero del 2017.
- Seminario de capacitación con el nombre de “GESTIÓN AMBIENTAL”, organizado por la DIRECCIÓN PROVINCIAL DEL AMBIENTE DE COTOPAXI, con una duración de 30 horas, realizados los días 20 al 24 de Marzo del 2017.

g) **REFERENCIAS**

- **Arq. Pablo Herrera**
0999100027
Ambato-Ecuador
- **Ing. Patricio Espíndola G.**
JEFE DEL ÁREA DE GESTIÓN AMBIENTAL DE LA EMPRESA ELÉCTRICA
AMBATO.
0995418102
Ambato-Ecuador

Anexo 4: Causas de Eutrofización

Vertimientos de desechos sólidos y acumulación de materia Orgánica hacia la laguna.



Anexo 5. Recolección de muestras



Anexo 6. Medición de parámetros “In situ”



Anexo 8. Laguna de Atocha

Ilustración 1 Ubicación de la laguna de Atocha



Ilustración 2 Laguna de Atocha



Anexo 9. Resultados de Laboratorio del mes del primer muestreo (Abril)



UNIVERSIDAD INTERNACIONAL DEL ECUADOR
Laboratorio de Química Ambiental
INFORME RESULTADOS FISICOS-QUIMICOS-BIOLÓGICOS

Solicitado por: TOAPAXI QUISPE GABRIELA ESTEFANIA

DIRECCION: CUSUMBANBA **COMUNIDAD:** ATOCHA

FECHA DE RECEPCION: 16/04/2018

HORA DE RECEPCION: 8H00

MUESTRA DE: AGUA DE LA LAGUNA DE ATOCHA

FECHA DE ANALISIS: 16/04/2018

ESTADO DE LAS MUESTRAS: LIQUIDO

Resultados Obtenidos

PARAMETRO	P1	P2	P3	P4	UNIDADES
Fosforo Total	15,5	17,7	15,6	18,9	mg/m ³
Nitratos	0,06	0,08	0,07	0,07	mg/L
Turbidez	3,02	3,89	2,80	2,96	NTU
Clorofila "a"	7,514	8,305	7,143	8,328	mg/m ³



Ing. Ivonne Carrillo Ms. C
Responsable del Laboratorio

Dirección: Campus Miguel de Cervantes: Alberto Einstein, s/n y 5ta transversal - Carcelén
Teléfono: (593 2) 2485104 / 2485098 / 1 800 800 100, **Fax:** (593 2) 2485105

Anexo 10. Resultados de Laboratorio del segundo muestreo (Junio)


UNIVERSIDAD INTERNACIONAL SEK
 SER MEJORES

UNIVERSIDAD INTERNACIONAL DEL ECUADOR
 Laboratorio de Química Ambiental
INFORME RESULTADOS FISICOS-QUIMICOS-BIOLÓGICOS

Solicitado por: TOAPAXI QUISPE GABRIELA ESTEFANIA
 DIRECCION: CUSUMBANBA COMUNIDAD: ATOCHA
 FECHA DE RECEPCION: 18/06/2018
 HORA DE RECEPCION: 8H00
 MUESTRA DE: AGUA DE LA LAGUNA DE ATOCHA
 FECHA DE ANALISIS: 18/06/2018
 ESTADO DE LAS MUESTRAS: LIQUIDO

Resultados Obtenidos

PARAMETRO	P1	P2	P3	P4	UNIDADES
Fosforo Total	12,5	15,6	13,3	16,4	mg/m ³
Nitratos	0,06	0,08	0,07	0,07	mg/l
Turbidez	2,82	3,65	2,47	2,75	NTU
Clorofila "a"	6,289	7,470	6,903	7,577	mg/m ³


 Ing. Ivonne Carrillo Ms. C
Responsable del Laboratorio

Direccion: Campus Miguel de Cervantes: Alberto Einstein, s/n y Sta transversal - Carcelén
 Telfs: (593 2) 2485104 / 2485098 / 1 800 800 100, Fax: (593 2) 2485105