



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI
FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS Y RECURSOS
NATURALES
INGENIERÍA EN MEDIO AMBIENTE
PROYECTO DE INVESTIGACIÓN

**“Clasificación De La Calidad De Agua De La Región De Atacapi Utilizando
Análisis Multivariado, En El Periodo 2019 – 2020”**

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

Autor

Tulcán Rivera María Isabel

Tutora

M.Sc. Fonseca Largo Kalina Marcela

LATACUNGA - ECUADOR

Septiembre 2020

DECLARACIÓN DE AUTORÍA

Yo Tulcán Rivera María Isabel, con cedula de identidad No. 1721252383, declaro ser autora del presente proyecto de investigación: “CLASIFICACIÓN DE LA CALIDAD DE AGUA DE LA REGIÓN DE ATACAPI UTILIZANDO ANÁLISIS MULTIVARIADO, EN EL PERIODO 2019 – 2020”, siendo M.Sc. Fonseca Largo Kalina Marcela, tutora 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.

Latacunga, 18 de septiembre del 2020

Tulcán Rivera María Isabel

C.I. 172125238-3

M.Sc. Kalina Marcea Fonseca Largo

C.I. 172353445 - 7

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 Tulcán Rivera María Isabel, identificada/o con C.C. N° 172125238-3, de estado civil soltero, y con domicilio en Cutuglagua, a quien en lo sucesivo se denominará **LA/EL CEDENTE**; y de otra parte, el Ing. MBA. Cristian Tinajero Jiménez, en calidad de Rector y por tanto representante legal de la Universidad Técnica de Cotopaxi, con domicilio en la Av. Simón Rodríguez Barrio El Ejido Sector San Felipe, a quien en lo sucesivo se le denominará **LA CESIONARIA** en los términos contenidos en las cláusulas siguientes: **ANTECEDENTES: CLÁUSULA PRIMERA.- LA/EL CEDENTE** es una persona natural estudiante de la carrera de Ingeniería Ambiental, titular de los derechos patrimoniales y morales sobre el trabajo de grado “CLASIFICACIÓN DE LA CALIDAD DE AGUA DE LA REGIÓN DE ATACAPI UTILIZANDO ANÁLISIS MULTIVARIADO, EN EL PERIODO 2019 – 2020” el cual se encuentra elaborado según los requerimientos académicos propios de la Facultad según las características que a continuación se detallan:

Historial académico.

Fecha de inicio de la carrera: Septiembre 2015 – Febrero 2016

Fecha de finalización: Mayo 2020 – Septiembre 2020

Aprobación del Consejo Directivo: 07 de julio 2020

Tutor: M.Sc. Fonseca Largo Kalina Marcela

Tema: “CLASIFICACIÓN DE LA CALIDAD DE AGUA DE LA REGIÓN DE ATACAPI UTILIZANDO ANÁLISIS MULTIVARIADO, EN EL PERIODO 2019 – 2020”

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 II 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 las cláusula cuarta, constituirá causal de resolución del presente contrato. En consecuencia, la

resolución se producirá de pleno derecho cuando una de las partes comunique, por carta notarial, a la otra que quiere valerse de esta cláusula.

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

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

En señal de conformidad las partes suscriben este documento en dos ejemplares de igual valor y tenor en la ciudad de Latacunga,

Tulcán Rivera María Isabel

EL CEDENTE

Ing. MBA. Cristian Tinajero Jiménez

EL CESIONARIO

AVAL DEL TUTOR DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN

En calidad de Tutor del Proyecto de Investigación con el título:

“CLASIFICACIÓN DE LA CALIDAD DE AGUA DE LA REGIÓN DE ATACAPI UTILIZANDO ANÁLISIS MULTIVARIADO, EN EL PERIODO 2019 – 2020” de **Tulcán Rivera María Isabel**, de la carrera **Ingeniería en Medio Ambiente**, considero que el presente trabajo investigativo es merecedor del Aval de aprobación al cumplir las normas, técnicas y formatos previstos, así como también ha incorporado las observaciones y recomendaciones propuestas en la Pre defensa.

Latacunga, 18 de Septiembre del 2020

Tutor

M.Sc. Kalina Marcea Fonseca Largo

C.C. 172353445 - 7

AVAL DE LOS LECTORES DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN

En calidad de Lectores del Proyecto de Investigación con el título:

“CLASIFICACIÓN DE LA CALIDAD DE AGUA DE LA REGIÓN DE ATACAPI UTILIZANDO ANÁLISIS MULTIVARIADO, EN EL PERIODO 2019 – 2020” de **Tulcán Rivera María Isabel**, de la carrera **Ingeniería en Medio Ambiente**, considero que el presente trabajo investigativo es merecedor del Aval de aprobación al cumplir las normas, técnicas y formatos previstos, así como también ha incorporado las observaciones y recomendaciones propuestas en la Pre defensa.

Latacunga 18 de Septiembre del 2020

Para constancia firman:

Lector 1 (Presidente)
PhD. Mercy Lucila Ilbay Yupa
C.I. 060414790-0

Lector 2
MG. Jaime Rene Lema Pillalaza
C.I. 171375993-2

Lector 3
M.Sc. Joseline Ruiz Depablos
C.I. 175873906-2

DEDICATORIA

El presente trabajo investigativo lo dedico principalmente a Dios, por ser el inspirador y darme fuerza para continuar en este proceso de obtener uno de los anhelos más deseados.

A mis padres, por su amor, trabajo y sacrificio en todos estos años, gracias a ustedes he logrado llegar hasta aquí y convertirme en lo que soy. Ha mi madre por nunca dejar de trabajar y ser muy fuerte a pesar de lo que la vida le ha puesto. Ha mi padre por demostrarme que siempre ser padre es lo más importante en la vida. Ha sido un orgullo y privilegio el ser su hija, son los mejores padres.

A mi hermana por estar siempre presente, acompañándome y por siempre ser un ejemplo a seguir, además de todo lo que me ha dado y lo que dejo a un lado para poder ser como una madre para mí.

A todas las personas que me han apoyado y han hecho que el trabajo se realice con éxito en especial a aquellos que me han ayudado a continuar y salid adelante.

María Tulcán

AGRADECIMIENTO

El presente trabajo agradezco a Dios por ser mi guía y acompañarme en el transcurso de mi vida, brindándome paciencia y sabiduría para culminar con éxito mis metas propuestas.

A mis padres por ser mi pilar fundamental y haberme apoyado incondicionalmente, pese a las adversidades e inconvenientes que se presentaron.

Agradezco a mi tutor de tesis Ms.C. Kalina Fonseca quien con su experiencia, conocimiento y motivación me oriento en la investigación. A mis lectores por sus consejos, enseñanza y apoyo brindado.

Agradezco a los todos los docentes que con su sabiduría, conocimiento y apoyo, motivaron a desarrollarme como persona y profesional en la Universidad Técnica de Cotopaxi.

María Tulcán

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI

FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS Y RECURSOS NATURALES.

TITULO: “CLASIFICACIÓN DE LA CALIDAD DE AGUA DE LA REGIÓN DE ATACAPI UTILIZANDO ANÁLISIS MULTIVARIADO, EN EL PERIODO 2019 – 2020”

Autora: Tulcán Rivera María Isabel

RESUMEN

El agua es esencial para la vida en este planeta, para flora, fauna y seres humanos. La presente investigación evaluó la calidad del recurso hídrico y la relación que existe entre los parámetros evaluados en el sector de Atacapi, cantón el Tena. Para la ejecución de este estudio se determinaron tres puntos de muestreo distribuidos por todo el sector de Atacapi: el primer punto en la parte alta en el Río Pashimbi, la parte media en el reservorio de la Universidad Regional Amazónica (IKIAM) y la parte baja en el Río Tena. Se utilizaron datos de parámetros físico-químicos y microbiológicos producto del monitoreo en la época húmeda en tres meses diferentes: Febrero y mayo del 2019 y en enero del 2020, la información fue sometida a análisis exploratorio para obtener la correlación entre los parámetros estudiados. La calidad del agua se determinó a través del índice basado en la metodología CCME Consejo de Ministros de Medio Ambiente de Canadá (CCME) Water Quality Index, estableciendo criterios de calidad basados en la normativa vigente sintetizando la matriz de datos de calidad en un único valor y constituyendo una herramienta que permite un análisis de forma sencilla, para políticos, técnicos y público en general. El análisis de calidad determinó que el agua en el sector cuenta con una calidad buena ya que se encuentran en el rango de 80 – 94. Se encontró que los parámetros coliformes totales y *Ec – Coli* se encuentran fuera de los límites máximos permisibles en análisis con la normativa TULSMA, en los ríos Pashimbi y Tena los cuales son los que rodean al sector. Finalmente se determinó la relación que existe entre los parámetros analizados mediante la utilización de clúster, en los cuales se forman grupos significativos en dependencias. Los parámetros que tienen similitud entre sí son Sulfatos y Conductividad Eléctrica.

Palabras claves: Ambiente, Calidad, Clúster, Contaminación, Reservorio, Río Pashimbi, Río Tena

TECHNICAL UNIVERSITY OF COTOPAXI

FACULTY OF AGRICULTURAL SCIENCES AND NATURAL RESOURCES.

THEME: “CLASSIFICATION OF WATER QUALITY IN THE ATACAPI REGION USING MULTIVARIATE ANALYSIS, IN THE PERIOD 2019 – 2020”

Author: Tulcán Rivera María Isabel

ABSTRAC

Water is the fundamental resource for life to develop, since it has two very important values. This research evaluated the quality of the hydric resource and the relationship that exists between the parameters evaluated in the Atacapi sector, in El Tena canton. For the execution of this study, three sampling points distributed throughout the Atacapi sector were determined, the first point in the upper part of the Pashimbi River, the middle part in the reservoir of the Amazonian State University (IKIAM). Data of physical-chemical and microbiological parameters were used as a result of monitoring in the wet season in three different months: February and May 2019, and January 2020, the information was subjected to exploratory analysis to define the correlation between the studied parameters. The quality of the water was determined through the scale based on the Canadian Council of Ministers of the Environment (CCME) Water Quality Index 1.0 methodology ; Establishing quality criteria based on current regulations and synthesizing the quality data matrix in a unique value, thus constituting a tool that allows simple analysis for politicians, technicians and the general public. The quality analysis determined that the water in the sector has a “good quality” rate, since the score is in the range 80 - 94. It was found that in the two sampling points located in the rivers that pass through the sector there is a “Total Coliforms and E – Coli quantity value” outside the maximum permissible limits. Finally, the relationship between the analyzed parameters was determined by clustering, forming in this way significant groups; one of the dependencies can be found between the "Sulfate and Electrical conductivity” parameters.

Keywords: Environment, Quality, Cluster, Pollution, Reservoir, Pashimbi River, Tena River

CONTENIDO

1	INFORMACIÓN GENERAL.....	1
2	RESUMEN.....	2
3	JUSTIFICACIÓN.....	3
4	BENEFICIARIOS.....	4
5	PROBLEMA.....	5
6	OBJETIVOS.....	7
6.1	Objetivo General.....	7
6.2	Objetivos Específicos.....	7
7	ACTIVIDADES Y SISTEMA DE TAREAS EN RELACIÓN A LOS OBJETIVOS PLANTEADOS.....	8
8	FUNDAMENTACIÓN CIENTÍFICA.....	10
8.1	Contaminación.....	10
8.2	Contaminación del agua.....	10
8.3	Contaminación en la Amazonia.....	10
8.4	Contaminación del agua en el río tena.....	11
8.5	Técnicas para evaluar la calidad del agua.....	11
8.6	Índice de calidad de agua del consejo canadiense de Ministros ICA de Medio CCME (Canadian Water Quality Index).....	12
8.7	Parámetros para determinar la calidad de agua.....	14
8.7.1	Turbiedad o turbidez.....	14
8.7.2	Temperatura.....	14
8.7.3	Solidos disueltos totales (SDT).....	15
8.7.4	Conductividad eléctrica (CE).....	15
8.7.5	Nitratos.....	15
8.7.6	Nitritos.....	15
8.7.7	Sulfatos.....	15
8.7.8	Potencial hidrogeno (pH).....	16
8.7.9	Coliformes totales.....	16
8.8	Análisis multivariado.....	16

8.9	Análisis multivariado en ciencias ambientales	16
8.10	Análisis de conglomerados.....	17
8.11	Coeficiente de correlación de Pearson r	17
8.12	Programa Statistica.....	17
9	VALIDACIÓN DE LAS PREGUNTAS CIENTÍFICAS	17
10	METODOLOGIA	19
10.1	Área de estudio	19
10.2	Muestreo	20
10.2.1	Recolección de muestras.....	20
10.3	Análisis físico-químicos	21
10.4	Análisis microbiológico.....	21
10.5	Análisis de muestras mediante el HPLC	22
10.6	ICA Canadiense	22
10.7	Análisis exploratorio	24
10.7.1	Análisis de conglomerados.....	24
11	ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS	25
11.1	Índices de calidad de agua.....	25
11.1.1	Río Pashimbi	25
11.1.2	Río Tena.....	26
11.1.3	Reservorio Universidad Regional IKIAM	28
11.2	Análisis de conglomerados.....	31
12	PRESUPUESTO.....	35
13	CONCLUSIONES.....	36
14	RECOMENDACIONES.....	36
15	BIBLIOGRAFÍA.....	37
16	ANEXOS	43

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 <i>Beneficiarios de la investigación</i>	4
Tabla 2 <i>Actividades y sistema de tareas en relación a los objetivos</i>	8
Tabla 3 <i>Interpretación de la Calidad de Agua</i>	13
Tabla 4 <i>Parámetros fisicoquímicos y microbiológicos medidos en laboratorio para el punto de muestreo en el Rio Pashimbi</i>	25
Tabla 5 <i>Análisis de la calidad del agua punto Río Pashimbi</i>	25
Tabla 6 <i>Parámetros fisicoquímicos y microbiológicos medidos en laboratorio para el punto de muestreo en el Rio Tena</i>	26
Tabla 7 <i>Análisis de la calidad del agua punto Río Tena</i>	27
Tabla 8 <i>Parámetros fisicoquímicos y microbiológicos medidos en laboratorio para el punto de muestreo en el Reservorio de la Universidad Regional Amazónica IKIAM</i>	28
Tabla 9 <i>Análisis de la calidad del agua punto Río Tena</i>	29
Tabla 10 <i>Presupuesto de investigación</i>	35
Tabla 11 <i>Análisis De Los Parámetros Físico – Químicos Y Microbiológicos En El Rio Pashimbi en la Fecha 20/02/2019</i>	51
Tabla 12 <i>Análisis De Los Parámetros Físico – Químicos Y Microbiológicos En El Rio Pashimbi en la Fecha 06/05/2019</i>	52
Tabla 13 <i>Análisis De Los Parámetros Físico – Químicos Y Microbiológicos En El Rio Pashimbi en la Fecha 07/01/2020</i>	53
Tabla 14 <i>Análisis De Los Parámetros Físico – Químicos Y Microbiológicos En El Reservorio de la Universidad Regional Amazónica IKIAM en la Fecha 20/02/2019</i>	54
Tabla 15 <i>Análisis De Los Parámetros Físico – Químicos Y Microbiológicos En El Reservorio de la Universidad Regional Amazónica IKIAM en la Fecha 05/06/2019</i>	55
Tabla 16 <i>Análisis De Los Parámetros Físico – Químicos Y Microbiológicos En El Reservorio de la Universidad Regional Amazónica IKIAM en la Fecha 07/01/2020</i>	56
Tabla 17 <i>Análisis De Los Parámetros Físico – Químicos Y Microbiológicos En El Río Tena en la Fecha 06/05/2019</i>	57
Tabla 18 <i>Análisis De Los Parámetros Físico – Químicos Y Microbiológicos En El Río Tena en la Fecha 07/01/2020</i>	58
Tabla 19 <i>Estadística descriptiva de los parámetros analizados en la fecha 20/02/2019</i>	59
Tabla 20 <i>Estadística descriptiva de los parámetros analizados en la fecha 07/05/2019</i>	60
Tabla 21 <i>Estadística descriptiva de los parámetros analizados en la fecha 07/01/2020</i>	61

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

Ilustración 1 <i>Ubicación de los puntos de muestreo</i>	20
Ilustración 2 <i>Mapa de la calidad del agua en el sector de Atacapi</i>	30
Ilustración 3 <i>Análisis de conglomerados con Person (r), fecha 20/02/2019</i>	31
Ilustración 4 <i>Análisis de conglomerados con Person (r), fecha 06/05/2019</i>	32
Ilustración 5 <i>Análisis de conglomerados con Person (r), fecha 07/01/2020</i>	33
Ilustración 6 <i>Análisis de conglomerados con Person (r)</i>	34

ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo 1 Aval de Traducción.....	43
Anexo 2 Hoja de vida del Proponente de titulación	44
Anexo 3 Hoja de vida del Tutor del Proyecto de Investigación.....	45
Anexo 4 Análisis De Los Parámetros Físico – Químicos Y Microbiológicos En Los Puntos De Muestreo	51
Anexo 5 Estadísticas Descriptivas De Los Parámetros Analizados En Las Fechas De Muestreo	59

1 INFORMACIÓN GENERAL

Título del Proyecto:

Clasificación de la calidad de agua de la región de Atacapi utilizando análisis multivariado, periodo 2019-2020.

Fecha de inicio: septiembre 2019

Fecha de finalización: agosto 2020

Lugar de ejecución:

Atacapi, cantón Tena, provincia de Napo e Universidad Regional Amazónica IKIAM

Facultad que auspicia

Facultad de Ciencias Agropecuarias y Recursos Naturales (CAREN)

Carrera que auspicia:

Ingeniería en Medio Ambiente

Proyecto de investigación vinculado:

Métodos de Evaluación de la Calidad de Agua

Equipo de Trabajo:

Coordinadora del proyecto: MSc. Kalina Fonseca

Tutor de titulación: MSc. Kalina Fonseca

Lectores:

- PhD. Mercy Ilbay
- MSc. Jaime Lema
- MSc. Joseline Ruiz

Estudiante investigador: María Tulcán

Área de Conocimiento:

Área de conocimiento enfocada al Servicio con su sub área de Protección al Medio Ambiente.

Línea de investigación:

Análisis, conservación y aprovechamiento de la biodiversidad local.

Sub líneas de investigación de la Carrera:

Impactos ambientales

2 RESUMEN

El agua es esencial para la vida en este planeta, para flora, fauna y seres humanos. La presente investigación evaluó la calidad del recurso hídrico y la relación que existe entre los parámetros evaluados en el sector de Atacapi, cantón el Tena. Para la ejecución de este estudio se determinaron tres puntos de muestreo distribuidos por todo el sector de Atacapi: el primer punto en la parte alta en el Río Pashimbi, la parte media en el reservorio de la Universidad Regional Amazónica (IKIAM) y la parte baja en el Río Tena. Se utilizaron datos de parámetros físico-químicos y microbiológicos producto del monitoreo en la época húmeda en tres meses diferentes: Febrero y mayo del 2019 y en enero del 2020, la información fue sometida a análisis exploratorio para obtener la correlación entre los parámetros estudiados. La calidad del agua se determinó a través del índice basado en la metodología CCME Consejo de Ministros de Medio Ambiente de Canadá (CCME) Water Quality Index, estableciendo criterios de calidad basados en la normativa vigente sintetizando la matriz de datos de calidad en un único valor y constituyendo una herramienta que permite un análisis de forma sencilla, para políticos, técnicos y público en general. El análisis de calidad determinó que el agua en el sector cuenta con una calidad buena ya que se encuentran en el rango de 80 – 94. Se encontró que los parámetros coliformes totales y *Ec – Coli* se encuentran fuera de los límites máximos permisibles en análisis con la normativa TULSMA, en los ríos Pashimbi y Tena los cuales son los que rodean al sector. Finalmente se determinó la relación que existe entre los parámetros analizados mediante la utilización de clúster, en los cuales se forman grupos significativos en dependencias. Los parámetros que tienen similitud entre sí son Sulfatos y Conductividad Eléctrica.

Palabras claves: Ambiente, Calidad, Clúster, Contaminación, Reservorio, Río Pashimbi, Río Tena

3 JUSTIFICACIÓN

El agua es el recurso fundamental para que se desarrolle la vida, ya que tiene dos valores muy importantes, en primer lugar es un elemento de la naturaleza y es consecuentemente un activo social. De igual manera es el recurso que en la actualidad presenta problemas de contaminación, como podemos denotar existen sustancias como sedimentos o metales pesados que con el pasar del tiempo degrada la calidad del agua, además podemos encontrar microorganismos, por lo que es necesario mantener un monitoreo constante de la calidad del agua. Los parámetros de calidad hídrica cuentan con valores diferentes los cuales permiten establecer una caracterización y de esta manera permite identificar cuál es el uso que le podremos dar a este recurso. Para el agua de consumo humano es esencial que la calidad del agua sea buena, ya que de esta depende la vida de las personas que se abastezcan de este recurso. Las actividades que realiza el ser humano son transformadoras, es decir, estas pueden llegar a generar impactos ambientales los cuales serán positivos o negativos. No solo los cambios directos al recurso hídrico afectan a la calidad de esta, también los cambios en el uso del suelo tienen un impacto directo al momento de la recepción del agua.

Un estudio sobre la calidad del agua en el sector de Atacapi, permitirá entender la calidad desde una perspectiva instructiva y un punto de vista funcional. Esto simbolizara como una herramienta de soporte para la toma de medidas de seguimiento y mejora por parte de los pobladores, los habitantes y las autoridades en la toma de decisiones, con lo cual se obtendrá beneficios a todos los figurantes involucrados en el aprovechamiento de este recurso, así como también los abarcados en el manejo.

4 BENEFICIARIOS

Tabla 1 *Beneficiarios de la investigación*

BENEFICIARIOS		BNEFIARION	
DIRECTOS		INDIRECTOS	
POBLACION	DE	POBLACION	DEL
ATACAPI		TENA	
HOMBRES	685	HOMBRES	29937
MUJERES	650	MUJERES	30943
TOTAL	1335	TOTAL	60880

Elaborado: María Tulcán, 2020

5 PROBLEMA

Los múltiples impactos que genera el ser humano sobre el ambiente, más los factores naturales de contaminación que podemos encontrar dentro del ecosistema han cambiado la calidad del agua incitando enfermedades que son de origen hídrico, crecimiento económico escaso, desnutrición, inestabilidad social, conflictos por su uso y desastres naturales. Es por esto que es de suma importancia el análisis de la calidad de agua, a pesar de que esto sea esencial dentro de la sociedad en la que vivimos en nuestro país no está exenta de discusiones, el problema fundamental del concepto de calidad de agua, y en la capacidad de las diferentes metodologías para realizar una determinación acertada sobre el carácter cualitativo del recurso hídrico, de esta manera, las definiciones que se adoptan del concepto calidad del agua son variadas, ya que existen distintas interpretaciones, según sus fines y usos, para los que se aplican distintos criterios.

Dentro del país existe una gran preocupación por la calidad del agua que consumimos, o está rodeado nuestro ecosistema, ya que el agua dulce y que se encuentre en óptimas condiciones para consumo se están agotando por el crecimiento poblacional, así como también, el mal uso de este.

En la Amazonia el crecimiento industrial petrolero es un gravante significativo dentro de la calidad del recurso hídrico, puesto a que el mal manejo de los desechos generados por estas empresas cae como contaminantes directos a los ríos de esta zona.

A nivel mundial una de las herramientas que se han implementado es el ICA (Índices de Calidad del Agua), el cual fue creado con la finalidad de medir los cambios en la calidad del agua ya sea en ríos particulares o en los ríos a través del tiempo, este método además de ayudarnos con la determinación de la calidad del recurso hídrico nos permite comparar con la normativa vigente los resultados obtenidos en los análisis de las muestras realizadas. Dentro de Latinoamérica la CEPAL (Comisión Económica para América Latina y el Caribe) ha venido desarrollando un análisis de las normativas de calidad del agua que existen en cada región, sin embargo preocupa la falta de eficacia de muchos de los receptores legales. Pese a las normativas establecidas la región enfrenta varios desafíos relacionados con la gestión de este recurso, entre ellos, la calidad, el agotamiento de las fuentes, la contaminación de las cuencas y los efectos del cambio climático. Es por ello que en uno de sus ODS (Objetivos de Desarrollo Sostenible) se implementó el garantizar la disponibilidad de agua y su ordenación sostenible y el saneamiento para todos.

Para los países en desarrollo la calidad de algún recurso natural se incrementa en gravedad, puesto que las fuentes de financiamiento son insuficientes, así como las opciones o los recursos tecnológicos para el monitoreo de la calidad del agua. Para el Ecuador la determinación de la calidad del recurso hídrico es poca, ya que los avances de investigación han sido limitados, por lo que la calidad del agua dentro de varias zonas no es conocida y estas llegan a generar enfermedades dentro de la población.

El Ecuador toma como herramienta para la determinación de la calidad del agua la aplicación de normativas como es el TULSMA (Texto Unificado de Legislación Secundaria de Medio Ambiente) el cual contiene una cantidad de parámetros los cuales están establecidos con cantidades mínimas o máximas para la determinación de la calidad del recurso hídrico, esto además se divide en varias categorías.

6 OBJETIVOS

6.1 Objetivo General

Evaluar la clasificación de la calidad del agua de la región de Atacapi, para observar su comportamiento e integración, mediante la utilización de análisis multivariado, en el periodo 2019 – 2020.

6.2 Objetivos Específicos

- Establecer los parámetros físicos-químicos y microbiológicos necesarios para determinar la calidad del agua en el sector de Atacapi.
- Determinar la calidad del agua en el sector de Atacapi mediante el análisis en tres puntos específicos los cuales son Río Tena, Río Pashimbi y el Reservorio de la Universidad Regional Amazónica IKIAM.
- Aplicar análisis multivariado en los parámetros evaluados en la determinación de la calidad de agua para establecer su comportamiento e interrelación.

7 ACTIVIDADES Y SISTEMA DE TAREAS EN RELACIÓN A LOS

OBJETIVOS PLANTEADOS

Tabla 2 Actividades y sistema de tareas en relación a los objetivos.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS	ACTIVIDAD	RESULTADO DE LA ACTIVIDAD	DESCRIPCIÓN
Establecer los parámetros físicos-químicos y microbiológicos necesarios para determinar la calidad del agua en el sector de Atacapi	<ul style="list-style-type: none"> Determinar los parámetros de análisis para la calidad del agua del sector de Atacapi. Establecer los puntos de muestreo. 	<ul style="list-style-type: none"> Parámetros para analizar: Turbiedad, Temperatura, Solidos Disueltos Totales, Conductividad Eléctrica, Nitratos, Nitritos, Sulfatos, Potencial Hidrogeno, Coliformes Totales y Ec – Coli Se tomaron tres puntos de muestreo dentro del sector de Atacapi en la parte alta en el Río Pashimbi, parte media Reservorio de la Universidad Regional Amazónica (IKIAM) y la parte baja Río Tena. 	<ul style="list-style-type: none"> Datos de los parámetros. Georeferenciación del lugar.
Determinar la calidad del agua en el sector de Atacapi mediante el análisis en tres puntos específicos los	Realización de la metodología CCME Consejo de Ministros de Medio Ambiente de Canadá (CCME) Water Quality Index	Calidad del agua del sector de Atacapi	Formulas, ponderaciones, tablas y gráficos

**cuales son Río
Tena, Río
Pashimbi y el
Reservorio de la
Universidad
Estatal
Amazónica
IKIAM.**

**Aplicar análisis
multivariado en
los parámetros
evaluados en la
determinación
de la calidad de
agua para
establecer su
comportamiento
e interacción
entre estos.**

Usar método de análisis
clúster jerárquicos

Dendogramas con la
relación de parámetros

Análisis de clúster
Programa Statistica

8 FUNDAMENTACIÓN CIENTÍFICA

8.1 Contaminación

El aprovechamiento desordenado e intenso de los recursos naturales nos ha llevado a que esta sufra cambios químicos, físicos o biológicos. A estos cambios los llamamos contaminación, también encontramos contaminación natural las cuales pueden ser beneficiosas para la naturaleza.

8.2 Contaminación del agua

Los lagos y ríos corresponden apenas a 93.000 km³ de agua dulce, es decir, un 0,0067% del total del agua existente en el planeta (Yáñez, 2017). La contaminación en el recurso hídrico procede de fuentes naturales y antropogénicas. Las actividades humanas generan contaminación ajena a la natural. En la actualidad la contaminación más relevante es la causada por el hombre, se inicia desde los primeros intentos de industrialización para transformarse en un problema generalizado, a partir de la revolución industrial, iniciada a comienzos del siglo XIX (Chamorro & Saavedra, 2011).

En América del sur, En América del Sur, a pesar de su riqueza hídrica con acuíferos, lagos y embalses, la elevada densidad de población en ciertas áreas y las aguas residuales sin tratar que se producen provocan problemas de contaminación en el agua (ONU, 2007), también las interacciones del medio acuático al igual que el conjunto de las variables ecosistémicas que lo rodean puede verse afectado, al estar en contacto con diferentes agentes (aire, suelo, vegetación, subsuelo, etc.), que incorporan parte de los mismos por disolución o arrastre, o incluso, en el caso de ciertos gases, por intercambio (Carrera, 2015).

8.3 Contaminación en la Amazonia

En la amazonia la principal actividad económica es la petrolera, a exposición de las poblaciones nativas a la contaminación por la explotación petrolera produce efectos adversos sobre la salud debido a dichas exposiciones. Los efectos sobre la salud que se atribuyen a la exposición al petróleo incluyen cánceres (de distintos sitios), abortos espontáneos, dermatitis y varios otros síntomas. Algunos informes incluyen consideraciones acerca de la desnutrición y la mortalidad infantil como si se considerara que se deben a la contaminación (Fontaine, 2005).

Durante veintiséis años, de 1964 a 1990, la empresa petrolera Texaco desarrolló sus actividades de explotación de petróleo en la Amazonía Ecuatoriana, las consecuencias del ingreso de esta empresa han afectado a la población hasta la actualidad. Los derrames de petróleo piscinas y los derrames de oleoductos que generan contaminación directa por crudo en las áreas afectadas y los drenajes hacia esteros o ríos (Beristáin, Páez, & Fernández, 2009).

8.4 Contaminación del agua en el río tena

Desde la construcción de las primeras fuentes de suministro de agua, la micro cuenca del río Tena adquirió una gran importancia para el desarrollo de la ciudad y sus alrededores. En los últimos años el acelerado aumento de la población, la deforestación, el aumento de áreas agrícolas y ganaderas y la inexistente preocupación de las autoridades, han generado una alta presión sobre los recursos naturales de este micro cuenca (Espinosa, Herrera, Lapo & Pérez, 2015).

8.5 Técnicas para evaluar la calidad del agua

Existen diferentes metodologías para evaluar la calidad de agua; la diferencia que existe entre una técnica y otra radica en la forma que se utiliza para calcularse además de los parámetros que se toman en cuenta en la formulación del índice respectivo (Caho & López, 2017), otra de las diferencias que encontramos es la forma de evaluar los procesos de contaminación y el número de variables tenidas en cuenta en la formulación del índice respectivo (Torres, Cruz, & Patiño, 2009).

La evaluación de la calidad del agua puede ser entendida como la evaluación de su naturaleza química, física y biológica en la relación de la característica natural de esta. Para la interpretación de los datos que se obtienen en el monitoreo existen índices de calidad de agua (ICA) e índices de contaminación (ICO), comprimen una gran cantidad de parámetros a una expresión simple de fácil interpretación entre técnicos y administradores ambientales (Torres, Cruz, & Patiño, 2009).

8.6 Índice de calidad de agua del consejo canadiense de Ministros ICA de Medio

CCME (Canadian Water Quality Index)

Un subcomité establecido bajo el Consejo de Ministros de Medio Ambiente de Canadá (CCME) Grupo de Trabajo de Directrices de Calidad del Agua fue responsable del desarrollo de la calculadora original Canadian Water Quality Index que permite al usuario ingresar objetivos específicos tales como los resultados de muestreos para la determinación de la calidad del agua (Bragg, 2005)

Canadian Council of Ministers of the Environment, conocido como CCME_WQI (por sus siglas en inglés) es uno de los índices más empleados, fue desarrollado para simplificar el reporte de los datos de calidad de las aguas. Es una herramienta para generar resúmenes de los datos de calidad útiles tanto para técnicos como para políticos, así como para el público en general interesado en ese conocimiento. No es un sustituto de los análisis detallados de la calidad de las aguas (Balmaseda & García, 2014).

Este índice se basa en la determinación de tres factores que representan alcance, frecuencia y amplitud. El alcance (F1) define el porcentaje de variables que tienen valores fuera del rango de niveles deseables para el uso que se esté evaluando respecto al total de variables consideradas. La frecuencia (F2) se halla por la relación entre la cantidad de valores fuera de los niveles deseables respecto al total de datos de las variables estudiadas. Mientras la amplitud es una medida de la desviación que existe en los datos, determinada por la magnitud de los excesos de cada dato fuera de rango al compararlo con su umbral (Dr.C. Carlos Balmaseda Espinosa & Dr.C. Yoandris García Hidalgo, 2014).

Su cálculo final se basa en el promedio de 4 sub índices los cuales son calculados a partir de: metales (hasta 22 variables), nutrientes (6 variables, incluido oxígeno y pH), bacterias (2 variables) y pesticidas (hasta 17 variables). La variable del grupo pesticidas, son evaluadas por la base de su detección o no en el agua (Pamplona, 2006).

Una de las ventajas que tenemos al utilizar este método de terminación de calidad para el recurso hídrico es que nos ayuda a verificar el cumplimiento de la normativa sin necesidad de tener un número limitado de parámetros analizados, además que este nos permite tener una visión general de la descripción del agua (Al-Janabi, Al-Obaidy & Al-Kubaisi, 2015). Esta técnica nos permite relacionar los datos antes monitoreados con el objetivo que se

quiere tener, es decir, con el límite máximo permisible dependiendo de la normativa que se aplique (Ali, Strezov, Davies & Wright, 2017).

La interpretación de la calidad de agua, se basó en los criterios del ICA, propuesto por (CCME, 2001) en la misma que se asigna un color para cada rango de calidad de agua, este rango está comprendido entre una escala numérica máxima y mínima asignada por los autores.

Tabla 3 Interpretación de la Calidad de Agua

CCME_WQI	CLASIFICACION	DESCRIPCION
95 – 100	EXCELENTE	Excelente La calidad del agua está protegida con ausencia virtual de amenazas o daños. Las condiciones son muy cercanas a niveles naturales o deseados.
80 - 94	BUENA	Buena La calidad del agua está protegida con algunas amenazas o daños de poca magnitud. Las condiciones raramente se apartan de los niveles naturales o deseados.
65 – 79	REGULAR	Regular La calidad del agua es usualmente protegida pero ocasionalmente es amenazada o dañada. Las condiciones a veces se apartan de los niveles naturales o deseados.
45 – 64	MARGINAL	Marginal La calidad del agua es frecuentemente amenazada o dañada. Las condiciones con frecuencia se apartan de los niveles naturales o deseados.
0 – 44	POBRE	Pobre La calidad del agua está casi siempre amenazada o dañada. Las condiciones usualmente se apartan de

		los niveles naturales o deseados.
--	--	-----------------------------------

Fuente: CCME 2001

Elaborado: María Tulcán, 2020

El ICA adopta para condiciones óptimas un valor máximo determinado de 100, que va disminuyendo con el aumento de la contaminación del agua en estudio. Las aguas con ICA mayor que 90 son capaces de poseer una alta diversidad de vida acuática, además el agua es también conveniente para toda forma de contacto con ella (Torres, Cruz & Patiño, 2009).

El agua con un ICA de rango REGULAR posee una menor cantidad de vida acuática, acompañada generalmente de crecimiento de algas; el agua con ICA con valores perteneciente al rango MARGINAL tienen baja diversidad de organismos acuáticos y experimenta problemas de contaminación. El agua que presenta valores que pertenecen al rango de POBRE, no se consideran aceptables para el contacto humano (Gutierrez, 2018).

8.7 Parámetros para determinar la calidad de agua

8.7.1 Turbiedad o turbidez

La turbidez refleja el contenido de sustancias coloidales, minerales u orgánicas en el agua, por lo que puede ser indicio de contaminación y este se mide en unidad NTU (Unidades Nefelométricas de Turbidez) (Miljojkovic, Trepsic & Milovancevic, 2019). Adicionalmente, elevados niveles de turbidez pueden proteger a los microorganismos de los efectos de la desinfección, estimular la proliferación de bacterias y aumentar la demanda de cloro (Martínez, Mendoza, Medrano, Gómez, & Zafra 2020).

8.7.2 Temperatura

La temperatura es una medida del calor o energía térmica de las partículas en una sustancia, las cuales son medibles en grados Celsius (°C), Fahrenheit (°F) o Kelvin (°K). Este factor está relacionado al Oxígeno Disuelto. El aumento de temperatura disminuye la solubilidad de gases (oxígeno) y aumenta, en general, la de las sales, a su vez aumenta la velocidad de las reacciones del metabolismo, acelerando la putrefacción. Este parámetro

también interviene en el diseño de la mayoría de procesos del tratamiento del agua (Minaya, 2019).

8.7.3 Sólidos disueltos totales (SDT)

SDT es una medida de la materia en una muestra de agua, más pequeña de 2 micrones (2 millonésimas de un metro) y no pueden ser removidos por un filtro tradicional. SDT es básicamente la suma de todos los minerales, metales, y sales disueltos en el agua y es un buen indicador de la calidad del agua, la unidad de medida en la cual se refleja este parámetro es mg/L (Sigler, & Bauder, 2017).

8.7.4 Conductividad eléctrica (CE)

La CE se le mide en $\mu\text{S}/\text{cm}$ y esta refleja la capacidad del agua para conducir corriente eléctrica, y está directamente relacionada con la concentración y tipo de sales disueltas en el agua, los cuales afectan tanto a los rendimientos de los cultivos, como a las propiedades del suelo (Aumassanne, & Fontanella, 2015).

8.7.5 Nitratos

El ion nitrato tiene un origen natural pero por el uso de fertilizantes inorgánicos, principalmente, o por residuos humanos o animales se puede introducir en exceso, llegar por filtración o escorrentía hasta las aguas superficiales y subterráneas y ser acumulado en concentraciones muy altas para la salud humana (Hernández & Coy-Herrera 2015).

8.7.6 Nitritos

Los nitritos son compuestos contaminantes del agua, el cual tienen presencia en el ciclo del nitrógeno, su presencia está dada por el proceso de nitrificación o desnitrificación, la cual es realizada por bacterias, estas bacterias pertenecientes a la familia Nitrobacteriaceae (Pretelt & Socarras Galindo, 2020)

8.7.7 Sulfatos

Pueden derivar de la oxidación de la pirita y otras formas inorgánicas reducidas del azufre durante la meteorización, la mineralización del azufre orgánico contenido en el suelo, lixiviación de minerales de sulfato, el sulfato presente en las aguas de lluvia y aguas geotérmicas (Sancho, 2019)

8.7.8 Potencial hidrogeno (pH)

El pH es una medida de acidez o alcalinidad que indica la cantidad de iones de hidrógeno presentes en una solución o sustancia. Vázquez, & Rojas, (2016) manifiesta que el pH es una escala numérica utilizada para especificar la acidez o alcalinidad de una solución acuosa.

8.7.9 Coliformes totales

Los coliformes son indicadores de contaminación del agua y los alimentos. La determinación y concentración de estas bacterias en el agua condensada para usos tecnológicos en los centrales azucareros proporciona una herramienta de control indispensable para conocer su calidad (Fernández, 2017). El origen de estos microorganismos se encuentra en las excretas de animales, en las descargas domésticas y en aguas residuales; una consecuencia posible es la contaminación microbiológica de los diferentes cuerpos de agua (Morales & Delgado, 2018).

8.8 Análisis multivariado

Las situaciones surgen de los datos multivariados cuando a un mismo individuo se le mide varias característica de interés (Barrios, Ramírez, Galán, & Badillo, 2018). El propósito del análisis multivariado es medir, explicar y predecir el grado de relación que existe entre una variable y otra. El carácter multivariable del análisis se basa en las múltiples combinaciones existentes entre las variables, más no el número de estas (BARAJAS, 2002). Los métodos multivariados son realmente un conjunto de técnicas que en su gran mayoría tienen un carácter exploratorio y no tanto inferencial (Johnson, & Wichern, 2002).

8.9 Análisis multivariado en ciencias ambientales

Existen investigaciones sobre la construcción de índices e indicadores ambientales y de desarrollo sostenible utilizando técnicas de análisis multivariado, como el análisis de componentes principales (ACP) y el análisis de conjuntos difusos (DP2) (Escobar, 2006; 2008; Montosa, 2014). La técnica de análisis multivariado puede ser aplicada para determinar las posibles variables ambientales que coinciden en la sostenibilidad ambiental (Herrera, & Morantes, 2017).

8.10 Análisis de conglomerados

Análisis de conglomerados es la denominación de un grupo de técnicas multivariantes cuyo principal propósito es agrupar individuos u objetos de acuerdo a las características que poseen (Borracci, & Arribalzaga, 2005). Se refiere a la posibilidad de formar grupos de casos a partir de la proximidad o similitud que se haya establecido entre ellos. Los resultados que obtengamos dependerán directamente de la información que hayamos utilizado para efectuar el análisis (Alaminos, Francés, Penalva & Santacreu, 2015).

Se podrá decir que los individuos son similares si pertenecen a la misma clase, grupo o conglomerado de tal forma que todos los individuos que están en el mismo conglomerado se parecen entre sí, y son diferentes a los individuos de otro conglomerado (Vilà, Hurtado, Berlanga, & Torrado Fonseca, 2014).

8.11 Coeficiente de correlación de Pearson r

El coeficiente de correlación de Pearson es una medida considerablemente utilizada en diversas áreas científicas, es decir, desde estudios técnicos, econométricos o de ingeniería; hasta investigaciones relacionadas con las ciencias sociales, del comportamiento o de la salud (González., Chacón, Toloza & Bermúdez, 2018).

El coeficiente de correlación de Pearson (r) nos permite indicar la fuerza de la relación entre las dos variables. Es decir que cualquier relación de dependencia que exista entre ambas variables es de tipo lineal.

8.12 Programa Statistica

La Statistica es un programa para realizar los distintos cálculos y gráficos posibles. Los datos pueden bien ingresarse a mano o importarse desde otros formatos. Es un paquete estadístico usado en investigación ambiental, minería de datos y en el ámbito empresarial.

9 VALIDACIÓN DE LAS PREGUNTAS CIENTÍFICAS

¿Se podrá verificar mediante métodos estadísticos multivariantes como análisis de conglomerados cuáles son los parámetros de calidad ambiental dentro del sector de Atacapi que se encuentran relacionados?

Si se puede verificar cual es la relación entre los parámetros evaluados ya que un análisis de conglomerados se centra en la agrupación de individuos u objetos a partir de la proximidad o similitud

10 METODOLOGIA

10.1 Área de estudio

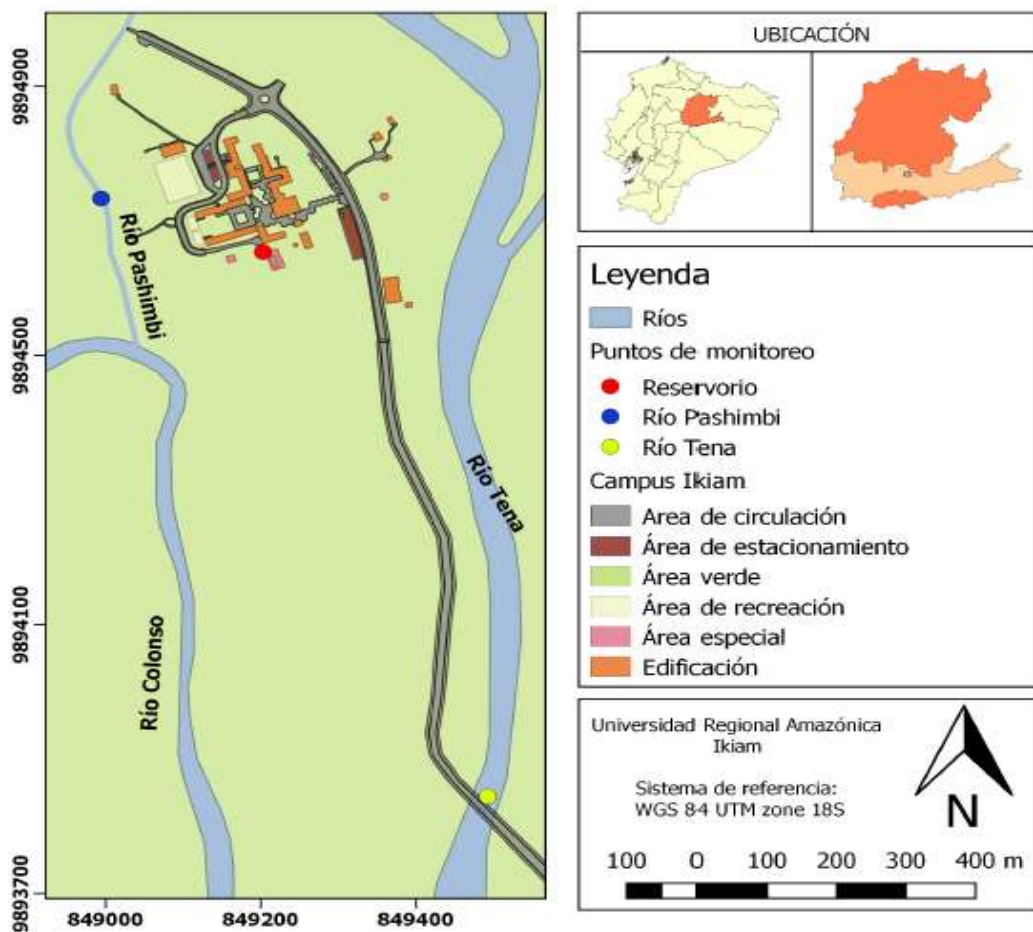
El sector de Atacapi se limita al norte con la comunidad Shitik al sur con Tazayacu al este con la comunidad San Salvador al Oeste con Mushuk Kawsay y la Universidad Regional Amazónica Ikiam, pertenecen a la parroquia Muyuna , cantón Tena provincia de Napo. Se encuentra ubicado a 15 minutos del Tena, podemos encontrar actividades turísticas como los balnearios naturales, por ende es sede del turismo dentro del cantón Tena.

Atacapi se encuentra en la zona de amortiguamiento área protectora Biosfera Colonso-Chalupas declarada el año 2014 que se extiende desde la comunidad Alucus Tálag, Pano, Muyuna, Alto Tena, Santa Rita de Archidona hasta el Tungurahua, en la zona se han registrado miles de especies mamíferos, reptiles, aves, y entre otros animales (López & Wilson, 2015).

El clima en este sector se divide en tres tipos, de este al oeste: húmedo tropical, muy húmedo sub-tropical y muy húmedo templado-frío. El paisaje natural predominante constituye el bosque húmedo tropical amazónico de tierra firme.

Se tomaron tres puntos por todo el sector de Atacapi en el punto alto se tomó en el Río Pashimbi el cual se encuentra ubicado en la zona de Alto Tena, el punto medio el Reservorio de la Universidad Regional Amazónica (IKIAM) y un punto en la parte baja la cual fue el Río Tena.

Ilustración 1 Ubicación de los puntos de muestreo



Fuente: Universidad Regional Amazónica IKIAM

10.2 Muestreo

10.2.1 Recolección de muestras

Para la toma de muestras, se determinaron los lugares de recolección los cuales fueron: Río Pashimbi, ubicado en la parte de atrás del campus de la Universidad Regional Amazónica Ikiam, tanques de almacenamiento de agua pluvial de la misma universidad y río Tena, ubicado 1 km aguas abajo de la comunidad Ata capi (puente). La recolección de las mismas tiene como propósito realizar análisis físico-químicos y microbiológicos para cada una de las zonas mencionadas. La recolección de las muestras, se ejecutaron con base en el protocolo de muestreo de campo NTE INEN 2 169:98 propuesto por el Instituto Ecuatoriano de Normalización (INEN). El cual indica, que en caso de análisis físico-

químicos se debe enjuagar 3 veces cada envase con el agua a recolectar. Seguidamente, se debe sumergir el frasco destapado por debajo de la superficie del agua de forma perpendicular dejando la boca de la botella en el centro del agua corriente, procurando llenar el frasco completamente. Mientras que, para análisis microbiológicos, se propone que los recipientes no deben llenarse completamente, de modo que se deje un espacio de aire después de colocar la tapa o sellar las fundas esterilizadas. Lo cual, permitirá mezclar la muestra antes del análisis y evitar una contaminación accidental. Por otra parte, una vez realizada la recolección de las muestras, sugiere que estas sean almacenadas inmediatamente a temperaturas más bajas que la temperatura a la cual se recolectó.

Finalizados los procesos de recolección y almacenamiento, se procedió a trasladar cada una de las muestras al Laboratorio Nacional de Referencias de Agua (LNRA) para los respectivos análisis.

10.3 Análisis físico-químicos

Ciertos parámetros físicos-químicos como pH, ORP (óxido-reducción), presión atmosférica y temperatura del agua y ambiente se midieron in situ utilizando el medidor multiparamétrico de mano Aqua Troll 500. Otros parámetros, tales como temperatura (agua), conductividad, sólidos totales disueltos, oxígeno disuelto y pH fueron medidos en el LNRA (Laboratorio Nacional de referencia del agua) mediante el medidor multiparamétrico de mano YSI Professional Plus Sonda. En donde se colocó el electrodo de combinación de vidrio para medir pH, después se limpió el electrodo con agua destilada y se cambió el electrodo de pH por un electrodo de detector celda que sirvió para medir los parámetros restantes. Por último, se tomó un vial para colocar cada una de las muestras de agua y llevarlas al turbidímetro digital de mesa con lámpara de Tungsteno marca HACH modelo 2100-Q.

10.4 Análisis microbiológico

Para determinar el número de coliformes fecales (*E. coli*) y coliformes totales, se realizó el análisis microbiológico. Para ello, se preparó el número de cajas Petri correspondientes a las muestras. En cada una de ellas, se ubicó una ampolla de medio de cultivo m-Colibblue24. Al mismo tiempo, se colocó en el sistema de filtración 50 mL de agua muestra y 50 mL de agua destilada. El filtro empleado en este procedimiento se situó sobre

el medio de cultivo. Posteriormente, se cubrió las cajas Petri y se llevó a incubación por un período de 24 horas. Una vez cumplido el tiempo establecido, se realizó el conteo por cuadrantes. E coli corresponderá al color azul, otros coliformes a color rojo y coliformes totales resultan la suma de ambos.

*Para el registro de los datos se utilizara una ficha de monitoreo proporcionado por el LNRA.

10.5 Análisis de muestras mediante el HPLC

Todas las muestras que se analizaran en el HPLC se deberán filtrarse y etiquetarse en los respectivos viales (sin septum) mediante un sistema de filtración rápida por jeringa. Posteriormente, se procedió a colocar cada una de las muestras en el inyector. Una vez listas, procedió a abrir la puerta del módulo C y extrajeron la bandeja o “vial tray”, la cual contendrá pocillos enumerados. Se situaron los viales (asegurando la bandeja) y se los introdujeron en la cámara (hasta escuchar un clic). Finalmente, se procedió a cerrar la puerta del módulo. Por consiguiente, se explicó que el HPLC posee un programa denominado LabSolutions, el cual crea un “batch” o tabla de data, que contiene información de las muestras y sus respectivas inyecciones. Esto se lograba haciendo clic en el icono “RealTime Batch” y la opción “New Batch File”, en la cual, se agregan columnas y filas de datos dependiendo el número de muestras a analizar. Una vez completado el batch, se hizo clic en la opción “Start RealTime Batch” para que el equipo automáticamente comience a realizar el análisis de cada una de las muestras. Finalmente se esperan los resultados, presentados en forma de cromatograma y una tabla con las respectivas concentraciones (ppm) de aniones y cationes analizados (Na^+ , K^+ , Mg^+ , Ca^+ , NH_4^+ , F^- , Cl^- , NO_3^- , SO_4^{2-}).

10.6 ICA Canadiense

Este método resulta de una combinación de tres factores: alcance, frecuencia y amplitud, al combinarse como la suma de los tres vectores para reducir un valor que vaya de 0 a 100 el cual describe la calidad del agua.

Alcance (F1) representa el porcentaje de parámetros que no cumplen con sus criterios de calidad al menos una vez durante el período de tiempo evaluado (“parámetros fallidos”), relativo al número total de parámetros medidos:

$$F1 = \frac{\text{Parametros fallidos}}{\text{Parametros Totales}} * 100$$

Frecuencia (F2) representa el porcentaje de muestras individuales que no cumplen con los criterios de calidad (“test fallidos”):

$$F2 = \frac{\text{Test fallidos}}{\text{Test totales}} * 100$$

Amplitud (F3) representa la cantidad por la cual los valores de test fallidos no cumplen con sus criterios de calidad. F3 se calcula en tres pasos:

- I. La magnitud en que una concentración individual es mayor que (o menor que, cuando el criterio de calidad es un mínimo) se denomina “excursión” y se expresa de la siguiente manera. Cuando el valor del test no debe exceder el criterio de calidad:

$$\text{excursión } \iota = \frac{\text{Valor Test Fallidos } \iota}{\text{Criterio de calidad } j} - 1$$

Para los casos en que el valor del test no debe estar por debajo del criterio de calidad

$$\text{excursión } \iota = \frac{\text{Criterio de calidad } j}{\text{Valor Test Fallidos } \iota} - 1$$

- II. El monto colectivo por el cual los tests individuales están fuera de cumplimiento se calcula sumando las excursiones de tests individuales a partir de sus criterios de calidad y dividido por el número total de tests (tanto las que cumplen como aquellos que no cumplan). Este parámetro, denominado la suma normalizada de excursiones, o “nse”, se calcula como:

$$nse = \frac{\sum_n^n = 1 \text{ excursión } \iota}{\#Test}$$

- III. F3 se calcula mediante una función asintótica que escala la suma normalizada de las excursiones de los criterios de calidad (nse) para dar un rango entre 0 y 100.

$$F3 = \frac{nse}{0.01nse + 0.01} * 100$$

Una vez que se han obtenido los factores, el índice se calcula sumando los tres factores como vectores utilizando el teorema de Pitágoras. La suma de los cuadrados de cada factor es por lo tanto igual al cuadrado del ICA.

$$\text{ICA CCME} = \frac{\sqrt{F1 + F2 + F3}}{1,732} - 100$$

El divisor 1.732 normaliza los valores resultantes a un rango entre 0 y 100, donde 0 representa el agua de “peor” calidad y 100 representa la “mejor” calidad del agua.

10.7 Análisis exploratorio

El análisis exploratorio de datos consiste en una serie de técnicas para estimar y visualizar la correlación espacial, permite observar cómo se distribuyen la siniestralidad vial en el ámbito urbano e identificar la presencia de clúster (Hernández, 2012).

10.7.1 Análisis de conglomerados

Esta metodología reúne a los individuos en conglomerados (clúster), de tal forma que los elementos de un mismo agrupamiento son más parecidos entre sí que a los elementos de otros conglomerados (Borracci, & Arribalzaga, 2005). Con este método se busca establecer grupos en función a un grupo de variables.

Para la realización del análisis de conglomerados se realizó el siguiente procedimiento

1. Se seleccionaron los individuos que se estudiaron los cuales son los parámetros analizados: Turbiedad, Temperatura, Solidos Disueltos Totales, Conductividad Eléctrica, Nitratos, Nitritos, Sulfatos, Potencial Hidrogeno (pH), Coliformes Totales y Ec – Coli.
2. Se seleccionó los datos que describen la muestra: Mínimo, Máximo, Media, Mediana Y Desviación Estándar.
3. Se introdujo los datos en el programa Statistica
4. Se seleccionó el criterio para agrupar los individuos en conglomerados el cual fue COMPLETE LINKEGE Y PEARSON R

11 ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS

11.1 Índices de calidad de agua

Los valores y la calificación de la calidad del agua utilizando Índices de Calidad del Agua (WQI), manifiesta que tenemos en los tres puntos de muestreo una calidad buena ya que se encuentran en el rango de 80 a 94 según la metodología propuesta por CCME (2001), decimos que el recurso hídrico en esta zona está protegida con algunas amenazas o daños de poca magnitud. Las condiciones raramente se apartan de los niveles naturales o deseados.

11.1.1 Río Pashimbi

Tabla 4 Parámetros fisicoquímicos y microbiológicos medidos en laboratorio para el punto de muestreo en el Río Pashimbi

PUNTO DE MUESTREO				RIO PASHIMBI		
FECHA				20/02/2019	06/05/2019	07/01/2020
PARAMETRO	UNIDAD	NORMATIVA	LIMITE	RESULTADO		
Turbiedad	NTU	TULSMA	100	0,50	1,51	0,48
Temperatura	°C	TULSMA	22,6	22,30	21,88	21,20
Solidos Disueltos Totales	mg/L	TULSMA	1000	104,6	15,00	16,00
Conductividad Eléctrica	µS/cm	TULSMA	1000	209,70	30,40	31,70
Nitratos	mg/L NO ₃ -	TULSMA	10	0,90	0,70	0,60
Nitritos	mg/L NO ₂ -	TULSMA	1	0,02	0,00	0,02
Sulfatos	mg/L SO ₂ -4	TULSMA	400	1,00	0,00	0,52
Potencial de hidrógeno	Ph	TULSMA	6	6,56	6,62	6,74
Coliformes Totales	UFC/100ml	TULSMA	1000	3028,40	7560,00	432,00
Ec-Coli	UFC/100ml	TULSMA	1000	1045,20	1480,00	268,00

Elaborado: María Tulcán, 2020

Tabla 5 Análisis de la calidad del agua punto Río Pashimbi

ETAPAS	SUB ETAPA	PARÁMETRO	SUB RESULTADO	RESULTADOS
F1				30
F2				16,66666667
F3	Desviación	Coliformes	SUMA	VALOR
			10588	9,5884

	Ec-Coli	SUMA	VALOR
		2525	1,5252
	Temperatura	SUMA	VALOR
		21,20	2,2830189
	SUMA	13,39661887	
	Nse		0,446554
SUMA			77,53685706
RAIZ			15,60734508
WQI			90,98883078

Elaborado: María Tulcán, 2020

En la tabla 4, se presentan los resultados del análisis físico – químico y microbiológico realizado en el Laboratorio Nacional de Referencia de Agua de la Universidad Regional Amazónica IKIAM, realizando el análisis comparativo con los límites establecidos con el Texto Unificado de Legislación Ambiental Secundaria TULSMA, Libro VI, Anexo 3. Criterios de Calidad admisibles para la preservación de la flora y fauna en aguas dulces, frías o cálidas, y en aguas marinas y de estuario.

En la tabla 5, se presentan los parámetros analizados que se encuentran fuera de los límites máximos permisibles en el punto de muestreo de agua del Río Pashimbi mediante el análisis físico, químico y microbiológico se compararon con los límites máximos permisibles de la Norma TULSMA, cuyo resultado es de 90,98 y en comparación con la tabla propuesta por CANADIAN COUNCIL OF MINISTERS OF THE ENVIRONMENT WINNIPEG CCME (2001) tenemos que la calidad del agua para este punto de muestreo es Buena ya que se encuentra en el rango de 84 a 90 decimos que la calidad del agua está protegida con algunas amenazas o daños de poca magnitud. Las condiciones raramente se apartan de los niveles naturales o deseados.

11.1.2 Río Tena

Tabla 6 *Parámetros fisicoquímicos y microbiológicos medidos en laboratorio para el punto de muestreo en el Río Tena*

PUNTO DE MUESTREO				RÍO TENA		
FECHA				20/02/2019	06/05/2019	07/01/2020
PARAMETR	UNIDAD	NORMATIVA	LIMITE	RESULTADO		
O						

Turbiedad	NTU	TULSMA	100	0,703	0,686	0,721
Temperatura	°C	TULSMA	22,6	20,395	20,490	20,30
Solidos	mg/L	TULSMA	1000	13,481	13,000	14,00
Disueltos						
Totales						
Conductividad Eléctrica	µS/cm	TULSMA	1000	27,435	26,800	28,10
Nitratos	mg/L NO3-	TULSMA	10	0,581	0,700	0,496
Nitritos	mg/L NO2-	TULSMA	1	0,004	0,002	0,02
Sulfatos	mg/L SO2-4	TULSMA	400	0,190	0,000	0,380
Potencial de hidrógeno	Ph	TULSMA	6.00- 9.00	6,897	7,140	6,67
Coliformes	UFC/100 ml	TULSMA	1000	1.090,833	4.760,000	616
Ec-Coli	UFC/100 ml	TULSMA	1000	529,262	760,000	406

Elaborado: María Tulcán, 2020

Tabla 7 Análisis de la calidad del agua punto Río Tena

ETAPAS	SUB ETAPA	PARÁMETRO	SUB RESULTADO		RESULTADOS
F1					30
F2					16,66666667
F3	Desviación	Coliformes	SUMA	VALOR	97,32342007
		Totales	5851	1090,83	
		Suma	1090,83		
	Nse				36,36111111
SUMA					143,9900867
RAIZ					21,26871408
WQI					87,72014199

Elaborado: María Tulcán, 2020

En la tabla 6, se presentan los resultados del análisis físico – químico y microbiológico realizado en el Laboratorio Nacional de Referencia de Agua de la Universidad Regional

Amazónica IKIAM, realizando el análisis comparativo con los límites establecidos con el Texto Unificado de Legislación Ambiental Secundaria TULSMA, Libro VI, Anexo 3. Criterios de Calidad admisibles para la preservación de la flora y fauna en aguas dulces, frías o cálidas, y en aguas marinas y de estuario.

La tabla 7 nos muestra los parámetros que se encuentran fuera de los límites máximos permisibles analizados en el punto de muestreo y de agua del Río Tena mediante el análisis físico, químico y microbiológico se compararon con los límites máximos permisibles de la Norma TULSMA, cuyo resultado es de 87,72014199 y en comparación con la tabla propuesta por CANADIAN COUNCIL OF MINISTERS OF THE ENVIRONMENT WINNIPEG CCME (2001) tenemos que la calidad del agua para este punto de muestreo es Buena, ya que se encuentra en el rango de 84 a 90 decimos que la calidad del agua está protegida con algunas amenazas o daños de poca magnitud. Las condiciones raramente se apartan de los niveles naturales o deseados.

11.1.3 Reservorio Universidad Regional IKIAM

Tabla 8 *Parámetros fisicoquímicos y microbiológicos medidos en laboratorio para el punto de muestreo en el Reservorio de la Universidad Regional Amazónica IKIAM*

PUNTO DE MUESTREO				RESERVORIO IKIAM		
FECHA				20/02/2019	06/05/2019	07/01/2020
PARAMETRO	UNIDAD	NORMATIVA	LIMITE	RESULTADO		
Turbiedad	NTU	TULSMA	100	0,369	1.086,00	0,655
Temperatura	°C	TULSMA	22,6	24,80	24,28	25,00
Solidos	mg/L	TULSMA	1000	3,88	2,00	3,00
Disueltos						
Totales						
Conductividad	µS/cm	TULSMA	1000	8,41	4,50	5,50
Eléctrica						
Nitratos	mg/L	TULSMA	10	0,800	0,70	0,929
	NO3-					
Nitritos	mg/L	TULSMA	1	0,040	0,06	-
	NO2-					
Sulfatos	mg/L	TULSMA	400	50,00	1,00	0,330
	SO2-4					

Potencial de hidrógeno	pH	TULSMA	6	6,73	5,95	6,68
Coliformes Totales	UFC/100 ml	TULSMA	1000	116	278	276
Ec-Coli	UFC/100 ml	TULSMA	1000	10	83	50

Elaborado: María Tulcán, 2020

Tabla 9 Análisis de la calidad del agua punto Río Tena

ETAPAS	SUB ETAPA	PARÁMETRO	SUB RESULTADO		RESULTADOS
F1					30
F2					16,66666667
F3	desviación	PH	SUMA	VALOR	76,68677753
			5,95	0,00823391	
		Turbiedad	SUMA	VALOR	
			1.086,00	9,86	
		suma	9,86823391		
	Nse	0,32894113			
SUMA					123,3534442
RAIZ					19,68568704
WQI					88,63412989

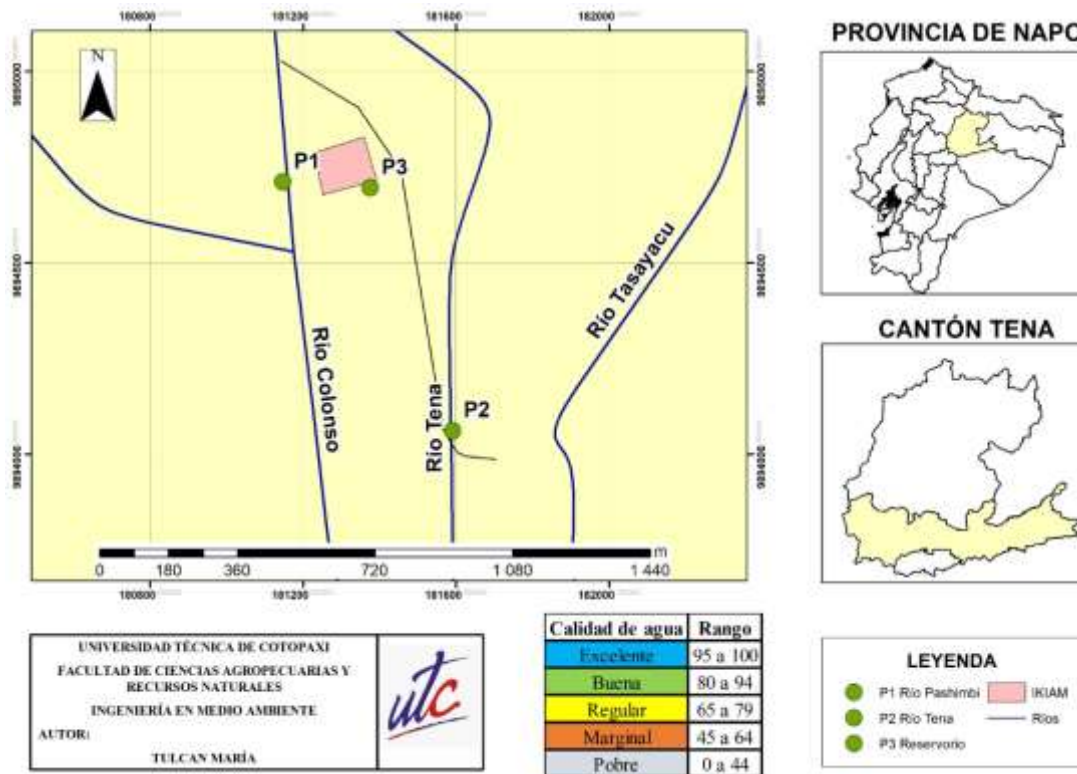
Elaborado: María Tulcán, 2020

En la tabla 8, se presentan los resultados del análisis físico – químico y microbiológico realizado en el Laboratorio Nacional de Referencia de Agua de la Universidad Regional Amazónica IKIAM, realizando el análisis comparativo con los límites establecidos con el Texto Unificado de Legislación Ambiental Secundaria TULSMA, Libro VI, Anexo 1. Límites máximos permisibles para aguas de consumo humano y uso doméstico, que únicamente requieren tratamiento convencional

En la tabla 7 se analizaron los parámetros que se encuentran fuera de los límites máximos permisibles en el punto de muestreo de agua del Reservorio de la Universidad Regional Amazónica IKIAM mediante el análisis físico, químico y microbiológico se compararon con los límites máximos permisibles de la Norma TULSMA, cuyo resultado es de 88,63412989 y en comparación con la tabla propuesta por CANADIAN COUNCIL OF MINISTERS OF THE ENVIRONMENT WINNIPEG CCME (2001) tenemos que la

calidad del agua para este punto de muestreo es Buena, ya que se encuentra en el rango de 84 a 90 decimos que la calidad del agua está protegida con algunas amenazas o daños de poca magnitud. Las condiciones raramente se apartan de los niveles naturales o deseados.

Ilustración 2 Mapa de la calidad del agua en el sector de Atacapi



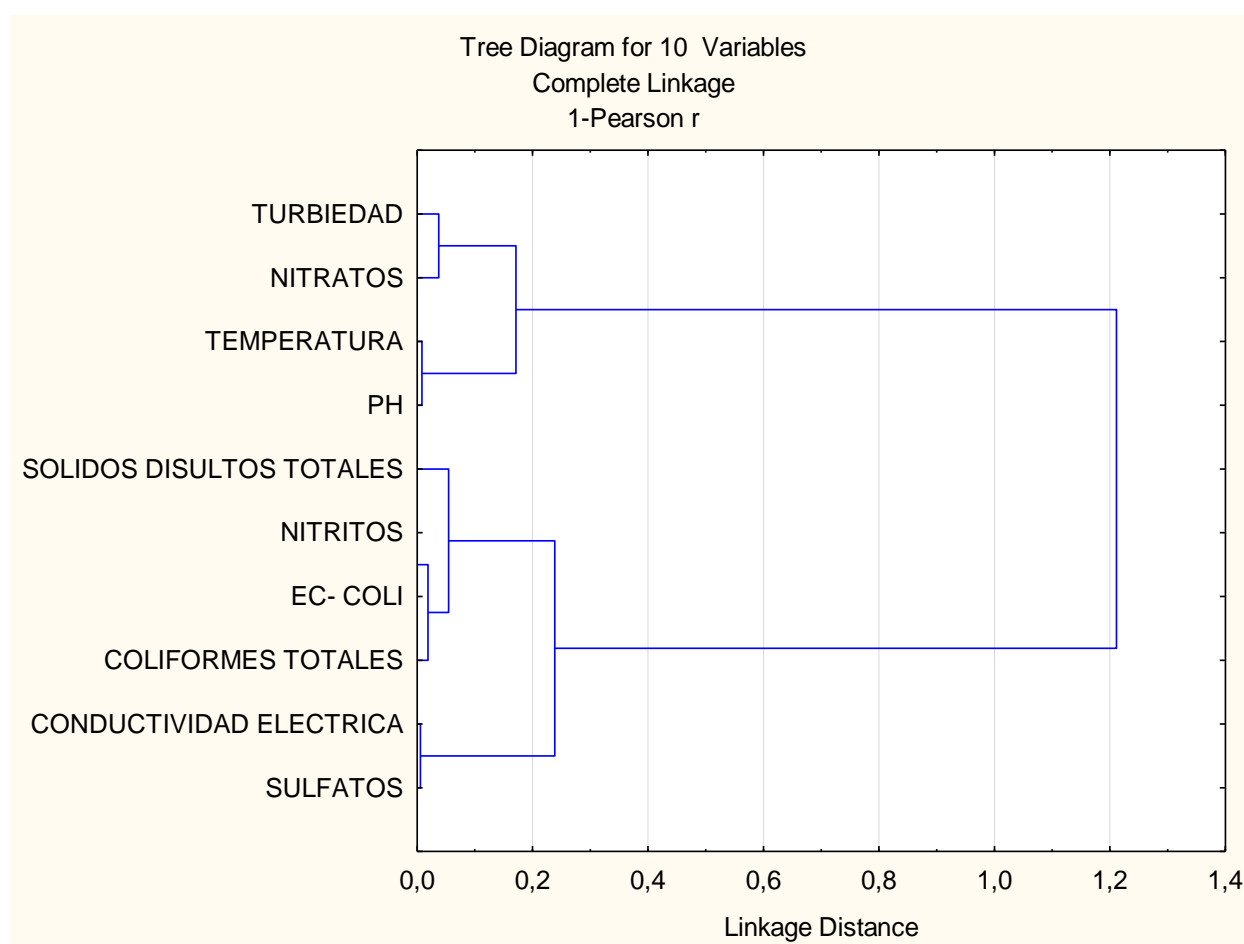
Elaborado: María Tulcán, 2020

En la ilustración 2 podemos observar que en los tres puntos muestreados se tiene una calidad de agua buena, representada con el color verde. A pesar de esto se puede denotar que existe una diferencia relativa entre los resultados de los tres puntos de muestreo en el punto alto Río Pashimbi encontramos un resultado de 90,98883078, en el punto medio el reservorio de la Universidad Regional Amazónica (IKIAM) 88,63412989, en el punto bajo Río Tena 87,72014199. Lo que nos dice que la calidad del agua va decreciendo conforme este avanza por la zona centro del sector Atacapi, el parámetro más relevante dentro de los análisis de calidad es el de Coliformes totales y Ec – Coli, lo que nos dice que se tiene un mal manejo de los desechos residuales de los habitantes del sector.

11.2 Análisis de conglomerados

Se analizó mediante un dendograma qué relación existe entre los datos obtenidos de los análisis físicos, químicos y microbiológicos, consiguiendo grupos con características muy semejantes entre sí, al contrario de los parámetros que no se formaron grupos los cuales no tienen características similares. En los dendogramas se identifican grupos de parámetros con cualidades similares entre sí, esto es lo que llamamos clúster.

Ilustración 3 Análisis de conglomerados con Person (r), fecha 20/02/2019

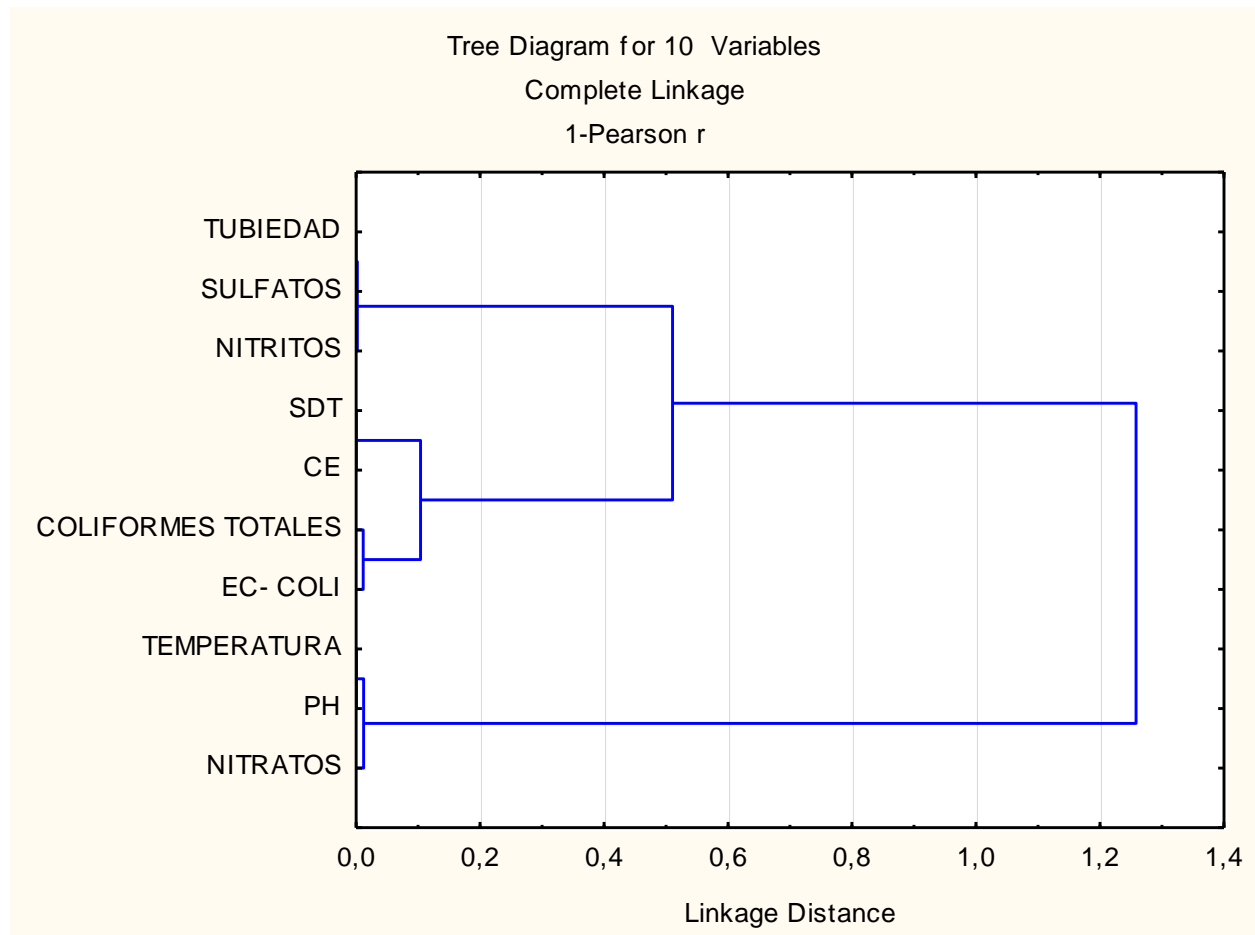


Elaborado: María Tulcán, 2020

En la ilustración 3 Se puede observar con un análisis de conglomerados de Person (r) existe una relación de dos clúster (grupos), en los tres puntos de muestreo. En uno de los grupos que se encuentran relacionados tenemos una correlación entre los parámetros sólidos disueltos totales y conductividad eléctrica. De igual manera como lo manifiesta Córdova, Gaete, Aránguiz, & Figueroa, (2009) en su estudio “Evaluación de la calidad de las aguas del estero Limache (Chile central), mediante bioindicadores y bioensayos”, los

Sólidos Disueltos totales (SDT) y la conductividad eléctrica están estrechamente relacionadas, ya que, cuanto mayor sea la cantidad de sales disueltas en el agua, mayor será el valor de la conductividad eléctrica.

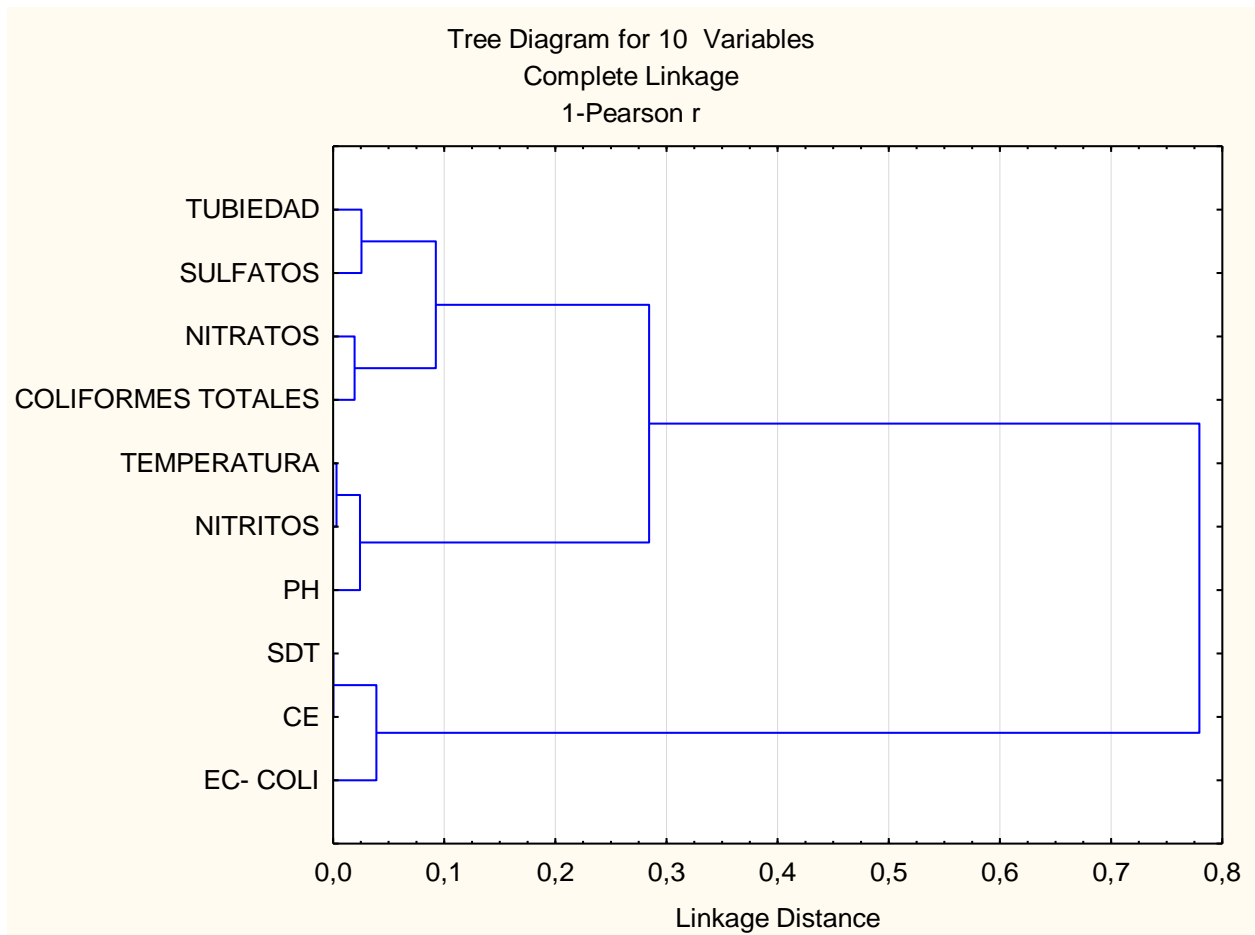
Ilustración 4 Análisis de conglomerados con Person (r), fecha 06/05/2019



Elaborado: María Tulcán, 2020

En la ilustración 4 Se puede observar con un análisis de conglomerados de Person (r) existe una relación de dos clúster (grupos), en los tres puntos de muestreo. En uno de los grupos encontramos una dependencia entre los parámetros nitritos y pH, puesto que, los nitritos de forma natural pueden encontrarse en suelos que contengan un PH superior a 7.7, los fertilizantes nitrogenados pueden originar directamente nitritos en lugar de nitratos cuando estos son aplicados en suelos algo alcalinos a partir de un PH de 7 a 7.3 (Fernández, & Vázquez, 2006).

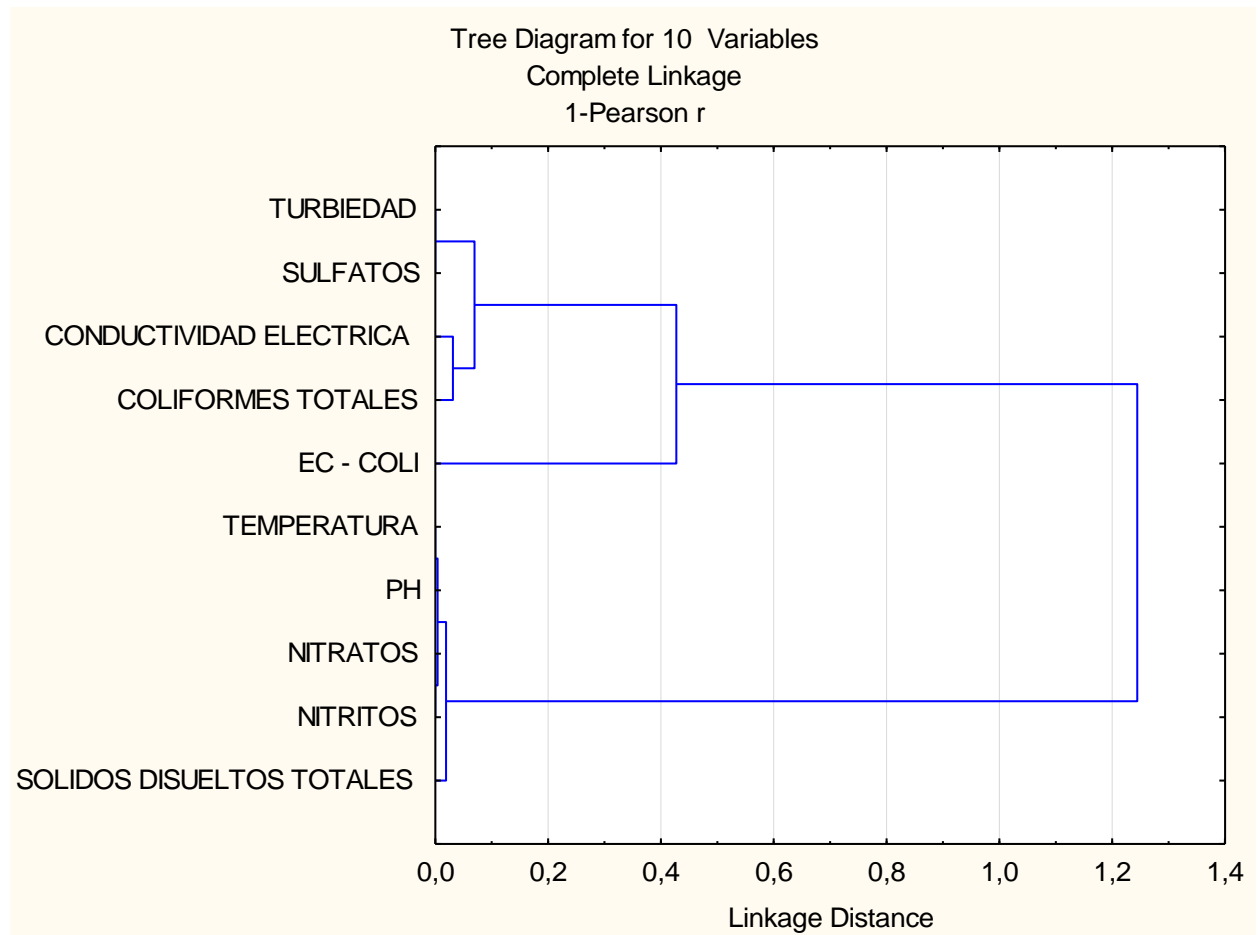
Ilustración 5 Análisis de conglomerados con Person (r), fecha 07/01/2020



Elaborado: María Tulcán, 2020

En la ilustración 5 se puede observar con un análisis de conglomerados de Person (r) existe una relación de dos clúster (grupos), en los tres puntos de muestreo. En uno de los grupos encontramos una dependencia entre los parámetros Nitratos y Coliformes Totales. Como se manifiesta en el estudio realizado por Bolaños, Cordero, & Segura (2017) “Determinación de nitritos, nitratos, sulfatos y fosfatos en agua potable como indicadores de contaminación ocasionada por el hombre, en dos cantones de Alajuela (Costa Rica)” en el cual encontró la presencia de nitratos como un indicativo de una contaminación fecal, debido a que los iones amonio existentes en el efluente de los tanques sépticos se convierten rápidamente en nitratos y se filtran a las aguas, aun cuando exista cierta distancia entre los puntos de muestreo y el lugar de la contaminación.

Ilustración 6 Análisis de conglomerados con Person (r)



Elaborado: María Tulcán, 2020

En la ilustración 6 se puede observar con un análisis de conglomerados de Person (r) existe una relación de dos clúster (grupos), en los tres puntos de muestreo además del tiempo en el que se realizaron los análisis. En uno de los grupos encontramos una dependencia entre los parámetros sulfatos y conductividad eléctrica ya que al determinar la conductividad se evalúa la capacidad del agua para conducir la corriente eléctrica, es una medida indirecta la cantidad de iones en solución (fundamentalmente cloruro, nitrato, sulfato, fosfato, sodio, magnesio y calcio) (Goyenola, 2007). Según Solís, Zúñiga, & Mor (2018) la conductividad del agua esta relacionada con la concentración de sales en la disolución, cuya disolución genera iones capaces de transponer la corriente eléctrica. El sulfato contribuye a la salinidad del agua de riego junto con Na, Ca, Mg, Cl y HCO₃. Además, el sulfato contribuye a la conductividad y sólidos disueltos del agua, parámetros de calidad de aguas que si están regulados en la normativa internacional (Marín, 2019).

12 PRESUPUESTO

Tabla 10 Presupuesto de investigación

RECURSOS	DESCRIPCION	UNIDADES	VALOR UNITARIO	VALOR TOTAL
HUMANO	Trasporte Universidad Regional Amazónica IKIAM	2	\$ 15,00	\$ 30,00
	Trasporte a la universidad	25	\$ 5,00	\$ 125,00
	Alimentación	6	\$ 2,50	\$ 15,00
	Hospedaje	4	\$ 15,00	\$ 60,00
	Visita región de Atacapi-Tena	2	\$ 15,00	\$ 30,00
TECNOLOGICO	GPS	2	\$ 45,00	\$ 90,00
	Cámara Fotográfica	2	\$ 25,00	\$ 50,00
	Termómetro	2	\$ 10,00	\$ 20,00
OFICINA	Resma de Papel	3	\$ 4,50	\$ 13,50
	Esferos	5	\$ 0,40	\$ 2,00
	Libreta de campo	2	\$ 3,50	\$ 7,00
	Cinta adhesiva	5	\$ 0,75	\$ 3,75
	Marcadores	7	\$ 0,90	\$ 6,30
OTROS	Guantes	15	\$ 1,00	\$ 15,00
	Mascarilla	15	\$ 0,50	\$ 7,50
	Frasco para la toma de muestras	20	\$ 0,75	\$ 15,00
	Congelador	2	\$ 5,00	\$ 10,00
	Botas	2	\$ 10,00	\$ 20,00
LABORATORIO	Análisis de muestras	3	\$ 250,00	\$ 750,00
SUBTOTAL				\$ 1.270,05
10 % DE IMPREVISTO				\$ 127,01
TOTAL				\$ 1.397,06

Elaborado: María Tulcán, 2020

13 CONCLUSIONES

Con los parámetros establecidos para evaluar se puede determinar la calidad del agua de los tres puntos dentro del sector Atacapi, se encontró que en los tres puntos tenemos una calidad de agua buena es decir que la calidad está protegida con algunas amenazas o daños de poca magnitud. Las condiciones raramente se apartan de los niveles naturales o deseados.

En los puntos de muestreo alto y bajo se encontró como parámetros con más relevancia a los contaminantes Coliformes Totales y Ec – Coli con la metodología CCME Consejo de Ministros de Medio Ambiente de Canadá (CCME) Water Quality Index, ya que se encuentran fuera de los límites máximos permisibles con referencia a la normativa TULSMA según las tablas: Criterios de Calidad admisibles para la preservación de la flora y fauna en aguas dulces, frías o cálidas, y en aguas marinas y de estuario, en las tres fechas de muestreo.

Se obtuvieron varios dendogramas mediante la aplicación de análisis multivariado, clúster análisis en los cuales reflejaban una dependencia de varios parámetros como son Sulfatos y Conductividad Eléctrica.

14 RECOMENDACIONES

Determinar los puntos de muestreo que sean significativos para poder obtener datos que nos proporcionen la realidad de la calidad del agua en el sector estudiado, y así poder dar soluciones más acertadas que ayuden a brindar remediaciones a futuro.

Obtener una mayor cantidad de datos y en diferentes épocas, ya que esto nos ayudaría a que los resultados sean más contundentes, mientras más abundantes sean los datos de las mediciones se podrá generar mayor conciencia de la cantidad de contaminación que tiene el recurso hídrico.

Para la realización de un análisis clúster se debe utilizar parámetros que tengan una cierta conexión o estos tengan dependencia entre sí, y de esta manera los dendogramas nos arrojen una información más específica.

15 BIBLIOGRAFÍA

- Alaminos, A., Francés, F., Penalva-Verdú, C., & Santacreu, O. (2015). Análisis multivariante para las Ciencias Sociales I. Índices de distancia, conglomerados y análisis factorial.
- Ali, A., Strezov, V., Davies, P., & Wright, I. (2017). Environmental impact of coal mining and coal seam gas production on surface water quality in the Sydney basin, Australia. *Environmental monitoring and assessment*, 189(8), 408.
- Al-Janabi, Z. Z., Al-Obaidy, A. H. M. J., & Al-Kubaisi, A. R. (2015). Applied of CCME Water Quality Index for Protection of Aquatic Life in the Tigris River within Baghdad city. *Al-Nahrain Journal of Science*, 18(2), 99-107.
- ALVAREZ, M. (2016). Manejo Básico de Statística 13. Recuperado de http://proba.at.fcen.uba.ar/documentos/Manejo_de_Statistica_7.pdf
- Aumassanne, C., & Fontanella, D. (2015). Variaciones en la conductividad eléctrica del agua para riego en la cuenca del río Colorado, Argentina. In *Congreso Nacional del Agua. 25. CONAGUA 2015. 2015 06 15-19, 15 al 19 de junio de 2015. Paraná, Entre Ríos. AR.*
- Balmaseda, C., & García, Y. (2014). Índice canadiense de calidad de las aguas para la cuenca del río Naranjo, provincia Las Tunas, Cuba. *Revista Ciencias Técnicas Agropecuarias*. Obtenido de <http://scielo.sld.cu/pdf/rcta/v23n3/rcta02314.pdf>
- BARAJAS, L. E. N. (2002). BIOESTADÍSTICA (ANÁLISIS DE SUPERVIVENCIA). Obtenido de: http://allman.rhon.itam.mx/~lnieto/index_archivos/Modulo61.pdf
- Barrios Caballero, E., Ramírez Olivero, K., Galán Freyle, N. J., & Badillo Vilorio, M. A. (2018). Discriminación e identificación rápida de bacterias empleando técnicas espectroscópicas y análisis multivariado.
- Beristain, C. M., Páez Rovira, D., & Fernández, I. (2009). *Las palabras de la selva: Estudio psicosocial del impacto de las explotaciones petroleras de Texaco en las comunidades amazónicas de Ecuador*. Bilbao: Instituto de Estudios sobre Desarrollo y Cooperación Internacional.

- Bolaños-Alfaro, J. D., Cordero-Castro, G., & Segura-Araya, G. (2017). Determinación de nitritos, nitratos, sulfatos y fosfatos en agua potable como indicadores de contaminación ocasionada por el hombre, en dos cantones de Alajuela (Costa Rica). *Revista Tecnología en Marcha*, 30(4), 15-27.
- Borracci, R. A., & Arribalzaga, E. B. (2005). Aplicación de análisis de conglomerados y redes neuronales artificiales para la clasificación y selección de candidatos a residencias médicas. *Educación Médica*, 8(1), 22-30.
- Bragg, D. (2005). Newfoundland Labrador (Canada). Recuperado el 02 de Junio de 2020, de <https://www.gov.nl.ca/mae/waterres/quality/background/cwqi/>
- Caho, C., & López, E. (2017). Determinación del Índice de Calidad de Agua para el sector occidental del humedal Torca-Guaymaral empleando las metodologías UWQI y CWQI. REDRAUS. Obtenido de http://www.redraus.com.co/3535_Caho-Lopez2017.pdf
- Carrera, D., 2015. Research Gate- Análisis multivariado de las aguas de la Subcuenca del Río Ambi en época de estiaje y su relación con la calidad desde el punto de vista agrícola. Obtenido <https://www.researchgate.net/project/Variations-of-Species-Concentration-in-Inorganic-Water-Dam-Purpose-Multiple-Chone-Ecuador-Based-on-Precipitation-Evaporation-and-Evapotranspiration>.
- CCME. (2001). CANADA, CANADIAN COUNCIL OF MINISTERS OF THE ENVIRONMENT WINNIPEG: Canadian Water Quality Guidelines for the. Obtenido de <http://www.ccme.ca/sourcetotap/>
- Chamorro, B., & Saavedra, B. (2011). Evaluación de la Calidad del agua para el consumo humano de las comunidades del cantón Cotacachi y propuestas de medidas correctivas (Tesis de pregrado). Ecuador: UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE. Obtenido de <http://repositorio.utn.edu.ec/bitstream/123456789/221/1/03%20REC%2012%20CONTENIDO.pdf>

- Córdova, S., Gaete, H., Aránguiz, F., & Figueroa, R. (2009). Evaluación de la calidad de las aguas del estero Limache (Chile central), mediante bioindicadores y bioensayos. *Latin american journal of aquatic research*, 37(2), 199-209.
- Dr.C. Carlos Balmaseda Espinosa & Dr.C. Yoandris García Hidalgo. (2014). Índice canadiense de calidad de las aguas para la cuenca del río Naranjo, provincia Las Tunas, Cuba. *Revista Ciencias Técnicas Agropecuarias*, 23(3), 12.
- ESCOBAR, L. (2006). “Indicadores sintéticos de calidad ambiental: un modelo general para grandes zonas urbanas”. *Eure*, XXXII (96): 73-98.
- ESCOBAR, L. (2008). “Indicadores ambientales sintéticos: una aproximación conceptual desde la estadística multivariante”. *Gestión y Ambiente*, 11 (1): 21-40.
- Fernández, C., & Vázquez, Y. (2006). Origen de los nitratos (NO₃) y nitritos (NO₂) y su influencia en la potabilidad de las aguas subterráneas. *Cuba. Minería y Geología*, 22(13), 1-9.
- Fernández-Santisteban, M. T. (2017). Determinación de coliformes totales y fecales en aguas de uso tecnológico para las centrífugas. *ICIDCA. Sobre los Derivados de la Caña de Azúcar*, 51(2), 70-73.
- Fontaine, G. (2005). Microconflictos ambientales y crisis de gobernabilidad en la Amazonía ecuatoriana. Obtenido de [https://www.juiciocrudo.com/documentos/Contaminacion-Petrolera-y-Efectos-sobre-la-salud-en-la-cuenca-Amazonica-de-Ecuador-por-el-Dr-Lowell-Sever-\(20-ene-2005\).pdf](https://www.juiciocrudo.com/documentos/Contaminacion-Petrolera-y-Efectos-sobre-la-salud-en-la-cuenca-Amazonica-de-Ecuador-por-el-Dr-Lowell-Sever-(20-ene-2005).pdf)
- Goyenola, G. (2007). Guía para la utilización de las Valijas Viajeras-Conductividad. *Red de Monitoreo Ambiental Participativo de Sistemas Acuáticos. RED MAPSA*.
- Gutierrez Cabana, V. R. (2018). Evaluación de la calidad de agua del río Coata en la desembocadura del río Torococha utilizando el Índice de Calidad de Agua del Consejo Canadiense CCME–WQI y el ICA–PE.
- Hernández Hernández, V. (2012). Análisis exploratorio espacial de los accidentes de tránsito en Ciudad Juárez, México. *Revista Panamericana de Salud Pública*, 31, 396-402.

- Hernández Lalinde, J. D., Espinosa Castro, J. F., Peñaloza Tarazona, M. E., Fernández González, J. E., Chacón Rangel, J. G., Toloza Sierra, C. A., ... & Bermúdez Pirela, V. J. (2018). Sobre el uso adecuado del coeficiente de correlación de Pearson: definición, propiedades y suposiciones.
- Hernández-Alpízar, L., & Coy-Herrera, R. (2015). Evaluación de técnicas de cuantificación de nitratos en agua potable para análisis en línea. *Revista Tecnología en Marcha*, 28(4), 86-93.
- Herrera, L. G., & Morantes, G. (2017). Aplicación del análisis multivariante para sostenibilidad ambiental urbana. Determinación de las variables ambientales urbanas. *Bitácora Urbano-Territorial*, 27(1), 89-100.
- Johnson, R. A., & Wichern, D. W. (2002). *Applied multivariate statistical analysis* (Vol. 5, No. 8). Upper Saddle River, NJ: Prentice hall.
- López, C., & Wilson, A. (2015). *Propuesta de diseño para el desarrollo de espacios sociales físico-ambientales para la comunidad kichwa Atacapi* (Bachelor's thesis, Quito: UCE). Obtenido de: file:///C:/Users/Pc01/Downloads/T-UCE-0001-0194.pdf
- Marín Galvín, R. (2019). *Fisicoquímica y microbiología de los medios acuáticos: tratamiento y control de calidad de aguas*. Ediciones Díaz de Santos.
- Martínez-Orjuela, M., Mendoza-Coronado, J., Medrano-Solís, B., Gómez-Torres, L., & Zafra-Mejía, C. (2020). Evaluación de la turbiedad como parámetro indicador del tratamiento en una planta potabilizadora municipal. *Revista UIS Ingenierías*, 19(1), 15-24.
- Miljojkovic, D., Trepšic, I., & Milovancevic, M. (2019). Assessment of physical and chemical indicators on water turbidity. *Physica A: Statistical Mechanics and its Applications*, 527, 121171.
- Minaya, J. (2019). *Parámetros físicos, químicos, microbiológicos, para determinar la calidad del agua en la laguna Moronacocha, época de transición creciente-vacante. Iquitos. Perú. 2016* (Doctoral dissertation, Tesis, Iquitos-Perú. Recuperado el 12 de Diciembre de).

- MONTOSA, J. (2014). “Aplicación del análisis multivariante a espacios en transformación: Las periferias de las mayores aglomeraciones urbanas andaluzas”. *Boletín de la Asociación de Geógrafos Españoles*, 65: 87-112. NETQUEST.
- Morales, S. G. H., & Delgado, C. A. P. (2018). Coliformes totales en malecón turístico. *ConCiencia Tecnológica*, (55), 14-18.
- ONU, 2007. Informe de las Naciones Unidas sobre el Desarrollo de los Recursos Hídricos en el Mundo, España: Programa Mundial de Evaluación de los Recursos Hídricos. Pamplona, U. D. (2006). Índices de Calidad (ICAs) y de Contaminación (ICOs) del Agua de Importancia Mundial
- Patricia Torres, Camilo Hernán Cruz & Paola Janeth Patiño. (2009). Obtenido de <http://www.scielo.org.co/pdf/rium/v8n15s1/v8n15s1a09.pdf>
- Espinosa Jarrín, D., Herrera, F., Lapo Fernández, Á. F., & Pérez, L. (2015). El potencial de Tena como destino de turismo de aventura.
- Pretelt Vega, F., & Socarras Galindo, S. (2020). Validación del método analítico para la determinación de nitritos en agua natural y potable, por espectrofotometría visible en el laboratorio de investigación y calidad ambiental del centro de comercio, industria y turismo del sena, regional córdoba.
- Sancho-Vargas, M. E. (2019). Propuesta de sistema de tratamiento para la reducción del contenido de Dureza Total y Sulfato del agua en el acueducto de la ASADA Santa Cruz de Turrialba.
- Sigler, A., & Bauder, J. (2017). Alcalinidad, pH, y sólidos disueltos totales. *Obtenido de Well Educated Educación en el Agua de Pozo: http://region8water.colostate.edu/PDFs/we_espanol/Alkalinity_pH_TDS, 20, 2012-11.*
- Solís-Castro, Y., Zúñiga-Zúñiga, L., & Mora-Alvarado, D. (2018). La conductividad como parámetro predictivo de la dureza del agua en pozos y nacientes de Costa Rica. *Revista Tecnología en Marcha*, 31(1), 35-46.
- Torres, P., Cruz, C., & Patiño, P. (2009). Indices de Calidad de Agua en fuentes Superficiales utilizadas en la producción de agua para consumo humano. Una

revisión crítica. Revista Ingenierías Universidad de Medellín. Obtenido de <http://www.scielo.org.co/pdf/rium/v8n15s1/v8n15sla09.pdf>

Vázquez, E., & Rojas, T. (2016). Ph: Teoría y 232 problemas.

Vilà Baños, R., Rubio Hurtado, M. J., Berlanga, V., & Torrado Fonseca, M. (2014). Cómo aplicar un cluster jerárquico en SPSS. *REIRE. Revista d'Innovació i Recerca en Educació*, 2014, vol. 7, num. 1, p. 113-127.

Yanez, S., (2017). Evaluación de la Contaminación del agua mediante parámetros físico químicos en las desembocaduras de los principales afluentes y efluente del Lago San Pablo, provincia de Imbabura (Tesis de pregrado). Ecuador: UNIVERSIDAD CENTRAL DEL ECUADOR. Obtenido de <http://www.dspace.uce.edu.ec/bitstream/25000/15142/1/T-UCE-0012-067-2018.pdf>

16 ANEXOS

Anexo 1 Aval de Traducción



Universidad
Técnica de
Cotopaxi

CENTRO DE IDIOMAS

AVAL DE TRADUCCIÓN

En calidad de Docente del Centro de Idiomas de la Universidad Técnica de Cotopaxi; en forma legal **CERTIFICO** que: La traducción del resumen de la tesis al Idioma Inglés presentado por la señorita egresada de la Carrera de **INGENIERÍA EN MEDIO AMBIENTE** de la **FACULTAD ACADÉMICA DE CIENCIAS AGROPECUARIAS y RECURSOS NATURALES: TULCÁN RIVERA MARÍA ISABEL**, cuyo título versa "**CLASIFICACIÓN DE LA CALIDAD DE AGUA DE LA REGIÓN DE ATACAPI UTILIZANDO ANÁLISIS MULTIVARIADO EN EL PERIODO 2019 - 2020**", lo realizó bajo mi supervisión y cumple con una correcta estructura gramatical del idioma.

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

Latacunga, septiembre del 2020.

Atentamente,

A handwritten signature in black ink, appearing to read 'E. Pacheco Pruna'.

Lic. Edison Marcelo Pacheco Pruna Mg.

DOCENTE CENTRO DE IDIOMAS

CC: 05026173-50



CENTRO
DE IDIOMAS

Anexo 2 Hoja de vida del Proponente de titulación**TULCÁN RIVERA MARÍA ISABEL**

Cutuglagua Calle Atacazo
0983490663
maliajbmt@gmail.com

EDUCACIÓN

UNIVERSIDAD TECNICA DE COTOPAXI

2020

INGENIERÍA EN MEDIO AMBIENTE

UNIDAD EDUCATIVA “PEREZ PALLARES”

2015

BACHILLER EN CIENCIAS GENERALES

UNIDAD EDUCATIVA “2 DE AGOSTO”

2008

EDUCACIÓN GENERAL BASICA

EXPERIENCIA

Pasante | GAD MUNICIPAL DEL CANTON MEJÍA

2019 - 2019

Ayudante de Investigación| UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI

2019 - 2020

Anexo 3 Hoja de vida del Tutor del Proyecto de Investigación

KALINA MARCELA FONSECA LARGO, MSc
Ecología & aprovechamiento de recursos naturales



1. INFORMACIÓN PERSONAL

Lugar y fecha de nacimiento: Quito, 21 de octubre de 1989.

Estado civil: soltera

Cédula de ciudadanía: 17235344-7

Teléfono: 0996267102 - (02)2021755

Correo electrónico: kalina.fonseca@utc.edu.ec

2. INSTRUCCIÓN FORMAL

NIVEL	REGISTRO SENESCYT	INSTITUCIÓN EDUCATIVA	TÍTULO OBTENIDO	PAÍS DONDE REALIZÓ LOS ESTUDIOS
Cuarto	643288236	Universidad Estatal Rusa de Hidrometeorología	Máster en Ecología y Aprovechamiento de los Recursos Naturales (Diploma rojo: título recibido con honores)	Rusia (becada gobierno de Ecuador)
		Universidad Estatal Rusa de	Licenciada en Ecología	

Tercer	Homologación	Hidrometeorología	y utilización de recursos naturales	Rusia
Tercer	1005-14-1263267	Universidad Central del Ecuador	Licenciada en Turismo Ecológico	Ecuador

3. EXPERIENCIA EN ENSEÑANZA

EXPERIENCIA DOCENTE	INSTITUCIÓN	FACULTAD	FECHA DE INGRESO	FECHA DE SALIDA
Docente – investigador	Universidad Técnica de Cotopaxi	Ingeniería en Medio Ambiente	10/04/2017	En funciones
Investigadora – Docente 2 Años	Universidad Estatal Rusa de Hidrometeorología	Ecología y Gestión Ambiental	01/10/2014	05/07/2016

EXPERIENCIA DOCENTE	INSTITUCIÓN	FACULTAD	FECHA DE INGRESO	FECHA DE SALIDA
Docente 9 Meses	Unidad Educativa R.F. Suiza	Ciencias Ambientales	01/09/2012	31/06/2013
Docente 8 Meses	Unidad Educativa Particular Iberoamericano	Ciencias Ambientales	01/11/2011	31/07/2012

4. EXPERIENCIA EN TRABAJOS DE CONSULTORÍA

PROYECTO	ENTIDAD
Evaluación de la calidad de agua para riego de la comunidad Tiliche, Cotopaxi	Gobierno Autónomo Descentralizado de Cotopaxi
Pronóstico de variación de la calidad de agua del río Pacayacu	Programa de Reparación Ambiental y Social (PRAS), Ministerio del Ambiente del Ecuador
Guía de atractivos turísticos naturales y culturales como base informativa para el desarrollo socio - económico de la Parroquia San José de Poaló (zona de amortiguamiento del Parque Nacional Llanganates) prov.de Tungurahua	Comunidad de San José de Poaló

5. EXPERIENCIA INVESTIGATIVA

PONENCIAS NACIONALES E INTERNACIONALES

- Evento: I Congreso Internacional de Investigación Científica de la Universidad Técnica de Cotopaxi

Tema: Evaluación Espacio – Temporal de la Calidad del Agua de la Microcuenca del Río Cutuchi

Fecha: 22-24 de Noviembre de 2017

- Evento: Primera Convención Científica Internacional de la Universidad Técnica de Manabí, 2017

Tema: Comparación de métodos de interpolación para la estimación de temperatura del reservorio CEASA

Fecha: 18-20 de Octubre de 2017

- Evento: Primeras jornadas Ciencias Naturales y Matemática Escuela Politécnica Superior del Litoral

Tema: Islas Flotantes Artificiales: Una alternativa ecotecnológica para el tratamiento de aguas contaminadas

Fecha: 25/09/2017

- Evento: 21st Century Watershed Technology Conference and Workshop Tema 1: Pronósticos de contaminación del río Pacayacu, Ecuador.

Tema 2: Pronósticos de inundación

Lugar: Ecuador

Fecha: 05 de Diciembre de 2016

- Evento: Encuentro de investigadores juveniles Rusia

Tema: Evaluación de la contaminación de las aguas superficiales como resultado de la explotación petrolera en la cuenca del río Pacayacu, Ecuador

Lugar: Universidad Estatal de San Petersburgo, Rusia Fecha: 14 de Junio de 2016

6. RECONOCIMIENTOS CIENTÍFICOS



- Ganadora del concurso Mujeres por el cambio climático(WOMEN4CLIMATE), organizado internacionalmente por WOMEN4CLIMATE, C40 y nacional por Secretaría de Ambiente de Quito y ConQuito, 2018

- Ganadora del segundo lugar en la feria de proyectos de investigación: Software aplicados a las ciencias ambientales, FERIA UTECINA, Universidad Técnica de Cotopaxi, Ecuador, 2018
- Ganadora del primer puesto del "2do Concurso Nacional de Investigación Agroeconómica" (Categoría pregrado), realizado por el MAGAP, Ecuador, 2017.

7. PUBLICACIONES

PUBLICACIONES Obras de relevancia	Idioma Original	ISSN
Estimación de datos faltantes de precipitación en la Subcuenca del Río Patate	Español	2588-0764
Islas Flotantes Artificiales: Una alternativa ecotecnológica para el tratamiento de aguas contaminadas	Español	Proceso de edición (REVISTA ESPOL)
Comparación de métodos de interpolación para la estimación de temperatura del reservorio CEASA	Español	2288-0764
Investigación de mercado para la exportación de Chips de plátano Verde (Chifles) a Rusia	Español	Publicación SINAGAP

Evaluación de la contaminación de las aguas superficiales como resultado de la explotación petrolera en la cuenca del río Pacayacu, Ecuador	Ruso	2306-5788.
---	------	------------

Anexo 4 Análisis De Los Parámetros Físico – Químicos Y Microbiológicos En Los Puntos De Muestreo

Tabla 11 Análisis De Los Parámetros Físico – Químicos Y Microbiológicos En El Rio Pashimbi en la Fecha 20/02/2019

SISTEMA DE GESTIÓN DE CALIDAD						
LABORATORIO NACIONAL DE REFERENCIA DE AGUA						
	REPORTE DE RESULTADOS DE ENSAYOS		N° 001	Código:	LNRA-FORM	
				Versión:	1	
				Página:	1 de 1	
INFORMACIÓN GENERAL						
PROYECTO:		Pre-diseño de planta de tratamiento de agua potable para el campus Ikiam				
ENTIDAD SOLICITANTE:		Sistemas de provisión y tratamiento de agua				
SOLICITA:		Edgar Fabian Espitia Sarmiento				
DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA						
FECHA DE MUESTREO:	20/02/2019	DESCRIPCIÓN:	Muestra de agua de río			
FECHA DE INGRESO:	20/02/2019	LUGAR:	Universidad Regional Amazónica Ikiam – Río Pashimbi (0°57'05.0"S 77°51'52.7"W)			
FECHA DE ANÁLISIS:	20/02/2019					
FECHA DE REPORTE:	22/02/2019	CODIGO:	P			
ANÁLISIS FÍSICO QUÍMICO						
PARAMETROS	EXPRESADOS COMO	LIMITE MAX. PERMITIBLE	RESULTADOS	EQUIPO	RANGO DE MEDIDA	NORMA
Turbiedad	NTU	100	<i>0.503</i>	<i>TL2300</i>	<i>0 – 4000</i>	TULSMA
Temperatura	°C	Natural +0-3 °C	<i>22.3</i>	<i>HQ14d</i>	<i>-20 - 60</i>	TULSMA
Sólidos Disueltos Totales	mg/L	1000	<i>104.6</i>	<i>HQ14d</i>	<i>0 – 50</i>	TULSMA
Conductividad Eléctrica	µS/cm	1000	<i>209.7</i>	<i>HQ14d</i>	<i>0.01 – 200.0</i>	TULSMA
Nitratos	mg/L NO ₃ ⁻ -N	10	<i>0.9</i>	<i>DR1900</i>	<i>0 – 30</i>	TULSMA
Nitritos	mg/L NO ₂ ⁻ -N	1	<i>0.02</i>	<i>DR1900</i>	<i>0 – 0.3</i>	TULSMA
Potencia de Hidrógeno	pH	6.00-9.00	<i>6.56</i>	<i>HQ11d</i>	<i>0 – 14</i>	TULSMA
Sulfatos	mg/L SO ₄ ⁼	400	<i>1.0</i>	<i>DR1900</i>	<i>0 – 70</i>	TULSMA
ANÁLISIS MICROBIOLÓGICOS						
PARAMETROS	EXPRESADOS COMO	LIMITE MAX. PERMITIBLE	RESULTADOS	NORMA		
Coliformes Totales	UFC/100ml	<1*	<i>3028</i>	INEN		
Ec-Coli	UFC/100ml	<1*	<i>1045</i>	INEN		
REFERENCIA ANALÍTICA						
Las especificaciones corresponden a la Norma NTE INEN 1108:2015 Agua Potable y a la Tabla 1. Criterios de calidad de fuentes de agua para consumo humano y doméstico Anexo 1 del libro VI del Texto Unificado del Ministerio del Ambiente: Norma de Calidad Ambiental y Descarga de Efluentes al Recurso Agua (TULSMA). Acuerdo Ministerial N°097-A						
*El límite es para agua potable ya que no hay valores disponibles en UFC/100mL para agua previa al tratamiento.						
REALIZADO POR:	Cabrera Bejarano Marcela Victoria, Lucas Solis Oscar Enrique y Rosero Ortíz Bryan					

Tabla 12 Análisis De Los Parámetros Físico – Químicos Y Microbiológicos En El Rio Pashimbi en la Fecha 06/05/2019


SISTEMA DE GESTIÓN DE CALIDAD				
LABORATORIO NACIONAL DE REFERENCIA DE AGUA				
	REPORTE DE RESULTADOS DE ENSAYOS		N° 001	Código: LNRA-FORM
				Versión: 1
				Página: 1 de 1
INFORMACIÓN GENERAL				
PROYECTO:	Pre-diseño de planta de tratamiento de agua potable			
ENTIDAD SOLICITANTE:	Sistemas de provisión y tratamiento de agua			
SOLICITA:	Edgar Fabian Espitia Sarmiento			
DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA				
FECHA DE MUESTREO:	06/05/2019	DESCRIPCIÓN:	Muestra de agua de río	
FECHA DE INGRESO:	06/05/2019	LUGAR:	Universidad Regional Amazónica Ikiam – Río Pashimbi (-0.957901S, -77.860001W)	
FECHA DE ANÁLISIS:	06/05/2019		CODIGO:	M3RP
FECHA DE REPORTE:	06/05/2019			
ANÁLISIS FÍSICO QUÍMICO				
PARAMETROS	EXPRESADOS COMO	LIMITE MAX. PERMITIBLE	RESULTADOS	NORMA
Turbiedad	NTU	100	1,51	INEN
Temperatura	°C	Natural +-3	21,88	TULSMA
Solidos Disueltos Totales	mg/L	1000	15,00	TULSMA
Conductividad Eléctrica	µS/cm		30,40	INEN
Nitratos	mg/L NO ₃ ⁻	10	0,70	TULSMA
Nitritos	mg/L NO ₂ ⁻	1	0,00	TULSMA
Sulfatos	mg/L SO ₄ ⁻²	400	0,00	TULSMA
Potencial de hidrógeno	pH	6.00-9.00	6,62	TULSMA
ANÁLISIS MICROBIOLÓGICOS				
PARAMETROS	EXPRESADOS COMO	LIMITE MAX. PERMITIBLE	RESULTADOS	NORMA
Coliformes Totales	UFC/100ml	<1*	7560	INEN
Ec-Coli	UFC/100ml	<1*	1480	INEN
REFERENCIA ANALÍTICA				
Norma de Calidad Ambiental y de Descarga de Efluentes: Recurso Agua. Libro VI Anexo 1. Norma Técnica Ecuatoriana INEN 1180. Agua Potable: Requisitos *El límite es para agua potable ya que no hay valores disponibles en UFC/100mL para agua previa al tratamiento.				
REALIZADO POR:	Cabrera Marcela, Carrasco Carlos, Intriago Ángel, Naranjo Elizabeth.			

Tabla 13 Análisis De Los Parámetros Físico – Químicos Y Microbiológicos En El Rio Pashimbi en la Fecha 07/01/2020


SISTEMA DE GESTIÓN DE CALIDAD				
		LABORATORIO NACIONAL DE REFERENCIA DE AGUA		
		REPORTE DE RESULTADOS DE ENSAYOS	N° 001	Código:
Versión:	1			
Página:	1 de 1			
INFORMACIÓN GENERAL				
PROYECTO:	Pre-diseño de planta de tratamiento de agua potable			
ENTIDAD SOLICITANTE:	Sistemas de provisión y tratamiento de agua			
SOLICITA:	Edgar Fabian Espitia Sarmiento			
DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA				
FECHA DE MUESTREO:	07/01/2020	DESCRIPCIÓN:	Muestra de agua de río	
FECHA DE INGRESO:	07/01/2020	LUGAR:	Universidad Regional Amazónica Ikiam – Río Pashimbi (-0.957901S, -77.860001W)	
FECHA DE ANÁLISIS:	07/01/2020			
FECHA DE REPORTE:	22/01/2020	CODIGO:	M-04-AN	
ANÁLISIS FÍSICO QUÍMICO				
PARAMETROS	EXPRESADOS COMO	LIMITE MAX. PERMITIBLE	RESULTADOS	NORMA
Turbiedad	NTU	100	0,48	INEN
Temperatura	°C	Natural +-3	21,20	TULSMA
Solidos Disueltos Totales	mg/L	1000	16,00	TULSMA
Conductividad Eléctrica	µS/cm		31,70	INEN
Nitratos	ppm	10	0,598	TULSMA
Nitritos	mg/L NO ₂ ⁻	1	0,02	TULSMA
Sulfatos	ppm	400	0,520	TULSMA
Potencial de hidrógeno	pH	6.00-9.00	6,74	TULSMA
ANÁLISIS MICROBIOLÓGICOS				
PARAMETROS	EXPRESADOS COMO	LIMITE MAX. PERMITIBLE	RESULTADOS	NORMA
Coliformes Totales	UFC/100ml	3000	432	INEN
Ec-Coli	UFC/100ml	600	268	INEN
REFERENCIA ANALÍTICA				
Norma de Calidad Ambiental y de Descarga de Efluentes: Recurso Agua. Libro VI Anexo 1. Norma Técnica Ecuatoriana INEN 1180. Agua Potable: Requisitos *El límite es para agua potable ya que no hay valores disponibles en UFC/100mL para agua previa al tratamiento.				
REALIZADO POR:	Cabrera Marcela, Henry Joel Carrillo, Dayana Martinez, Jusseth Chancay, Vinicio Oñate y Bryan Zurita			

Tabla 14 Análisis De Los Parámetros Físico – Químicos Y Microbiológicos En El Reservorio de la Universidad Regional Amazónica IKIAM en la Fecha 20/02/2019



SISTEMA DE GESTIÓN DE CALIDAD						
		LABORATORIO NACIONAL DE REFERENCIA DE AGUA				
			REPORTE DE RESULTADOS DE ENSAYOS	N° 002	Código:	LNRA-FORM
Versión:	1					
Página:	1 de 1					
INFORMACIÓN GENERAL						
PROYECTO:	Pre-diseño de planta de tratamiento de agua potable para el campus Ikiam					
ENTIDAD SOLICITANTE:	Sistemas de provisión y tratamiento de agua					
SOLICITA:	Edgar Fabian Espitia Sarmiento					
DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA						
FECHA DE MUESTREO:	01/02/2019	DESCRIPCIÓN:	Muestra de agua de río			
FECHA DE INGRESO:	01/02/2019	LUGAR:	Universidad Regional Amazónica Ikiam – Reservorio agua de lluvia (0°57'05.5"S 77°51'45.3"W)			
FECHA DE ANÁLISIS:	10/02/2019					
FECHA DE REPORTE:	22/02/2019	CODIGO:	LI			
ANÁLISIS FÍSICO QUÍMICO						
PARAMETROS	EXPRESADOS COMO	LIMITE MAX. PERMITIBLE	RESULTADOS	EQUIPO	RANGO DE MEDIDA	NORMA
Turbiedad	NTU	100	<i>0.369</i>	<i>TL2300</i>	<i>0 – 4000</i>	TULSMA
Temperatura	°C	Natural +0-3 °C	<i>24.8</i>	<i>HQ14d</i>	<i>-20 - 60</i>	TULSMA
Solidos Disueltos Totales	mg/L	1000	<i>3.88</i>	<i>HQ14d</i>	<i>0 – 50</i>	TULSMA
Conductividad Eléctrica	µS/cm	1000	<i>8.41</i>	<i>HQ14d</i>	<i>0.01 – 200.0</i>	TULSMA
Nitratos	mg/L NO ₃ ⁻ -N	10	<i>0.8</i>	<i>DR1900</i>	<i>0 – 30</i>	TULSMA
Nitritos	mg/L NO ₂ ⁻ -N	1	<i>0.04</i>	<i>DR1900</i>	<i>0 – 0.3</i>	TULSMA
Potencia de Hidrógeno	pH	6.00-9.00	<i>6.73</i>	<i>HQ11d</i>	<i>0 – 14</i>	TULSMA
Sulfatos	mg/L SO ₄ ⁼	400	<i>50.0</i>	<i>DR1900</i>	<i>0 – 70</i>	TULSMA
ANALISIS MICROBIOLÓGICOS						
PARAMETROS	EXPRESADOS COMO	LIMITE MAX. PERMITIBLE	RESULTADOS	NORMA		
Coliformes Totales	UFC/100ml	<1*	<i>116</i>	INEN		
Ec-Coli	UFC/100ml	<1*	<i>10</i>	INEN		
*El límite es para agua potable ya que no hay valores disponibles en UFC/100mL para agua previa al tratamiento.						
REALIZADO POR:	Cabrera Bejarano Marcela Victoria, Lucas Solis Oscar Enrique y Rosero Ortiz Bryan Rafael.					

Tabla 15 Análisis De Los Parámetros Físico – Químicos Y Microbiológicos En El Reservorio de la Universidad Regional Amazónica IKIAM en la Fecha 05/06/2019



SISTEMA DE GESTIÓN DE CALIDAD				
		LABORATORIO NACIONAL DE REFERENCIA DE AGUA		
		REPORTE DE RESULTADOS DE ENSAYOS	N° 001	Código: LNRA-FORM Versión: 1 Página: 1 de 1
INFORMACIÓN GENERAL				
PROYECTO:	Pre-diseño de planta de tratamiento de agua potable			
ENTIDAD SOLICITANTE:	Sistemas de provisión y tratamiento de agua			
SOLICITA:	Edgar Fabian Espitia Sarmiento			
DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA				
FECHA DE MUESTREO:	06/05/2019	DESCRIPCIÓN:	Muestra de alluvias a la salida del tanque de almacenamiento de la universidad Ikiam.	
FECHA DE INGRESO:	06/05/2019	LUGAR:	Universidad Regional Amazónica Ikiam – Tanques de almacenamiento de agua pluvial (0° 57' 5.2128" S 77° 51' 52.29" W)	
FECHA DE ANÁLISIS:	06/05/2019			
FECHA DE REPORTE:	06/05/2019	CODIGO:	M3RP	
ANÁLISIS FÍSICO QUÍMICO				
PARAMETROS	EXPRESADOS COMO	LIMITE MAX. PERMITIBLE	RESULTADOS	NORMA
Turbiedad	NTU	100	1,086	INEN
Temperatura	°C	Natural +-3	24,28	TULSMA
Solidos Disueltos Totales	mg/L	1000	2,000	TULSMA
Conductividad Eléctrica	µS/cm	...	4,500	INEN
Nitratos	mg/L NO ₃ ⁻	10	0,700	TULSMA
Nitritos	mg/L NO ₂ ⁻	1	0,060	TULSMA
Sulfatos	mg/L SO ₄ ⁻²	400	1,00	TULSMA
Potencial de hidrógeno	pH	6.00-9.00	5,95	TULSMA
ANÁLISIS MICROBIOLÓGICOS				
PARAMETROS	EXPRESADOS COMO	LIMITE MAX. PERMITIBLE	RESULTADOS	NORMA
Coliformes Totales	UFC/100ml	<1*	278	INEN
Ec-Coli	UFC/100ml	<1*	83	INEN
REFERENCIA ANALÍTICA				
Norma de Calidad Ambiental y de Descarga de Efluentes: Recurso Agua. Libro VI Anexo 1. Norma Técnica Ecuatoriana INEN 1180. Agua Potable: Requisitos *El límite es para agua potable ya que no hay valores disponibles en UFC/100mL para agua previa al tratamiento.				
REALIZADO POR:	Cabrera Marcela, Cabrera Jairo, Coronel Brian y Sabando Lilian.			

Tabla 16 Análisis De Los Parámetros Físico – Químicos Y Microbiológicos En El Reservorio de la Universidad Regional Amazónica IKIAM en la Fecha 07/01/2020



SISTEMA DE GESTIÓN DE CALIDAD				
 		LABORATORIO NACIONAL DE REFERENCIA DE AGUA		
		REPORTE DE RESULTADOS DE ENSAYOS	N° 001	Código: LNRA-FORM Versión: 1 Página: 1 de 1
INFORMACIÓN GENERAL				
PROYECTO:	Pre-diseño de planta de tratamiento de agua potable			
ENTIDAD SOLICITANTE:	Sistemas de provisión y tratamiento de agua			
SOLICITA:	Edgar Fabian Espitia Sarmiento			
DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA				
FECHA DE MUESTREO:	07/01/2020	DESCRIPCIÓN:	Muestra de agua de río	
FECHA DE INGRESO:	07/01/2020	LUGAR:	Universidad Regional Amazónica Ikiam – Tanques de almacenamiento de agua pluvial (0° 57' 5.2128" S 77° 51' 52.29" W)	
FECHA DE ANÁLISIS:	07/01/2020			
FECHA DE REPORTE:	22/01/2020	CODIGO:	M-01-AN	
ANÁLISIS FÍSICO QUÍMICO				
PARAMETROS	EXPRESADOS COMO	LIMITE MAX. PERMITIBLE	RESULTADOS	NORMA
Turbiedad	NTU	100	0,655	INEN
Temperatura	°C	Natural +-3	25,00	TULSMA
Solidos Disueltos Totales	mg/L	1000	3,00	TULSMA
Conductividad Eléctrica	µS/cm		5,50	INEN
Nitratos	ppm	10	0,929	TULSMA
Nitritos	mg/L NO ₂ ⁻	1	-	TULSMA
Sulfatos	ppm	400	0,330	TULSMA
Potencial de hidrógeno	pH	6.00-9.00	6,68	TULSMA
ANÁLISIS MICROBIOLÓGICOS				
PARAMETROS	EXPRESADOS COMO	LIMITE MAX. PERMITIBLE	RESULTADOS	NORMA
Coliformes Totales	UFC/100ml	3000	276	INEN
Ec-Coli	UFC/100ml	600	50	INEN
REFERENCIA ANALÍTICA				
Norma de Calidad Ambiental y de Descarga de Efluentes: Recurso Agua. Libro VI Anexo 1. Norma Técnica Ecuatoriana INEN 1180. Agua Potable: Requisitos *El límite es para agua potable ya que no hay valores disponibles en UFC/100mL para agua previa al tratamiento.				
REALIZADO POR:	Cabrera Marcela, Henry Joel Carrillo, Dayana Martinez, Jusseth Chancay, Vinicio Oñate y Bryan Zurita			

Tabla 17 Análisis De Los Parámetros Físico – Químicos Y Microbiológicos En El Río Tena en la Fecha 06/05/2019




SISTEMA DE GESTIÓN DE CALIDAD					
 		LABORATORIO NACIONAL DE REFERENCIA DE AGUA			
		REPORTE DE RESULTADOS DE ENSAYOS	N° 001	Código:	LNRA-FORM
				Versión:	1
				Página:	1 de 1
INFORMACIÓN GENERAL					
PROYECTO:	Pre-diseño de planta de tratamiento de agua potable				
ENTIDAD SOLICITANTE:	Sistemas de provisión y tratamiento de agua				
SOLICITA:	Edgar Fabian Espitia Sarmiento				
DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA					
FECHA DE MUESTREO:	06/05/2019	DESCRIPCIÓN:	Muestra de agua de río		
FECHA DE INGRESO:	06/05/2019	LUGAR:	Universidad Regional Amazónica Ikiam – Río Tena (Puente Atacapi) (0° 57' 5.7168" S, 77° 51		
FECHA DE ANÁLISIS:	06/05/2019				
FECHA DE REPORTE:	06/05/2019	CODIGO:	M1RTA		
ANÁLISIS FÍSICO QUÍMICO					
PARAMETROS	EXPRESADOS COMO	LÍMITE MAX. PERMITIBLE	RESULTADOS	NORMA	
Turbiedad	NTU	100	0,686	INEN	
Temperatura	°C	Natural +-3	20,49	TULSMA	
Sólidos Disueltos Totales	mg/L	1000	13,000	TULSMA	
Conductividad Eléctrica	µS/cm		26,8	INEN	
Nitratos	mg/L NO ₃ ⁻	10	0,700	TULSMA	
Nitritos	mg/L NO ₂ ⁻	1	0,002	TULSMA	
Sulfatos	mg/L SO ₄ ⁻²	400	0,00	TULSMA	
Potencial de hidrógeno	pH	6.00-9.00	7,14	TULSMA	
ANÁLISIS MICROBIOLÓGICOS					
PARAMETROS	EXPRESADOS COMO	LÍMITE MAX. PERMITIBLE	RESULTADOS	NORMA	
Coliformes Totales	UFC/100ml	<1*	4760	INEN	
Ec-Coli	UFC/100ml	<1*	760	INEN	
REFERENCIA ANALÍTICA					
Norma de Calidad Ambiental y de Descarga de Efluentes: Recurso Agua. Libro VI Anexo 1. Norma Técnica Ecuatoriana INEN 1180. Agua Potable: Requisitos *El límite es para agua potable ya que no hay valores disponibles en UFC/100mL para agua previa al tratamiento.					
REALIZADO POR:	Cabrera Marcela, Gualli Alexander, Llumiquinga Andrea, Ortíz Diana.				

Tabla 18 Análisis De Los Parámetros Físico – Químicos Y Microbiológicos En El Río Tena en la Fecha 07/01/2020

SISTEMA DE GESTIÓN DE CALIDAD				
		LABORATORIO NACIONAL DE REFERENCIA DE AGUA		
		REPORTE DE RESULTADOS DE ENSAYOS	N° 001	Código:
Versión:	1			
Página:	1 de 1			
INFORMACIÓN GENERAL				
PROYECTO:	Pre-diseño de planta de tratamiento de agua potable			
ENTIDAD SOLICITANTE:	Sistemas de provisión y tratamiento de agua			
SOLICITA:	Edgar Fabian Espitia Sarmiento			
DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA				
FECHA DE MUESTREO:	07/01/2020	DESCRIPCIÓN:	Muestra de agua de río	
FECHA DE INGRESO:	07/01/2020	LUGAR:	Universidad Regional Amazónica Ikiam – Río Tena	
FECHA DE ANÁLISIS:	07/01/2020			
FECHA DE REPORTE:	22/01/2020	CODIGO:	M-05-AN	
ANÁLISIS FÍSICO QUÍMICO				
PARAMETROS	EXPRESADOS COMO	LIMITE MAX. PERMITIBLE	RESULTADOS	NORMA
Turbiedad	NTU	100	0,721	INEN
Temperatura	°C	Natural +-3	20,30	TULSMA
Solidos Disueltos Totales	mg/L	1000	14,00	TULSMA
Conductividad Eléctrica	µS/cm		28,10	INEN
Nitratos	Ppm	10	0,496	TULSMA
Nitritos	mg/L NO ₂ ⁻	1	0,02	TULSMA
Sulfatos	Ppm	400	0,380	TULSMA
Potencial de hidrógeno	pH	6.00-9.00	6,67	TULSMA
ANÁLISIS MICROBIOLÓGICOS				
PARAMETROS	EXPRESADOS COMO	LIMITE MAX. PERMITIBLE	RESULTADOS	NORMA
Coliformes Totales	UFC/100ml	3000	616	INEN
Ec-Coli	UFC/100ml	600	406	INEN
REFERENCIA ANALÍTICA				
Norma de Calidad Ambiental y de Descarga de Efluentes: Recurso Agua. Libro VI Anexo 1.				
Norma Técnica Ecuatoriana INEN 1180. Agua Potable: Requisitos				
*El límite es para agua potable ya que no hay valores disponibles en UFC/100mL para agua previa al tratamiento.				
REALIZADO POR:	Cabrera Marcela, Henry Joel Carrillo, Dayana Martinez, Jusseth Chancay, Vinicio Oñate y Bryan Zurita			

Anexo 5 Estadísticas Descriptivas De Los Parámetros Analizados En Las Fechas De Muestreo

Tabla 19 Estadística descriptiva de los parámetros analizados en la fecha 20/02/2019

20/02/2019								
PARAMETROS	RIO PASHIMBI	RIO TENA	RESERVORIO	MINIMO	MAXIMO	MEDIA	MEDIANA	DESVIACION ESTANDAR
Turbiedad	0,50	0,70	0,369	0,37	0,70	0,52	0,50	0,166
Temperatura	22,30	20,39	24,80	20,39	24,80	22,50	22,30	2,212
Solidos Disueltos Totales	104,6	13,48	3,88	3,88	13,48	8,68	8,68	6,788
Conductividad Eléctrica	209,70	27,43	8,41	8,41	209,70	81,85	27,43	111,132
Nitratos	0,90	0,58	0,800	0,58	0,90	0,76	0,80	0,164
Nitritos	0,02	0,00	0,040	0,00	0,04	0,02	0,02	0,020
Sulfatos	1,00	0,19	50,00	0,19	50,00	17,06	1,00	28,527
Potencial de hidrógeno	6,56	6,90	6,73	6,56	6,90	6,73	6,73	0,170
Coliformes Totales	3028,40	1090,83	116	116,00	3028,40	1411,74	1090,83	1482,484
Ec-Coli	1045,20	529,26	10	10,00	1045,20	528,15	529,26	517,601

Elaborado: María Tulcán, 2020

Tabla 20 Estadística descriptiva de los parámetros analizados en la fecha 07/05/2019

06/05/2019								
PARAMETROS	RIO PASHIMBI	RIO TENA	RESERVORIO	MINIMO	MAXIMO	MEDIA	MEDIANA	DESVIACION ESTANDAR
Turbiedad	1,51	0,69	1.086,00	0,69	1086,00	362,73	1,51	626,369
Temperatura	21,88	20,49	24,28	20,49	24,28	22,22	21,88	1,917
Solidos Disueltos Totales	15,00	13,00	2,00	2,00	15,00	10,00	13,00	7,000
Conductividad Eléctrica	30,40	26,80	4,50	4,50	30,40	20,57	26,80	14,030
Nitratos	0,70	0,70	0,70	0,70	0,70	0,70	0,70	0,000
Nitritos	0,00	0,00	0,06	0,00	0,06	0,02	0,00	0,033
Sulfatos	0,00		1,00	0,00	1,00	0,33	0,00	0,577
Potencial de hidrógeno	6,62	7,14	5,95	5,95	7,14	6,57	6,62	0,596
Coliformes Totales	7560,00	4760,00	278	278,00	7560,00	4199,33	4760,00	3673,233
Ec-Coli	1480,00	760,00	83	83,00	1480,00	774,33	760,00	698,610

Elaborado: María Tulcán, 2020

Tabla 21 Estadística descriptiva de los parámetros analizados en la fecha 07/01/2020

07/01/2020								
PARAMETROS	RIO PASHIMBI	RIO TENA	RESERVORIO	MINIMO	MAXIMO	MEDIA	MEDIANA	DESVIACION ESTANDAR
Turbiedad	0,48	0,721	0,655	0,48	0,72	0,62	0,66	0,124
Temperatura	21,20	20,30	25,00	20,30	25,00	22,17	21,20	2,495
Solidos Disueltos Totales	16,00	14,00	3,00	3,00	16,00	11,00	14,00	7,000
Conductividad Eléctrica	31,70	28,10	5,50	5,50	31,70	21,77	28,10	14,202
Nitratos	0,60	0,496	0,929	0,50	0,93	0,67	0,60	0,226
Nitritos	0,02	0,02	-	0,02	0,02	0,02	0,02	0,004
Sulfatos	0,52	0,380	0,330	0,33	0,52	0,41	0,38	0,098
Potencial de hidrógeno	6,74	6,67	6,68	6,67	6,74	6,70	6,68	0,038
Coliformes Totales	432,00	616	276	276,00	616,00	441,33	432,00	170,192
Ec-Coli	268,00	406	50	50,00	406,00	241,33	268,00	179,492

Elaborado: María Tulcán, 2

