



# **UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI**

**FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS Y RECURSOS NATURALES**

**CARRERA DE INGENIERÍA EN MEDIO AMBIENTE**

**PROYECTO DE INVESTIGACIÓN**

**Título:**

---

**“IDENTIFICACIÓN DE DIATOMEAS EPILÍTICAS ASOCIADAS A  
LA CALIDAD DE AGUA DEL RÍO CUNUYACU, CANTÓN  
LATACUNGA, PROVINCIA DE COTOPAXI, PERIODO 2020 -  
2021”**

---

Proyecto de Investigación presentado previo a la obtención del título de  
Ingenieros en Medio Ambiente

**Autores:**

Almache Pincha Luis Alberto  
Maldonado Quicaliquin Rubén David

**Tutor:**

Clavijo Cevallos Manuel Patricio M.Sc.

**LATACUNGA - ECUADOR**

**Marzo 2021**

## DECLARACIÓN DE AUTORÍA

Almache Pincha Luis Alberto, con cédula de ciudadanía No. 050423949-2; y Maldonado Quicaliquin Rubén David, con cédula de ciudadanía No. 175173734-5 declaramos ser autores del presente proyecto de investigación: “Identificación de Diatomeas Epilíticas Asociadas a la Calidad de Agua del Río Cunuyacu, Cantón Latacunga, Provincia de Cotopaxi, Periodo 2020 - 2021”, siendo el M.Sc. Clavijo Cevallos Manuel Patricio, Tutor del presente trabajo; y eximimos expresamente a la Universidad Técnica de Cotopaxi y a sus representantes legales de posibles reclamos o acciones legales.

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

Latacunga, 08 de marzo del 2021

Luis Alberto Almache Pincha  
Estudiante  
CC: 050423949-2

Rubén David Maldonado Quicaliquin  
Estudiante  
CC: 175173734-5

M.Sc. Manuel Patricio Clavijo Cevallos  
Docente Tutor  
CC: 050144458-2

## 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 **ALMACHE PINCHA LUIS ALBERTO** identificado con cédula de ciudadanía **050423949-2** de estado civil soltero, a quien en lo sucesivo se denominará **EL CEDENTE**; y, de otra parte, el Ph.D. Nelson Rodrigo Chiguano Umajinga, en calidad de Rector Encargado 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.** - **EL CEDENTE** es una persona natural estudiante de la carrera de **Ingeniería en Medio Ambiente**, titular de los derechos patrimoniales y morales sobre el trabajo de grado **“Identificación de Diatomeas Epilíticas Asociadas a la Calidad de Agua del Río Cunuyacu, Cantón Latacunga, Provincia de Cotopaxi, Periodo 2020 - 2021”** la cual se encuentra elaborada según los requerimientos académicos propios de la Facultad; y, las características que a continuación se detallan:

Historial Académico. - Inicio de la carrera: septiembre 2015 – febrero 2016 – Finalización: octubre 2020 – marzo 2021

Aprobación en Consejo Directivo. - 26 de enero del 2021

Tutor: M.Sc. Clavijo Cevallos Manuel Patricio

Tema: “Identificación de Diatomeas Epilíticas Asociadas a la Calidad de Agua del Río Cunuyacu, Cantón Latacunga, Provincia de Cotopaxi, Periodo 2020 - 2021”

**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, **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 **EL CEDENTE**, transfiere definitivamente a **LA CESIONARIA** y en forma exclusiva los

siguientes derechos patrimoniales; pudiendo a partir de la firma del contrato, realizar, autorizar o prohibir:

- a) La reproducción parcial del trabajo de grado por medio de su fijación en el soporte informático conocido como repositorio institucional que se ajuste a ese fin.
- b) La publicación del trabajo de grado.
- c) La traducción, adaptación, arreglo u otra transformación del trabajo de grado con fines académicos y de consulta.
- d) La importación al territorio nacional de copias del trabajo de grado hechas sin autorización del titular del derecho por cualquier medio incluyendo mediante transmisión.
- e) 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 **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 **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 **EL CEDENTE** en forma escrita.

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

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

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

En señal de conformidad las partes suscriben este documento en dos ejemplares de igual valor y tenor en la ciudad de Latacunga, a los 08 días del mes de marzo del 2021.

Luis Alberto Almache Pincha

**EL CEDENTE**

Ph.D. Nelson Rodrigo Chiguano Umajinga

**LA CESIONARIA**

## 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 **MALDONADO QUICALIQUIN RUBEN DAVID**, identificado con cédula de ciudadanía **175173734-5** de estado civil soltero, a quien en lo sucesivo se denominará **EL CEDENTE**; y, de otra parte, el Ph.D. Nelson Rodrigo Chiguano Umajinga 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.** - **EL CEDENTE** es una persona natural estudiante de la carrera de **Ingeniería en Medio Ambiente**, titular de los derechos patrimoniales y morales sobre el trabajo de grado **“Identificación de Diatomeas Epilíticas Asociadas a la Calidad de Agua del Río Cunuyacu, Cantón Latacunga, Provincia de Cotopaxi, Periodo 2020 - 2021”**, la cual se encuentra elaborada según los requerimientos académicos propios de la Facultad; y, las características que a continuación se detallan:

Historial Académico. - Inicio de la carrera: abril 2016 - agosto 2016 – Finalización: octubre 2020 - marzo 2021

Aprobación en Consejo Directivo. - 26 de enero del 2021

Tutor: M.Sc. Clavijo Cevallos Manuel Patricio

Tema: “Identificación de Diatomeas Epilíticas Asociadas a la Calidad de Agua del Río Cunuyacu, Cantón Latacunga, Provincia de Cotopaxi, Periodo 2020 - 2021”

**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, **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 **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:

- f) La reproducción parcial del trabajo de grado por medio de su fijación en el soporte informático conocido como repositorio institucional que se ajuste a ese fin.
- g) La publicación del trabajo de grado.
- h) La traducción, adaptación, arreglo u otra transformación del trabajo de grado con fines académicos y de consulta.
- i) La importación al territorio nacional de copias del trabajo de grado hechas sin autorización del titular del derecho por cualquier medio incluyendo mediante transmisión.
- j) 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 **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 **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 **EL CEDENTE** en forma escrita.

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

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

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

En señal de conformidad las partes suscriben este documento en dos ejemplares de igual valor y tenor en la ciudad de Latacunga, a los 08 días del mes de marzo del 2021.

Rubén David Maldonado Quicaliquin

**EL CEDENTE**

Ph.D. Nelson Rodrigo Chiguano Umajinga

**LA CESIONARIA**



## **AVAL DEL TUTOR DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN**

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

**“IDENTIFICACIÓN DE DIATOMEAS EPILÍTICAS ASOCIADAS A LA CALIDAD DE AGUA DEL RÍO CUNUYACU, CANTÓN LATACUNGA, PROVINCIA DE COTOPAXI, PERIODO 2020 - 2021”**, de Almache Pincha Luis Alberto y Maldonado Quicaliquin Rubén David, de la carrera de 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 han incorporado las observaciones y recomendaciones propuestas en la Pre defensa.

Latacunga, 08 de marzo del 2021

M.Sc. Manuel Patricio Clavijo Cevallos

**Docente Tutor**

CC: 050144458-2

## **AVAL DE LOS LECTORES DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN**

En calidad de Tribunal de Lectores, aprobamos el presente Informe de Investigación de acuerdo a las disposiciones reglamentarias emitidas por la Universidad Técnica de Cotopaxi; y, por la Facultad de Ciencias Agropecuarias y Recursos Naturales; por cuanto, los postulantes: Almache Pincha Luis Alberto y Maldonado Quicaliquin Rubén David, con el título del Proyecto de Investigación: **“IDENTIFICACIÓN DE DIATOMEAS EPILÍTICAS ASOCIADAS A LA CALIDAD DE AGUA DEL RÍO CUNUYACU, CANTÓN LATACUNGA, PROVINCIA DE COTOPAXI, PERIODO 2020 - 2021”**, han considerado las recomendaciones emitidas oportunamente y reúne los méritos suficientes para ser sometido al acto de sustentación del trabajo de titulación.

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

Latacunga, 08 de marzo del 2021

Ing. Mg. José Agreda Oña  
**LECTOR 1 (PRESIDENTE)**  
CC: 040068979-0

Ing. Mg. Oscar Daza Guerra  
**LECTOR 2**  
CC: 040133210-1

Lcdo. Mg. Jaime Lema Pillalaza  
**LECTOR 3**  
CC: 171375993-2

## **AGRADECIMIENTO**

En este largo caminar hemos tenido tropiezos, pero como hombres aguerridos nos hemos levantado y demostrado que somos capaces de alcanzar todo lo que nos proponíamos.

En primer lugar, agradecemos a nuestro Padre Dios, porque puso cada pieza en su lugar a su debido tiempo y también porque conocimos amistades valiosas, una de ellas mi compañero con quien comparto este trabajo de tesis, a nuestros padres y familia por su apoyo y amor incondicional, sin ese esfuerzo no hubiera sido posible esto. Gracias también a nuestros maestros, sobre todo al M.Sc. Clavijo Cevallos Patricio que nos ha transmitido sus conocimientos y ha hecho posible cumplir satisfactoriamente con una de tantas metas que vendrán.

A todos Ustedes, un infinito Gracias.

Luis Alberto Almache Pincha  
Rubén David Maldonado Quicaliquin

## **DEDICATORIA**

Con Amor Entrega y Sacrificio estos logros no hubieran sido adquiridos, gracias a la maravillosa voluntad de nuestro Padre Dios y su guía en cada una de nuestras decisiones, ha hecho posible que el día de hoy podamos dedicar con gran orgullo este trabajo.

Luis. A mi madre Carmen quien es el pilar fundamental, mi todo y por quienes luchare siempre, gracias por su apoyo incondicional, a mis hermanas: Liliana y Anita gracias por acompañarme en esta travesía difícil; también es necesario nombrar a Luis y Javier mis cuñados, quienes han estado apoyándome en todo este proceso.

Rubén. A mis queridos Padres que sin su bendición diaria a lo largo de mi vida que me protege y me da las fuerzas para seguir luchando en la vida, a mis hermanos por su cariño y a mi novia por su apoyo constante, ustedes son mi orgullo.

Esto es para ustedes.

Luis Alberto Almache Pincha  
Rubén David Maldonado Quicaliquin

# UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI

## FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS Y RECURSOS NATURALES

**TEMA:** “IDENTIFICACIÓN DE DIATOMEAS EPILÍTICAS ASOCIADAS A LA CALIDAD DE AGUA DEL RÍO CUNUYACU, CANTÓN LATACUNGA, PROVINCIA DE COTOPAXI, PERIODO 2020 - 2021”

### AUTORES:

Luis Alberto Almache Pincha

Rubén David Maldonado Quicaliquin

### RESUMEN

En el presente trabajo de investigación, fue posible identificar diatomeas epilíticas asociadas al Índice Trófico de Calidad del Agua (ITCA) del río Cunuyacu, Cantón Latacunga, Provincia de Cotopaxi. Se realizó un muestreo en los tres puntos de estudio, identificando un total de 92 especies de diatomeas epilíticas en los tres puntos, de las cuales solo se utilizó las especies abundantes de cada punto; en el punto uno ubicado en la parroquia Juan Montalvo se halló 31 especies de las cuales 9 especies fueron más abundantes: *Achnanthydium minutissimum*, *Eutonia minor*, *Lemnicola hungarica*, *Navicula lanceolata*, *Navicula tripunctata*, *Planothidium lanceolatum*, *Planothidium frequentissimum*, *Pseudostaurosira elliptica*, *Pseudostaurosira polonica*. En el punto dos ubicado en el sector La Laguna se identificó 27 especies de diatomeas epilíticas de las cuales 8 especies fueron las más abundantes: *Achnanthydium pyrenaicum*, *Gomphonema parvulum*, *Gomphonema rhombicum*, *Navicula germaini*, *Navicula gregaria*, *Navicula lanceolata*, *Nitzschia inconspicua*, *Pseudostaurosira polonica*. Y en el punto tres ubicado en el sector Molinos Poulthier se identificó un total de 34 especies de diatomeas epilíticas donde se obtuvo 12 especies abundantes: *Amphora meridionalis*, *Encyonema silesiacum*, *Encyonema ventricosum*, *Fragilaria perminuta*, *Fragilaria rumpens*, *Halamphora montana*, *Halamphora veneta*, *Nitzschia inconspicua*, *Nitzschia fonticola*, *Nitzschia linearis*, *Nitzschia vermicularis*, *Pseudostaurosira polonica*. Para el cálculo del Índice de Calidad de Agua (ICA) en los meses de noviembre y diciembre se utilizó 9 parámetros físico-químicos y microbiológicos, los cuales se valoró mediante el software IQADData, donde en el punto uno obtuvo un valor de 71.71 categorizada en el rango de “Bueno”, mientras que para el punto dos el valor obtenido fue de 42.21 “Malo” y finalmente en el tercer punto obtuvo un valor de 23.77 dentro del rango de “Malo”, consecutivamente se comparó el Índice Trófico de Calidad del Agua y de tablas; donde para el punto uno el ITCA teórico obtuvo un valor de 2.0 que comparado con el ITCA de tablas dio lugar a un rango de contaminación  $\beta$ -mesotrófico (contaminación moderada); en el punto dos el ITCA teórico obtuvo un valor de 3.4 que comparado con el ITCA de tablas está en el rango de contaminación  $\alpha$ -mesotrófico (contaminación fuerte) y en el punto tres se obtuvo un ITCA teórico de 2.9 que comparado con el ITCA de tablas se encontró con un nivel de contaminación  $\alpha$ -mesotrófico (contaminación fuerte).

**Palabras clave:** Bioindicadores, Cuerpo hídrico, Diatomeas epilíticas, Índice de Calidad del Agua (ICA), Índice trófico de calidad del agua (ITCA), río Cunuyacu.

## TECHNICAL UNIVERSITY OF COTOPAXI

### FACULTY OF AGRICULTURAL SCIENCES AND NATURAL RESOURCES

**THEME:** "IDENTIFICATION OF EPILITHIC DIATOMS ASSOCIATED WITH THE WATER QUALITY OF THE CUNUYACU RIVER, LATACUNGA CANTON, COTOPAXI PROVINCE, PERIOD 2020"

#### AUTHORS:

Luis Alberto Almache Pincha

Rubén David Maldonado Quicaliquin

#### ABSTRACT

In the present research work, it was possible to identify epilithic diatoms associated with the Trophic Water Quality Index (ITQW) of the Cunuyacu River, Latacunga Canton, Cotopaxi Province. A sampling was carried out in the three study points, identifying a total of 92 species of epilithic diatoms in the three points, of which only the abundant species of each point were used; at point one located in the Juan Montalvo parish, 31 species were found, of which 9 species were more abundant: *Achnantheidium minutissimum*, *Eutonia minor*, *Lemnicola hungarica*, *Navicula lanceolata*, *Navicula tripunctata*, *Planothidium lanceolatum*, *Planothidium frequentissimum*, *Pseudostaurosira elliptica*, *Pseudostaurosira polonica*. At point two located in the La Laguna sector, 27 species of epilithic diatoms were identified, of which 8 species were the most abundant: *Achnantheidium pyrenaicum*, *Gomphonema parvulum*, *Gomphonema rhombicum*, *Navicula germaini*, *Navicula gregaria*, *Navicula lanceolata*, *Nitzschia inconspicua*, *Pseudostaurosira polonica*. And at point three located in the Molino's Poulter sector, a total of 34 species of epilithic diatoms were identified, where 12 abundant species were obtained: *Amphora meridionalis*, *Encyonema silesiacum*, *Encyonema ventricosum*, *Fragilaria perminuta*, *Fragilaria rumpens*, *Halamphora montane*, *Halamphora veneta*, *Nitzschia inconspicua*, *Nitzschia fonticola*, *Nitzschia linearis*, *Nitzschia vermicularis*, *Pseudostaurosira polonica*. To calculate the Water Quality Index (IQW) in the months of november and december, 9 physical-chemical and microbiological parameters were used, which were assessed using the IQADData software, where in point one he obtained a value of 71.71 categorized in the range of "Good", while for point two the value obtained was 42.21 "Bad" and finally in the third point it obtained a value of 23.77 within the range of "Bad, consecutively the Water Quality Trophic Index and tables were compared; where for point one the theoretical ITQW obtained a value of 2.0 that compared with the ITQW of tables gave rise to a range of  $\beta$ -mesotrophic contamination (moderate contamination); in point two, the theoretical ITQW obtained a value of 3.4 that compared to the ITQW of tables is in the range of  $\alpha$ -mesotrophic contamination (strong contamination) and in point three a theoretical ITQW of 2.9 was obtained which compared to the ITQW of tables was found with a level of  $\alpha$ -mesotrophic contamination (strong contamination).

**Keywords:** Bioindicators, Water body, Epilithic diatoms, Water Quality Index (IQW), Trophic water quality index (ITQW), Cunuyacu river.

## ÍNDICE DE CONTENIDOS

DECLARACIÓN DE AUTORÍA.....	ii
CONTRATO DE CESIÓN NO EXCLUSIVA DE DERECHOS DE AUTOR.....	iii
AVAL DEL TUTOR DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN.....	ix
AVAL DE LOS LECTORES DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN.....	x
AGRADECIMIENTO.....	xi
DEDICATORIA.....	xii
RESUMEN.....	xiii
ABSTRACT.....	xiv
ÍNDICE DE CONTENIDOS.....	xv
ÍNDICE DE TABLAS.....	xvii
ÍNDICE DE GRÁFICOS.....	xviii
1 INFORMACIÓN GENERAL.....	1
2 JUSTIFICACIÓN DEL PROBLEMA.....	2
3 BENEFICIARIOS.....	3
4 PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN.....	4
5 OBJETIVOS.....	5
5.1 Objetivo General.....	5
5.2 Objetivos Específicos.....	5
6 ACTIVIDADES Y SISTEMAS DE TAREAS.....	5
7 FUNDAMENTACIÓN CIENTÍFICA TÉCNICA.....	8
7.1 Agua.....	8
7.1.1 Calidad del agua.....	8
7.1.2 Parámetros para la calidad de agua.....	8
7.1.3 Contaminación del agua.....	8

7.1.4	Índices de calidad de agua. ....	9
7.2	Índice de calidad de agua (ICA). ....	12
7.3	Índice Trófico De Calidad De Agua (ITQA). ....	13
7.4	Diatomeas.....	14
7.4.1	Estructura de las diatomeas. ....	15
7.4.2	Clasificación de diatomeas.....	15
7.4.3	Diatomeas como indicadores.....	16
8	MARCO LEGAL. ....	17
9	PREGUNTAS CIENTÍFICAS. ....	20
10	MÉTODOS – TÉCNICAS – INSTRUMENTOS. ....	20
10.1	Métodos.....	20
10.2	Técnicas.....	20
10.3	Instrumentos. ....	21
11	METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN.....	22
11.1	Delimitación del área de estudio. ....	22
11.2	Ubicación del sitio de estudio. ....	22
11.3	Descripción del sitio de estudio.....	23
11.4	Parámetros de muestreo.....	24
12	ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS. ....	29
12.1	Parámetros Físico Químicos. ....	29
12.2	Índice de Calidad de Agua (ICA).....	40
12.3	Variables que representan mayor impacto en la calificación del índice de calidad del agua (ICA). ....	41
12.4	Índice trófico la calidad de agua (ITCA). ....	44
12.5	Indicadores Bióticos.....	48
13	DISCUSIÓN DE RESULTADOS.....	55



14	PREGUNTAS CIENTÍFICAS. ....	58
15	IMPACTOS (TÉCNICOS, SOCIALES, AMBIENTALES O ECONÓMICOS).....	60
16	CONCLUSIONES.....	61
17	RECOMENDACIONES.....	63
18	BIBLIOGRAFÍA.....	64
19	ANEXOS.....	68

### **ÍNDICE DE TABLAS**

Tabla 1.	Beneficiarios Directos e Indirectos del Proyecto.....	3
Tabla 2.	Actividades y Sistema de Tareas en Relación a los Objetivos Planteados. ....	5
Tabla 3.	Coordenadas Geográficas UTM Zona 17 Sur. ....	23
Tabla 4.	Rangos para determinar el Índice de Calidad de Agua (ICA). ....	28
Tabla 5.	Valores de pH en los Tres Sitios del Muestreo del río Cunuyacu.....	29
Tabla 6.	Valores de Temperatura (°C) en los Tres Sitios del Muestreo del río Cunuyacu. ....	30
Tabla 7.	Valores de Oxígeno Disuelto (mg/L), en los Tres Sitios del Muestreo del río Cunuyacu. .....	31
Tabla 8.	Valores de Turbidez (NTU), en los Tres Sitios del Muestreo del río Cunuyacu. ....	32
Tabla 9.	Valores de Fosfatos (mg/L), en los Tres Sitios del Muestreo del río Cunuyacu.....	33
Tabla 10.	Valores de Nitratos (mg/L), en los Tres Sitios del Muestreo del río Cunuyacu.....	34
Tabla 11.	Valores de Sólidos Totales (mg/L), en los Tres Sitios del Muestreo del río Cunuyacu. .....	35
Tabla 12.	Valores de DBO5 (mg/L), en los Tres Sitios del Muestreo del río Cunuyacu.....	36
Tabla 13.	Valores de Coliformes (NMP/100 mL), en los Tres Sitios del Muestreo del río Cunuyacu.....	37

Tabla 14. Valores de Clorofila ( $\text{mg}/\text{m}^3$ ), en los Tres Sitios del Muestreo del río Cunuyacu. .	38
Tabla 15. Valores de Caudal ( $\text{m}^3/\text{s}$ ), para los Tres Sitios del Muestreo del río Cunuyacu. ....	39
Tabla 16. Rangos para determinar el Índice de Calidad del Agua (río Cunuyacu). .....	40
Tabla 17. Determinación del Índice Trófico de Calidad De Agua para el Punto Uno.....	44
Tabla 18. Determinación del Índice Trófico de Calidad de Agua para el Punto Dos. ....	45
Tabla 19. Determinación Del Índice Trófico De Calidad De Agua Para El Punto Tres. ....	46
Tabla 20. Relación entre el Índice Trófico de Calidad de Agua (ITQA) y la Calidad de Agua. .....	47
Tabla 21. Especies de Diatomeas Epilíticas Encontradas en el Punto Uno. ....	48
Tabla 22. Especies de Diatomeas Epilíticas Encontradas en el Punto Dos.....	50
Tabla 23. Especies de Diatomeas Epilíticas Encontradas en el Punto Tres. ....	51
Tabla 24. Especies de Diatomeas Bioindicadores en los Puntos de Muestreo.....	54
Tabla 25. Diatomeas encontradas en los tres puntos del río Cunuyacu durante los meses de noviembre, diciembre de 2020 y enero de 2021.....	71
Tabla 26. Criterios de calidad admisibles para aguas de uso agrícola o riego .....	99

## **ÍNDICE DE GRÁFICOS**

Gráfica 1. Ubicación de los Puntos de Muestreo.....	22
Gráfica 2. Resultados Promedio de pH, para Tres Sitios del Muestreo del río Cunuyacu.....	29
Gráfica 3. Resultados Promedio de Temperatura ( $^{\circ}\text{C}$ ), para Tres Sitios del Muestreo del Río Cunuyacu.....	30
Gráfica 4. Resultados Promedio de Oxígeno Disuelto ( $\text{mg}/\text{L}$ ), para Tres Sitios del Muestreo del río Cunuyacu.....	31

Gráfica 5. Resultados Promedio de Turbidez (NTU), para Tres Sitios del Muestreo del río Cunuyacu.....	32
Gráfica 6. Resultados Promedio de Fosfatos (mg/L). para Tres Sitios del Muestreo del río Cunuyacu.....	33
Gráfica 7. Resultados Promedio de Nitratos (mg/L), para Tres Sitios del Muestreo del río Cunuyacu.....	34
Gráfica 8. Resultados Promedio de Sólidos Disueltos Totales (mg/L), para Tres Sitios del Muestreo del río Cunuyacu.....	35
Gráfica 9. Resultados Promedio de DBO5 (mg/L), para Tres Sitios del Muestreo del río Cunuyacu.....	36
Gráfica 10. Resultados Promedio de Coliformes (NMP/100 mL), para Tres Sitios del Muestreo del río Cunuyacu. ....	37
Gráfica 11. Resultados Promedio de Clorofila (mg/m <sup>3</sup> ), para Tres Sitios de Muestreo del río Cunuyacu.....	38
Gráfica 12. Resultados Promedio de Caudal (m <sup>3</sup> /s), para Tres Sitios del Muestreo del río Cunuyacu.....	39
Gráfica 13. Resultados Promedio ICA, para Tres Sitios de Muestreo del río Cunuyacu.....	40
Gráfica 14. Variables con Mayor Impacto Obtenidas Durante los Muestreos de Noviembre, Diciembre del 2020 en el río “Cunuyacu”, Punto 1.....	41
Gráfica 15. Variables con Mayor Impacto Obtenidas Durante los Muestreos de Noviembre, Diciembre del 2020 en el río “Cunuyacu”, Punto 2.....	42
Gráfica 16. Variables con Mayor Impacto Obtenidas Durante los Muestreos de Noviembre, Diciembre del 2020 en el río “Cunuyacu”, Punto 3.....	43

## 1 INFORMACIÓN GENERAL.

**Título del proyecto:**

“IDENTIFICACIÓN DE DIATOMEAS EPILÍTICAS ASOCIADAS A LA CALIDAD DE AGUA DEL RÍO CUNUYACU, CANTÓN LATACUNGA, PROVINCIA DEL COTOPAXI, PERIODO 2020 - 2021”

**Fecha de inicio:**

25 de mayo del 2020

**Fecha de finalización:**

Marzo 2021

**Lugar de ejecución:**

Sector Centro - Sur de la ciudad de Latacunga. Cantón Latacunga. Provincia de Cotopaxi.

**Facultad que auspicia:**

Facultad de Ciencias Agropecuarias y Recursos Naturales (CAREN)

**Carrera que auspicia:**

Carrera de Ingeniería Ambiental

**Proyecto de investigación vinculado:**

Evaluación de Sostenibilidad Ambiental en Cuencas Hidrográficas de la Provincia de Cotopaxi.

**Equipo de Trabajo:****Tutor de titulación:**

- M.Sc. Clavijo Cevallos Patricio

**Estudiantes:**

- Almache Pincha Luis Alberto
- Maldonado Quicaliquin Rubén David

**Lectores:**

- Ing. Mg. Ágreda Oña José Luis
- Ing. Mg. Daza Guerra Oscar René
- Lcdo. Mg. Lema Pillalaza Jaime René

**Área de Conocimiento:**

UNESCO: Ambiente – Recursos Hídricos.

**Línea de investigación:**

Según la UNESCO: Línea 11 Ambiente.

Línea 1 (UTC) Análisis, conservación y aprovechamiento de biodiversidad local.

**Sub líneas de investigación de la Carrera**

Manejo y conservación de la biodiversidad.

**Línea de Vinculación:**

Línea 1 (UTC) Gestión de recursos naturales, biodiversidad, biotecnología y genética, para el desarrollo humano y social.

## 2 JUSTIFICACIÓN DEL PROBLEMA.

La contaminación que presenta el río Cunuyacu, por la actividad antrópica expuesto en la problemática, justifica el estudio sobre la calidad de agua, utilizando diatomeas epilíticas como bioindicadores, ya que tiene facilidad de muestreo, observación y conservación de las muestras.

En definitiva, el uso de diatomeas epilíticas como bio-indicadoras es un método reciente según la Revista Mexicana de Biodiversidad (2013):

No tiene mucho costo y brinda datos rápidos pero confiables, por esta razón han sido utilizadas en otros países como México y Costa Rica como una herramienta en la gestión de calidad de agua de sus cuencas. Se está proponiendo como una alternativa para conocer la calidad de agua, esto no quiere decir que desplace al método tradicional de los análisis fisicoquímicos. Su uso simplifica en gran medida las actividades de campo y laboratorio, ya que su aplicación requiere de la identificación y cuantificación de los organismos basándose en índices de diversidad ajustados a intervalos que califican la calidad de agua. (Moreno, Barragán, Pineda, & Pavón, s.f.)

Esta investigación representó una contribución en la utilización de nuevos métodos biológicos para evaluar la calidad de cuerpos hídricos a través de las diatomeas epilíticas como fue el caso del río Cunuyacu, donde se cuantificó y calificó su nivel de la contaminación.

Benefició de manera directa a todos los habitantes del Cantón Latacunga, estudiantes de las distintas unidades educativas del cantón y como a beneficiarios de manera indirecta a entidades públicas como el Gobierno Autónomo Descentralizado Municipal del Cantón Latacunga, MAAE, de igual manera a centros de investigaciones públicas y privados relacionados con la calidad de agua (Tabla 1). Beneficiarios Directos e Indirectos del Proyecto. Se debe considerar la vinculación entre la Universidad y la Sociedad, ya que es significativo mencionar la importancia de la Universidad Técnica de Cotopaxi que aporta este tipo de investigaciones de interés común sobre los grados de contaminación que existen en los diferentes ríos de la provincia para así tomar conciencia sobre la conservación de la biodiversidad.

### 3 BENEFICIARIOS.

**Tabla 1.**

*Beneficiarios Directos e Indirectos del Proyecto.*

<b>Beneficiarios Directos</b>				<b>Beneficiarios Indirectos</b>
Los habitantes del Cantón Latacunga:				<ul style="list-style-type: none"> <li>● Gobierno Autónomo Descentralizado Municipal del Cantón Latacunga.</li> <li>● MAAE.</li> <li>● Centros de investigaciones públicas y privadas de calidad de agua.</li> </ul>
<b>Ciudad</b>	<b>Hombres</b>	<b>Mujeres</b>	<b>Total</b>	
Latacunga	82301	88188	170489	

**Nota.** (Instituto Nacional de Estadísticas y Censos, 2010)

**Elaborado por:** Almache Luis, Maldonado Rubén. (2020)

#### 4 PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN.

“De toda el agua del planeta tierra, solo el 2.5 % es útil para los seres vivos. La cual se utiliza para las actividades agrícolas, ganaderas, industriales y para el consumo doméstico” (OMS, 2013).

La cantidad de aguas puede verse afectada por la actividad antropogénicas que se desarrollan cerca de los sistemas fluviales como ríos provocando un impacto negativo en la salud humana y en los ecosistemas. La contaminación de los recursos hídricos del Ecuador. Como el vertido de sustancias químicas, orgánicas e industriales ocasionando cambios en las características físicas, químicas y biológicas del agua. Alterando el equilibrio ambiental del sector (SENAGUA , 2012).

“La gran cantidad de aguas negras vertidas a los cuerpos hídricos se originan de drenajes los cuales contienen: grasas, materia orgánica, fosfatos y nitratos los cuales deterioran la calidad de agua” (MAAE, 2017). Siendo la actividad antrópica la principal causa en la contaminación del río Cunuyacu, ya que al arrastrar residuos orgánicos e inorgánicos desde una población a otras aguas abajo, incrementa la cantidad de materia, afectando a la salud de la población ríos abajo. Debido a la falta de tratamiento de aguas negras antes de ser vertidas a su cauce. Provocando un arrastre en cadena de materia orgánica e inorgánica río abajo. Afectando a la salud de la población que se encuentra a sus orillas.

La calidad de agua del río Cunuyacu por la eutrofización cultural, se ve gravemente afectada, poniendo en riesgo el equilibrio natural de los sistemas biológicos desde seres vivos hasta a sistemas ecológicos, ya que contribuye en la contaminación del río Cutuchi que es parte de la hidrografía de la cuenca del río Pastaza, al arrastrar residuos orgánicos e inorgánicos de toda la zona rural, los cuales son arrastrados por el cauce hídrico hacia las partes bajas sin ningún tratamiento, alterando así la salud de la población, debido a que “ las aguas del río Cutuchi, Pumacunchi, Cunuyacu y demás afluentes, no son aptas para ningún uso, sin embargo, los agricultores riegan sus sembríos con estas aguas” (GADL, 2014).

Por esta razón se quiere aportar con investigaciones asociadas a la calidad de agua mediante especies bioindicadores (diatomeas epilíticas) ya que:

En estudios en otros lugares han demostrado ser muy útiles, confiables y económicos; estos organismos están adaptados para vivir en unas determinadas condiciones, de esta forma cuando existe algún cambio, por ejemplo, un cambio en la acidez (Salom, 2017).

## 5 OBJETIVOS.

### 5.1 Objetivo General.

- Identificar especies de diatomeas epilíticas asociadas a la calidad de agua del río Cunuyacu, Cantón Latacunga, Provincia de Cotopaxi, Periodo 2020 - 2021.

### 5.2 Objetivos Específicos.

- Establecer tres puntos de estudio para el muestreo de diatomeas epilíticas en el río Cunuyacu.
- Identificación taxonómica de las especies obtenidas de diatomeas epilíticas mediante técnicas de laboratorio.
- Determinar la calidad de agua mediante el análisis del ICA (Índice de Calidad del Agua) con parámetros físico, químicos y microbiológicos, y el ITCA (Índice Trófico de Calidad del Agua) en base a diatomeas epilíticas de los tres puntos de estudio.

## 6 ACTIVIDADES Y SISTEMAS DE TAREAS

**Tabla 2.**

*Actividades y Sistema de Tareas en Relación a los Objetivos Planteados.*

<b>Objetivos</b>	<b>Actividades</b>	<b>Resultado de la actividad</b>	<b>Descripción de la actividad (técnica e instrumentos)</b>
<b>Objetivo 1.</b> Establecer tres puntos de estudio para el muestreo de diatomeas epilíticas en el río Cunuyacu.	Delimitación del área de estudio. Ubicación del sitio de estudio Descripción del sitio de estudio.	Mapa de la zona de estudio. Georefenciación del punto 1, 2 y 3.	<b>Técnica.</b> Identificación de los puntos de muestreo mediante una visita in situ. Delimitación de la zona de estudio mediante el programa ArcMap.



---

				<b>Equipos.</b>
				GPS
				Libreta de campo
				Computadora
				Cámara fotográfica

---

<b>Objetivo 2.</b>	Muestreo	de	Listado de diatomeas	<b>Técnica.</b>
Identificación	diatomeas		epilíticas identificadas	Visitas in situ las
taxonómica de	epilíticas.		en los tres puntos de	mismas que
las especies	Fase de laboratorio,		estudio dentro del	permitieron obtener
obtenidas de	Procedimiento de		lecho del río.	muestras de diatomeas
diatomeas	limpieza de las		Parámetros de calidad	epilíticas de las
epilíticas	muestras de		del agua.	superficies de distintas
mediante	diatomeas			rocas y la
técnicas de	epilíticas.			identificación de
laboratorio.	Identificación de			parámetros físico-
	diatomeas			químicos y
	epilíticas.			microbiológicos.
				<b>Materiales.</b>
				Libreta de campo,
				Esfero, Cooler,
				Envases plásticos,
				Cepillo, Bandeja,
				Agua destilada,
				Guantes, Mascarilla,
				Mandil, Cinta
				adhesiva
				<b>Técnica de</b>
				<b>laboratorio.</b>

---

---

			<p>Limpieza y tratamiento de muestras siguiendo la metodología propuesta por el Dr. Lobo. Microscopia para identificación de diatomeas epilíticas.</p>
--	--	--	--

---

<p><b>Objetivo 3.</b> Determinar la calidad de agua mediante el análisis del ICA con parámetros físico químico y microbiológico, y el ITCA en base a diatomeas epilíticas de los tres puntos de estudio.</p>	<p>Utilización del índice trófico de calidad del agua (ITCA). Determinación del Índice de Calidad de Agua (ICA).</p>	<p>pH Conductividad eléctrica Temperatura Turbidez Oxígeno disuelto Sólidos disueltos Nitratos Fosfatos DBO5 Coliformes Clorofila Calidad del agua del río Cunuyacu</p>	<p><b>Técnica.</b> Visita in situ la cual permitió la recolección de muestras para determinar el Índice de Calidad del Agua (ICA).</p> <p><b>Materiales.</b> Cooler Envases para muestras Libreta de campo Mandil Guantes</p> <p><b>Equipos.</b> Multiparámetro Termómetro</p> <p><b>Recursos.</b> Laboratorios acreditados</p>
--	--	---	---

---

## 7 FUNDAMENTACIÓN CIENTÍFICA TÉCNICA.

### 7.1 Agua.

Según Dublín (1992), “el agua es un recurso finito y vulnerable, esencial para sostener la vida, el desarrollo y el medio ambiente”

“El agua es una sustancia cuya molécula está formada por dos átomos de hidrógeno y uno de oxígeno (H<sub>2</sub>O). La cual es necesaria para toda forma de vida existentes en el planeta” (Lara, 2019)

El agua es esencial para la vida. La cantidad que existe de agua dulce en el planeta es limitada. Su calidad está sometida a una presión constante. “La conservación de la calidad de agua dulce es importante para el consumo humano, producción y uso recreativo” (Fernández, 2012)

#### 7.1.1 *Calidad del agua.*

“La calidad del agua se ve perjudicada por la contaminación física y química, además de bacterias y virus patógenos” (OMS, 2013)

“La calidad de agua es fundamental para prevenir y evitar la transmisión de enfermedades gastrointestinales y otras, para lo cual se requiere establecer límites permisibles en cuanto a sus características bacteriológicas, físicas, organolépticas, químicas y radiactivas” (OMS, 2011)

#### 7.1.2 *Parámetros para la calidad de agua.*

Los sistemas de abastecimiento de agua deberían acogerse al reglamento de buenas prácticas de Manufactura (producción) del Ministerio de Salud Pública. El agua debe cumplir los requisitos que se establecen en las tablas de características físicas, sustancias inorgánicas, radioactividad, sustancias orgánicas y plaguicidas. Anexo F: Tabla 26. (TULAS, 2011)

#### 7.1.3 *Contaminación del agua.*

“Hay muchas formas de contaminar nuestro Planeta Tierra y una de ellas es contaminando el agua” (Moreno A. , 2006)

“Contaminación del agua es la acción de introducir materias, formas de energía o cambiar el estado del agua directa o indirecta, perjudicando la calidad del cuerpo hídrico, para su uso posterior o en su función ecológica” (Zwarteveen, 2011)

El agua por su aparente abundancia sea convertida en el vertedero habitual de desechos: plaguicidas, desperdicios químicos, plomo, cadmio, basura radiactiva y otros. La contaminación de los cuerpos hídricos está presente desde hace tiempos pasados, pero ha sido en los últimos siglos donde se ha incrementado la contaminación a cuerpos hídricos como ríos y mares a nivel global. (Torres, 2016)

Vemos que las causas de la contaminación en el agua la gran mayoría se da por las actividades humanas, pero también tenemos causas de procedencia natural, puesto que; dependiendo de los terrenos que atraviesa el agua puede contener componentes de origen trópico de la atmósfera y del suelo como Ca, Mg, Fe y sales minerales. Aunque llegan a ser perjudiciales para la salud, por lo general estos componentes se pueden eliminar. (Torres, 2016)

#### **7.1.4 Índices de calidad de agua.**

“El índice de calidad de agua surgen como una herramienta simple para la evaluación del recurso hídrico que consiste en la integración de uno o más parámetros que sirven como expresión de la calidad de agua” (Perez, 2008)

“Se reconocen diferentes procedimientos para evaluar la calidad de agua. Éstos pueden ir desde brindar el valor independiente de las diferentes propiedades del agua, hasta la definición de expresiones en las que se combinan algunas de las propiedades, según un interés predeterminado” (González, 2013)

#### **Índice biótico.**

Los índices bióticos se han desarrollado principalmente para medir la contaminación orgánica en el agua, con referencia a las diatomeas los índices se basan en estudios cuantitativos (abundancia relativa de especies o densidad poblacional) de los puntos de muestreo de los ríos que van desde el cauce limpio hasta el cauce más contaminado del río. (Figuroa, 2007)

La biomasa de algas se utiliza para el biomonitoreo de sistemas acuáticos, utilizando diatomeas por su sensibilidad a la contaminación. Al menos 18 índices bióticos basados en diatomeas se han desarrollado universalmente en Europa principalmente en Francia. (Figuroa, 2007)

**Conductividad eléctrica.**

La conductividad eléctrica es un indicador de la capacidad de una solución acuosa de transportar corriente eléctrica que depende del clima del ambiente, mientras más alto sea el nivel de temperatura, la conductividad eléctrica será más alta, también depende de la presencia, concentración, movilidad y valencia de los iones. La conductividad aumenta con la temperatura a una tasa de aproximadamente 1,9 % / °C. (Arango, 2009)

**Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO5).**

La Demanda Bioquímica de Oxígeno conocida como DBO5 (mg/L) es un parámetro mediado por microorganismos, los cuales procesan la Materia Orgánica y producen CO<sub>2</sub> y H<sub>2</sub>O, la demanda bioquímica de oxígeno se mide mediante la cantidad de oxígeno consumido por microorganismos para oxidar la materia orgánica, comúnmente este análisis se refiere a una incubación de 5 días. (Raffo, 2014)

**Demanda Química de Oxígeno (DQO5).**

“La Demanda Química de Oxígeno, corresponde a la cantidad requerido para oxidar la fracción orgánica de una muestra susceptible de oxidación al dicromato o permanganato, en medio ácido bajo condiciones específicas de tiempo y temperatura” (Raffo, 2014)

**Oxígeno disuelto.**

El oxígeno disuelto es uno de los gases más importantes en la dinámica y caracterización de los sistemas acuáticos, es necesario para la supervivencia de la gran mayoría de animales marinos y niveles muy bajos pueden ser indicativos de altas bacterianas. Su solubilidad aumenta cuando disminuye la temperatura y la salinidad, lo que afecta el porcentaje de saturación óptimo de oxígeno en un cuerpo de agua. (Samboni, 2007)

**Sólidos Totales Disueltos.**

Los sólidos totales disueltos es la concentración total de sustancias disueltas en el agua. Se compone de sales inorgánicas, así como una pequeña cantidad de materia orgánica. Las sales inorgánicas comunes que se pueden encontrar en el agua incluyen calcio, magnesio, potasio y sodio, que son carbonatos, nitratos, bicarbonatos, cloruros y sulfatos. (Samboni, 2007)

**Coliformes.**

Las coliformes son una familia de bacterias que se encuentran comúnmente en las plantas, el suelo y los animales, incluyendo los humanos. La presencia de bacterias coliformes es un indicio de que el agua puede estar contaminada con aguas negras u otro tipo de desechos en descomposición. Las Coliformes fecales están presentes en la superficie del cuerpo hídrico o junto a los sustratos en el fondo del agua. La contaminación fecal ha sido y sigue siendo el principal riesgo sanitario en el agua, ya que supone la incorporación de microorganismos patógenos que pueden provocar enfermedades en la salud humana. (Mora, 2012)

**Potencial Hidrógeno.**

“Se le define como el logaritmo de la concentración de iones hidrógeno. La escala de pH se extiende desde el 0 (muy ácido) al 14 (muy alcalino), siendo 7 la neutralidad exacta a 25°C” (García , 2009)

**Turbidez.**

La turbidez, es una medida del grado de transparencia en líquidos, ha sido reconocida como un indicador simple y básico de la calidad de agua. Se ha utilizado para controlar el agua potable, incluida la producida por filtración durante décadas. La medición de la turbidez implica el uso de un haz de luz, con características definidas, para determinar la presencia semicuantitativa de material particulado presente en el agua u otra muestra de fluido. (Marcó, 2004)

**Fosfatos.**

Se forma a partir del fósforo inorgánico que existe como mineral o de igual manera como partícula, en cuerpos orgánicos acuáticos. El incremento de fosfatos en el agua destruye la vida de especies marinas. Por la gran cantidad de polifosfatos provenientes de los detergentes en las aguas residuales. Lo que a su vez afecta la cantidad de oxígeno presente en el agua y, por ende, el aumento de algas incrementa la materia orgánica, aumentando la descomposición de materia orgánica lo que causa la eutrofización del cuerpo hídrico. (Bolaños J. , 2017)

## Sulfatos.

Los sulfatos es la concentración del sulfato de hierro presente en el suelo o en lechos rocosos de ríos. Se sabe que la explotación de pirita en minas conduce a un incremento del ion sulfato en agua debido principalmente a los procesos de oxidación que sufre el mineral durante su extracción en los drenajes que se hacen para la perforación. (Bolaños J. , 2017)

## Nitritos y Nitratos.

Los nitritos y nitratos son compuestos solubles conformados molecularmente por nitrógeno y oxígeno. En el ambiente, el nitrito ( $\text{NO}_2^-$ ) generalmente se convierte a nitrato fácilmente ( $\text{NO}_3^-$ ), lo que significa que el nitrito raramente está presente en aguas subterráneas. El nitrato es esencial en el crecimiento de las plantas. Por esta razón su uso predominante es como fertilizante y se produce en grandes cantidades industrialmente. (Bolaños J. , 2017)

## 7.2 Índice de calidad de agua (ICA).

En general el ICA indica porcentajes de calidad donde indica rangos de 0 hasta 100, ya que 0 representa agua de mala calidad y 100 indica agua de buena calidad. A su vez, de acuerdo a la calidad que reflejan estas categorías suelen estar asociadas a un grupo de colores. Los colores rojos o anaranjados reflejan cuerpos de agua de pésima calidad y los colores celestes o azules representan sistemas acuáticos de muy buena calidad. (Base de Datos Estadísticos del SNIARN, 2008)

Para determinar el valor del “ICA” en un punto deseado es necesario que se tengan las mediciones de los 9 parámetros físico-químicos y biológicos implicados en el cálculo del Índice los cuales son: Coliformes Fecales, pH, (DBO5), Nitratos, Fosfatos, Cambio de la Temperatura, Turbidez, Sólidos disueltos Totales, Oxígeno disuelto. (Brown, 2012, pág. 4). El ICA se calcula por la multiplicación ponderada de la calidad de agua correspondiente a cada parámetro evaluado.

$$IQA = \prod_{i=1}^n q_i^{w_i}$$

Dr. Lobo et al. (2015).

$q_i$ : calidad del  $i$ -ésimo parámetro, un número entre 0 y 100, obtenido de la respectiva "curva promedio de variación de calidad", en función de su concentración o medida.

El ICA se calcula por la multiplicación ponderada de la calidad de agua correspondiente a cada parámetro evaluado. (Lobo et al. 2015)

$w_i$ : peso correspondiente al  $i$ -ésimo parámetro, un número entre 0 e 1, atribuido en función de su importancia para la configuración global de calidad, siendo que:

$$\sum_{i=1}^n w_i = 1$$

Dr. Lobo et al. (2015)

### 7.3 Índice Trófico De Calidad De Agua (ITQA).

Es un esquema por seguir, mediante la utilización de la fórmula del índice trófico de calidad de agua (ITQA), propuesto por el Dr. Lobo et al. (2015).

A partir de los resultados obtenidos, teniendo como criterio operacional o grado de contaminación, se determinará los distintos grados de tolerancia de eutrofización, la cual se atribuye valores tróficos iguales a 1, 2, 3, 4, e 5, donde las especies que se desarrollan en agua contaminadas poseen un valor bajo (1), mientras que aquellas que se desarrollan en aguas limpias poseen valores elevados (5), correspondientes a niveles de tolerancia de eutrofización definidos como bajo, medio, alto. Respectivamente utilizando estos valores tróficos para cada una de la especie de diatomeas, se calcula el índice trófico de calidad de agua (ITQA), adaptando a la fórmula de Pantle e Buck (1995).

$$\text{TWQI} = \frac{\sum (v_t \cdot h)}{\sum h}$$

$$\sum h$$

Donde:

$v_t$ = valor trófico de la especie de diatomea.

$h$ = abundancia relativa de especies



#### 7.4 Diatomeas.

Las diatomeas son uno de los grupos más importantes que conforman la comunidad de fitoplancton de ambientes continentales. Juega un papel importante en los ecosistemas acuáticos ya que participan como el eslabón inicial en la cadena alimentaria, y sobre todo como productores primarios. Son organismos unicelulares clasificados como algas, son caracterizados por presentar una pared inorgánica conocida como frústulo compuesta por sílice polimerizada ( $\text{Si}_2 \text{NH}_2\text{O}$ ). El frústulo está dividido en dos partes llamadas valvas, una valva grande denominada epiteca, y una valva más pequeña denominada hipoteca. (Siqueiros, 2013)

“Dentro de las principales características taxonómicas de estos organismos son sus estructuras de sílice internas que pueden estar formadas por crestas, estrías o poros y su estructura externa formada por el manto y las valvas” (Calizaya, 2007)

Se dividen en dos grandes grupos diatomeas bentónicas las cuales viven en contacto con los sedimentos en lo profundo de los ríos y diatomeas epilíticas que se encuentran adheridas a sustratos fijos en la superficie de los ríos, en este trabajo de investigación se utilizaran las diatomeas epilíticas debido a que se encuentran adheridas a sustratos como rocas, sedimentos, etc., suponiendo puntos fijos de monitoreo ambiental. Las diatomeas usan pigmentos de clorofila para recoger la energía del sol a través de la fotosíntesis. También contienen pigmentos como fucoxantina y beta caroteno, los cuales proporcionan un característico color dorado. (Calizaya, 2007)

(Round, 1990) Argumenta que:

Las células de las diatomeas almacenan energía de la fotosíntesis en forma de chrysolaminarin (un carbohidrato) y lípidos (grasas en forma de aceites). La alta producción de lípidos en muchas especies de diatomeas ha creado un gran interés en estos organismos como fuente de biocombustibles. De hecho, como una de las fuentes globales importantes de la fijación de carbono, las diatomeas son ya un biocombustible importante para las cadenas alimentarias acuáticas.

Normalmente el ciclo de vida de las diatomeas comprende dos fases principales: una fase vegetativa prolongada que puede durar meses y años y otra fase más corta que puede durar horas la cual incluye reproducción sexual

(gametogénesis o fertilización) esta fase dará lugar a nuevos organismos. Estos microorganismos bioindicadores son uno de los grupos más diversos, tanto en ambientes marinos como dulceacuícolas. (Hernández, 2008)

Están siendo utilizados efectivamente para evaluar la calidad de aguas continentales. Un aporte científico confiable de diatomeas permite hacer diagnósticos fundamentados sobre el estado ecológico de los sistemas acuáticos, también permiten establecer programas de monitoreo ambiental. No obstante, el interés por conocer y utilizar la flora de diatomeas para monitoreo de ríos, lagos y arroyos en países desarrollados. (Hernández, 2008)

#### **7.4.1 Estructura de las diatomeas.**

##### **Biología**

- Organismos unicelulares
- Diploides
- Sin flagelos durante la fase vegetativa
- Fotosintéticos
- Tamaño variable
- Frústulo: estructura silíceo externa
- Sílice es un nutriente bio-limitante
- Distribución mundial Planctónicas o/y bentónicas Móviles o fijas
- Diatomeas pueden vivir solas o formar colonias. (Pfeil, 2011)

**Nivel de organización:** Eucariota, Unicelular, Colonias.

#### **7.4.2 Clasificación de diatomeas.**

Según la clasificación de diatomeas propuesta por Round en el año 1990, éstas pertenecen a una división que se divide en tres clases, la clase Coscinodiscophyceae, donde se clasifican todas las diatomeas céntricas, y las clases Fragilariophyceae y Bacillariophyceae dentro de las cuales se agrupan las diatomeas pennadas:

### **Coscinodiscophyceae.**

Es un grupo de algas diatomeas llamadas también "centrales radiadas", que tienen forma cilíndrica y que además constituyen el grupo parafilético basal de las diatomeas. Presentan simetría radiada, en donde la estructura circular de la valva está dispuesta en referencia a un punto central. (Round, 1990)

### **Fragilariophyceae.**

Son algas unicelulares, a veces coloniales, cuyas células están envueltas por un caparazón formado por dos valvas de sílice (vidrio hidratado) que encajan entre sí. Estas cubiertas vítreas presentan ornamentaciones variadas, dejando espacios por donde la célula se comunica con el exterior. Esta ornamentación suele tener una simetría bilateral, es decir, el patrón se replica a ambos lados del organismo. A diferencia de otros grupos, estas diatomeas carecen de una sutura lineal central llamada rafe. (Round, 1990)

### **Bacillariophyceae.**

Son un grupo de diatomeas cuyas frústulas son pennadas y presentan una estructura media lineal llamada rafe. Son muy comunes y se encuentran en el mar, agua dulce y suelo húmedo. Tienen mayormente una forma característica oval y alargada, con patrones ornamentales de simetría bilateral compuestos de una serie de líneas transversales (estrías). (Round, 1990)

#### **7.4.3 *Diatomeas como indicadores.***

##### **Bioindicadores**

El empleo de bioindicadores en diversos países está enfocado en medir la salud del ecosistema acuático. Con base en esto último se deben asociar al desarrollo sustentable, y por lo tanto la elección de un indicador necesariamente debe tener una escala amplia. Puesto que los aspectos de política y manejo no son estáticos, se requieren programas de monitoreo e indicadores sujetos al avance; en consecuencia, un indicador debe ser flexible. Un indicador es, pues, un organismo selecto por el grado de sensibilidad o tolerancia a diversos tipos de contaminación o sus efectos. (Escandell, 2012)

Sin embargo, el empleo de bioindicadores tiene limitaciones como:

- Grado al cual pueden ser detectados impactos sutiles.
- La carencia de herramientas de diagnóstico para determinar las causas del impacto observado.
- El estado del conocimiento para definir ecorregiones y áreas de referencia.
- Los indicadores biológicos no tienen una expresión numérica precisa, comparados con los análisis físicos y químicos.
- Se requiere aparentemente personal con cierta experiencia.
- El muestreo consume más tiempo.

Cairns y Dickson (1971) señalan los siguientes beneficios de los bioindicadores:

- Los datos biológicos son fácilmente accesibles como los químicos y físicos.
- La información puede expresarse numéricamente.
- Existen conceptos biológicos que, propiamente aplicados, proveen información mejor que otros descriptores para cierto tipo de contaminación.
- La colección y evaluación de información biológica puede realizarse por grupos industriales u otros ajenos a la biología.

Las diatomeas son preferidas para los monitoreos debido a que son generalmente el grupo autotrófico dominante, además que la identificación de las especies de diatomeas es más simple que la de otros componentes, además, las diatomeas están presentes a lo largo de todo el río, y presentes a través de todo el año, no presentan complicaciones en su ciclo y ecológicamente son mejor conocidos que otros grupos. (Escandell, 2012)

## **8 MARCO LEGAL.**

- Constitución Política del Ecuador

Título I: De los Principios fundamentales. En el numeral 7 del Artículo 3 se menciona que es un deber patrimonial defender el patrimonio natural y cultural del país.

Título II: Capítulo 2: De los Derechos del Buen Vivir. Artículo 14. Se reconoce el derecho de la población a vivir en un ambiente sano y ecológicamente equilibrado, que garantice la sostenibilidad y el buen vivir, Sumak Kawsay.

Título II: Capítulo 6: De los Derechos de Libertad. En el numeral 27 del Artículo 66. El derecho a vivir en un ambiente sano, ecológicamente equilibrado, libre de contaminación y en armonía con la naturaleza.

Norma de calidad ambiental y de descarga de efluentes: recurso agua (Ministerio de Ambiente del Ecuador, 2015)

LIBRO VI ANEXO 1 (República del Ecuador, 2008)

- Código Orgánico Ambiental (COA, 2017)

Título III

Capítulo II

DE LOS MECANISMOS DE CONTROL Y SEGUIMIENTO AMBIENTAL

Art. 201.- De los mecanismos. El control y seguimiento ambiental puede efectuarse por medio de los siguientes mecanismos: 1. Monitoreos; 2. Muestreos; 3. Inspecciones; 4. Informes ambientales de cumplimiento; 5. Auditorías Ambientales; 6. Vigilancia ciudadana o comunitaria; y, 7. Otros que establezca la Autoridad Ambiental Competente. En las normas secundarias que emita la Autoridad Ambiental Nacional se establecerá el mecanismo de control que aplique según el impacto generado conforme lo previsto en este Código. (COA, 2017)

- Reglamento al Código Orgánico Ambiental (RCOA, 2019)

TITULO IV

PROCESO DE PARTICIPACIÓN CIUDADANA PARA LA REGULARIZACION AMBIENTAL

CAPÍTULO III

MECANISMOS DE CONTROL Y SEGUIMIENTO DE LA CALIDAD AMBIENTAL

Art. 483.- Monitoreos. - Los monitoreos serán gestionados por los operadores de proyectos, obras o actividades mediante reportes que permitan evaluar los aspectos ambientales, el cumplimiento de la normativa ambiental y del plan de manejo ambiental y de las obligaciones derivadas de las autorizaciones administrativas otorgadas.

La Autoridad Ambiental Competente, en cualquier momento, podrá disponer a los sujetos de control la realización de actividades de monitoreo de calidad ambiental. Los costos de dichos monitoreos serán cubiertos por el operador.

Art. 486.- Muestreos. - Es la actividad de toma de muestras con fines de evaluación y análisis de la calidad ambiental en proyectos, obras o actividades. Los Muestreos serán gestionados por los operadores para cumplir el plan de monitoreo del plan de manejo ambiental y para determinar la calidad ambiental de una descarga, emisión, vertido o recurso. Los Muestreos deben realizarse considerando normas técnicas vigentes y supletoriamente utilizando normas o estándares aceptados internacionalmente.

Para la toma de muestras de las descargas, emisiones y vertidos, el operador deberá disponer de sitios adecuados para muestreo y aforo de los mismos y proporcionará todas las facilidades e información requeridas.

## TITULO VII

### ECOSISTEMAS FRÁGILES

#### CAPÍTULO I

##### DISPOSICIONES GENERALES

Art. 260.- Ecosistemas dulceacuícolas. - Los ríos, lagos, lagunas, bosques inundables y otros ecosistemas afines, serán considerados como ecosistemas de importancia para la conservación y manejo de la biodiversidad dulceacuícola.

En los ecosistemas dulceacuícolas queda prohibido:

- a) Todo tipo de actividad pesquera que altere los ecosistemas dulceacuícolas, especialmente la pesca de arrastre de cualquier tipo y trasmallo de fondo. La Autoridad Ambiental Nacional, en coordinación con la Autoridad Científica Pesquera, regulará las pesquerías, artes y aparejos de pesca.
- b) El uso de biocidas o cualquier otro sistema o arte dañino de pesca;
- c) Verter residuos sólidos y líquidos de forma directa o indirecta;
- d) La instalación de infraestructura, excepto aquella que sirva para mitigar el impacto del anclaje y que cuente con la evaluación ambiental respectiva aprobada por la Autoridad Ambiental Nacional;
- e) Las actividades turísticas, de recreación y de formación no autorizadas por las autoridades competentes.

NTE INEN 2 226:2000 AGUA. CALIDAD DEL AGUA: MUESTREO. DISEÑO DE LOS PROGRAMAS DE MUESTREO.

## **9 PREGUNTAS CIENTÍFICAS.**

¿El uso de especies de diatomeas epilíticas sirve como bioindicador de la calidad de agua?

¿Las distintas especies de diatomeas epilíticas se presentan de acuerdo con el grado de contaminación del agua que existe en cada punto de muestreo?

## **10 MÉTODOS – TÉCNICAS – INSTRUMENTOS.**

### **10.1 Métodos.**

#### **Método analítico.**

El método analítico consiste en la investigación directa del área de estudio, encontrando y analizando los fenómenos que ocurran en este, a través de sus fases:

La observación. - esta fase ayudó a detectar y relacionar la información con el área de estudio.

La descripción. - la fase ayudó a realizar una definición seguida de una idea general de lo que se observó en el área de estudio.

Examen crítico. - en esta fase se procesó objetivamente la investigación, aportó propuestas lógicas con el fin de generar resultados que se puedan comprender.

Este método y fases ayudó a describir y relacionar entre la calidad de agua y el análisis de las especies de diatomeas epilíticas halladas en los distintos puntos de muestreo a realizar en río Cunuyacu, a través de la observación para poder describir y así llegar a un examen crítico que ayudó a obtener resultados.

#### **Método cuantitativo.**

El método cuantitativo es todo lo que utiliza valores para estudiar un fenómeno, para así realizar un procesamiento de información que emplean magnitudes numéricas, siempre enmarcado en una relación causa y efecto.

Mediante este método se analizaron los valores encontrados en la fase de campo y laboratorio, con la ayuda de la estadística.

### **10.2 Técnicas.**

#### **Técnica de campo.**

La técnica de campo sirvió para relacionarse con el lugar de estudio (visitas in situ). Teniendo como propósito recopilar información el área de estudio y tomar datos en campo.

**Técnica de fichaje.**

La técnica de fichaje es el modo que se utilizó para recolectar y almacenar información, permitiendo la toma de datos en el campo de los diferentes puntos de muestreo para en el posterior análisis dentro del laboratorio. La técnica permitió el correcto manejo de la muestra tomadas en los diferentes puntos de muestreo, permitiendo clasificar las muestras y los datos recolectados.

**Técnica de laboratorio.**

La técnica de laboratorio es un proceso que se realizó dentro del laboratorio mediante el manejo de instrumentos de laboratorio. Permitiendo la identificación de las distintas especies de diatomeas epilíticas de cada punto de muestreo y teniendo una guía según lo aconsejado por el Dr. Lobo para observar diatomeas epilíticas.

**10.3 Instrumentos.****GPS.**

El Sistema de Posicionamiento Global (GPS) es un sistema de radionavegación, basado en el espacio, que permitió a la determinación de los puntos de muestreo en la fase de campo.

**Microscopio.**

Fue útil para aumentar la visión de los objetos y permitiendo una identificación clara de diatomeas epilíticas en la fase de laboratorio.

**Centrífuga.**

Es un equipo de laboratorio que generó movimientos de rotación, con objetivo de separar los componentes que constituyen una sustancia. Fue muy útil en la fase de lavado de diatomeas.

**Multiparámetro.**

El equipo multiparámetro ayudó en la medición principalmente de los parámetros físicos, químicos, como el pH, temperatura, conductividad.

**Turbidímetro:**

El instrumento fue utilizado para medir las partículas suspendidas en un líquido o en un gas disuelto, midiendo las partículas en suspensión a través de un haz de luz y un detector de luz fijado a 90 del haz horizontal.

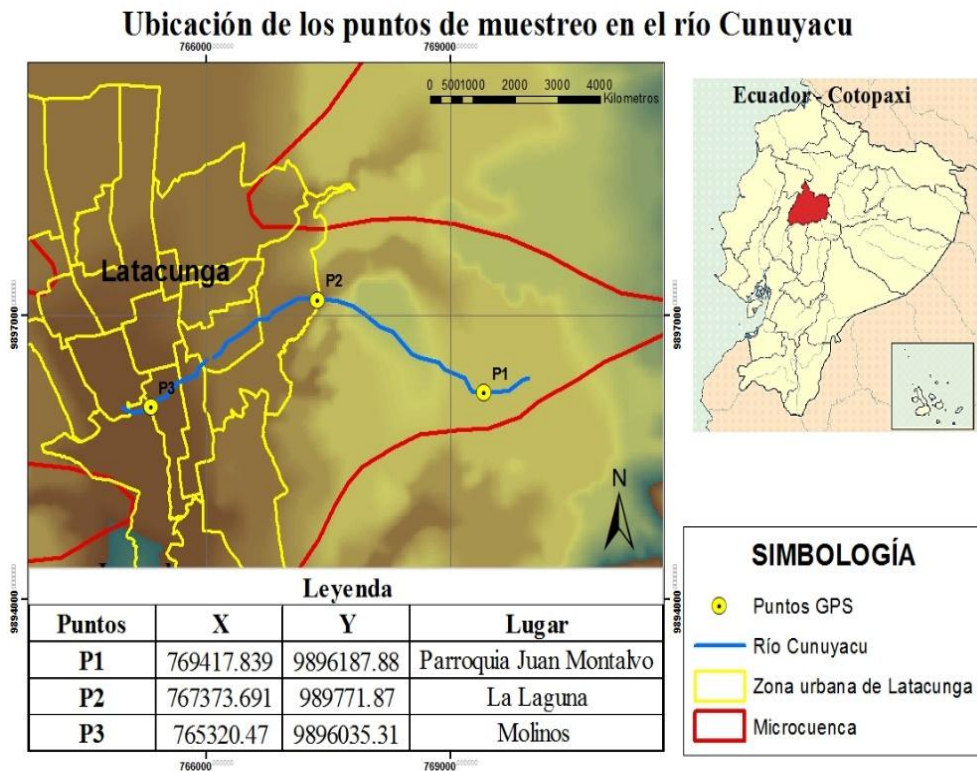


## 11 METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN.

### 11.1 Delimitación del área de estudio.

#### Gráfica 1.

Ubicación de los Puntos de Muestreo.



**Nota.** Mapa del área de estudio y ubicación de la Cuenca Hidrográfica del río Cunuyacu, Cantón Latacunga.

**Elaborado por:** Almache Luis, Maldonado Rubén. (2020)

### 11.2 Ubicación del sitio de estudio.

#### Ubicación Geográfica

El río Cunuyacu nace de las distintas vertientes ubicadas en la Parroquia Juan Montalvo – Barrio Loco, siguiendo el recorrido por los sectores Loco, La Laguna, Colegio Ramón Barba Naranjo, Molinos Poulter para desembocar en el río Cutuchi en la ciudad de Latacunga, Provincia de Cotopaxi.

El río Cunuyacu se encuentra a una altitud promedio de 2780 msnm. A continuación, se detalla las coordenadas tomadas en los tres puntos del río tras la visita de campo:

**Tabla 3.***Coordenadas Geográficas UTM Zona 17 Sur.*

Puntos	X	Y
<b>1. Punto 1 (Inicio del río)</b>	767008	9896738
<b>2. Punto 2 (Punto medio del río)</b>	765967	9896223
<b>3. Punto 3 (Desembocadura del río)</b>	765323	9895990

**Elaborado por:** Almache Luis, Maldonado Rubén. (2020)

### 11.3 Descripción del sitio de estudio.

#### Climatología

“El clima de una determinada región se define como el conjunto de características atmosféricas encontradas en dicha región, incluyendo la temperatura, la precipitación, la humedad, vientos y nubosidad” (Pacheco *et al*, 2015)

Temperatura: 14,1 °C

Precipitación: 296,1 mm

Humedad: 73,4 %

Vientos: 61,4 Km/h

#### Topografía

El río Cunuyacu presenta curvas no sinuosas e irregulares con un cauce que fluye continuamente. Las características topográficas del cantón se efectúan considerando su geomorfología, que es la unidad del territorio que sirve de base para la integración de los diferentes elementos físicos presentes en él. El tipo de pendientes presentes en el río Cunuyacu van desde el punto uno al punto dos con una pendiente moderadamente ondulada y finalmente del punto dos al punto tres con una pendiente colinada con un suave ligeramente inclinado.

## Flora y fauna

En el cantón Latacunga existen especies vegetales, que son propias, que habitan principalmente en el ecosistema a los alrededores de los ríos. Pero en el caso del río Cunuyacu por encontrarse la gran parte en zonas agropecuarias, rurales y urbanas, y debido a las actividades humanas la flora alrededor de esta no es tan variada, teniendo la presencia de especies nativas como: *Oreopanax ecuadorensis* (Pumamaqui), *Opuntia ficus-indica* (Tuna), *Agave americana* (Penco) y no nativas tenemos a: *Pennisetum clandestinum* (kikuyo), *Eucalyptus globulus* (Eucalipto), *Pinus sp* (Pino) y *Cupressus sp* (Ciprés).

La fauna es el conjunto de especies animales que habitan en una región geográfica, que son propias de un período geológico. En el río Cunuyacu en la zona alta encontramos la gran mayoría animales de granja como: *Bos taurus* (Toro), *Suscrofa domestica* (Cerdos), *Gallus domesticus* (Gallos) y en la zona abajo encontramos fauna urbana como: *Streptopelia turtur* (Tortolas), *Columba livia* (Palomas), *Rattus sp* (Ratas), *Mus musculus* (Ratón) y *Canis lupus familiaris* (Perros).

## Hidrografía

El río Cunuyacu cuenta con una longitud de 3400 m, forma parte de la subcuenca del río Patate localiza en la región central de la República del Ecuador, en las provincias de Cotopaxi y Tungurahua, que forma parte de la cuenca del río Pastaza.

La identificación de los puntos de muestreo se dio mediante una visita in situ al río Cunuyacu. Donde con la ayuda de un GPS y una computadora se delimito el área de estudio para tener claro el sitio del muestreo. Mediante la ayuda del programa ArcMap se georreferencio los tres puntos de estudio en el lecho del río, denominándolos como **Punto 1**, **Punto 2** y **Punto 3**. Para posteriormente obtener el Mapa de la zona de estudio.

### 11.4 Parámetros de muestreo.

#### Muestreo de diatomeas epilíticas.

Para la recolección y limpieza de las especies de diatomeas se guío en la metodología propuesta por el Dr. Eduardo Lobo. En los meses de noviembre, diciembre (2020) y enero (2021).

- El muestreo se realizó en tres distintos puntos. Inicio del río, zona intermedia del río y en la desembocadura al río Cutuchi siendo el punto final.

- Se recopilaron 5 piedras sumergidas en el lecho del río, de un diámetro entre 10 a 15 cm, que tengan un color café oscuro o marrón.
- Se colocó las piedras en una bandeja y con la ayuda de un cepillo removiendo la superficie color marrón enjugándose con agua destilada.
- Finalmente se recolecto el agua de la bandeja (300 ml), en frascos de plástico.
- Registrando la información del punto de muestreo y lo colocamos en un cooler.

### **Procesos de laboratorio limpieza de la muestra.**

Todo el proceso de laboratorio se tomó de la metodología explicada en Lobo, (2016), que a su vez ha sido adaptada de Round, F.E. 1993. A Review and Methods for the Use of Epilithic Diatoms for Detecting and Monitoring Changes in River Water Quality.

### **Procedimiento de limpieza de las muestras de diatomeas epilíticas.**

- Se colocó en un tubo falcón 5 ml de muestra y 10ml de ( $H_2SO_4$ ) ácido sulfúrico, obteniendo 15 ml dentro el tubo.
- En un vaso de precipitación se colocó pedazos de cerámica y se llevó a la campana de extracción de gases, donde se puso a hervir en una estufa por 60 minutos a 90 °C.
- Una vez fría la muestra se colocó 0.04 gr de ( $K_2Cr_2O_7$ ) dicromato de potasio, se llevó a la estufa y se calientó 60 minutos a 90 °C y se dejó reposar por 24 horas.
- Luego de reposar se colocó en la centrifugadora a tres mil revoluciones por minuto por 2 minutos y se retiró el sobrante, se agregó agua destilada hasta 10ml a modo de enjuague y centrifugado nuevamente (repetir 6 veces).
- Ya retirado el sobrante se colocó 2 ml de ( $HCl$ ) ácido clorhídrico y 10 ml de agua destilada se lleva al vaso de precipitación y se pone a hervir por 30 minutos a 90 °C.
- Una vez fría la muestra se colocó en la centrifugadora a tres mil revoluciones por minuto por 2 minutos y se retiró el sobrante, se vierte agua destilada hasta 10 ml a modo de enjuague y centrifugado nuevamente (repetir 6 veces).
- Para fijar la muestra en las placas, se prendió la plancha de calentamiento a 85°C, se colocó el cubreobjetos y se vertió 2 gotas de muestra, se añade una gota de agua destilada y de alcohol al 70%, una vez seca la muestra se tomó el cubreobjetos y se lo invierte en el portaobjetos con una gota de Naphrax para fijar la muestra.

### **Identificación de diatomeas epilíticas.**

Para la identificación y conteo de diatomeas epilíticas se siguió el proceso establecido en la Norma Europea EN 14407 de agosto de 2004.

### **Procedimiento**

Se realizó un barrido vertical lento en el portaobjetos, mediante el cual se tomó fotografías y se identificó, basándonos en la taxonomía de cada especie y comparándolas con distintas fuentes bibliográficas de estudios previos realizados en Ecuador.

El muestreo de diatomeas epilíticas se llevó a cabo mediante visitas in situ las mismas que permitieron obtener muestras de las superficies de distintas rocas y la identificación de parámetros físico-químicos y microbiológicos. En la fase de laboratorio se procedió a la limpieza de las muestras siguiendo la metodología propuesta por el Dr. Lobo. La identificación mediante la microscopia ayudo a tener listado de diatomeas epilíticas identificadas en los tres puntos de estudio dentro del lecho del río.

### **Utilización del índice trófico de calidad del agua (ITCA).**

Una vez realizada la identificación de las especies de diatomeas de cada punto, se debe obtener el número total de individuos, la abundancia relativa y el valor trófico de las especies más abundantes de cada punto del río.

Para calcular el valor trófico de cada especie se utilizó un sistema preliminar propuesto por Lobo et al. (2014) el cual establece valores indicativos de 1,2,3,4y5 a las diatomeas basándose en los valores de la abundancia relativa de especies y teniendo en cuenta el grado de tolerancia de cada especie a la eutrofización.

A partir de los resultados obtenidos de abundancia relativa de especies y los valores tróficos de cada especie se determinó el índice trófico de la calidad de aguas usando la fórmula descrita a continuación:

Cálculo del Índice Trófico de calidad de aguas adaptado de Pantle y Buck (1955):

$$TWQI = \frac{\sum(vt. h)}{\sum h}$$

En donde

vt= valor trófico de especies

h= abundancia relativa de especies

Para la determinación del índice trófico de calidad del agua se utilizó los valores tróficos de las especies abundantes que se encontraron en cada punto de muestreo que se obtuvieron del “Catálogo y claves de identificación de organismos invertebrados utilizados como elementos de calidad en las redes de control del estado ecológico” (Garrido et al., 2012).

También se utilizó la abundancia relativa de las especies abundantes de cada punto de muestreo.

Los cuales son:

$$h = \text{número de individuos de una especie} / \text{total de individuos de todas las especies} * 100$$

$$\text{ITCA} = (vt * \%h) / h$$

### **Parámetros físico químicos.**

#### **Muestreo en fase de campo.**

En cada punto identificado en el lecho del río Cunuyacu, se recogió distintos envases de poliestireno y vidrio color ámbar lleno de agua, conservado a 4°C dentro de un cooler con hielo y se los envió a un laboratorio acreditado para su posterior análisis en un máximo de 24 horas.

#### **Determinación del Índice de Calidad de Agua (ICA).**

Para la determinación del “ICA” se usaron 9 parámetros, los cuales son:

1. Coliformes Fecales (en NMP/100 mL)
2. pH (en unidades de pH)
3. Demanda Bioquímica de Oxígeno en 5 días (DBO5 en mg/ L)
4. Nitratos (NO<sub>3</sub> en mg/L)
5. Fosfatos (PO<sub>4</sub> en mg/L)
6. Temperatura (en °C)
7. Turbidez (en NTU)
8. Sólidos disueltos totales (en mg/ L)
9. Oxígeno disuelto (OD en % saturación)

Los resultados obtenidos de los nueve parámetros físicos, químicos y microbiológicos se introdujeron en el Software IQAData por medio del cual se determinó el índice de calidad del agua; arrojando valores que van del 0 al 100 para cada uno de los puntos acumulados durante los dos meses de muestreo (noviembre y diciembre) evidencia rangos adecuados de ICA.

**Tabla 4.***Rangos para determinar el Índice de Calidad de Agua (ICA).*

<b>Valor de ICA</b>	<b>Calificación</b>
<b>Excelente</b>	<b>91 – 100</b>
<b>Bueno</b>	<b>71 --90</b>
<b>Regular</b>	<b>51 – 70</b>
<b>Malo</b>	<b>26 – 50</b>
<b>Muy malo</b>	<b>0 – 25</b>

*Nota. (Posselt & Costa, 2010)*

Para la determinación de la calidad de agua mediante el análisis del ICA con parámetros físico químico y microbiológico, y el ITCA en base a diatomeas epilíticas, se realizó un muestreo en los tres puntos del río Cunuyacu, con las determinadas medidas de bioseguridad y equipos adecuados, donde se tomó muestras de agua de cada punto de muestreo para el envío a un laboratorio acreditado para su respectivo análisis físico-químicos que fueron necesarios para el cálculo del ICA mediante el software IQADData, y para determinación del ITCA se realizó en el laboratorio universitario una identificación de las especies de diatomeas mediante el microscopio donde se obtuvo las especies más abundantes que se utilizó para el cálculo del ITCA de cada punto.

## 12 ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS.

### 12.1 Parámetros Físico Químicos.

- pH.

**Tabla 5.**

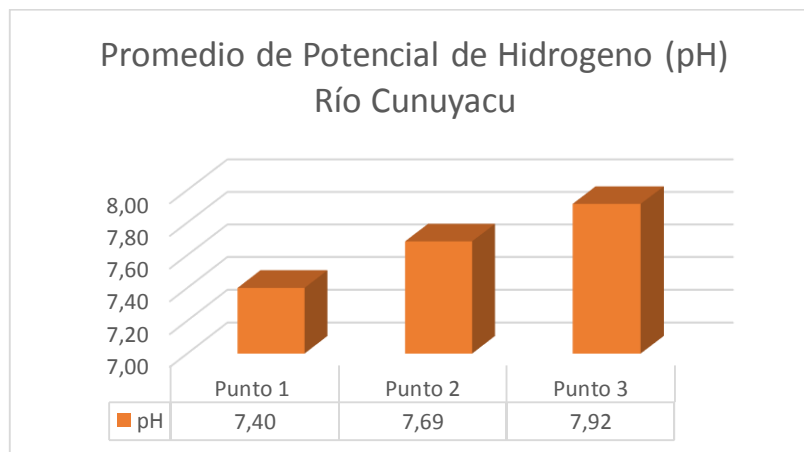
*Valores de pH en los Tres Sitios del Muestreo del río Cunuyacu.*

		Noviembre	Diciembre	Promedio
<b>Puntos</b>	<b>Punto 1</b>	7.35	7.45	7.40
	<b>Punto 2</b>	7.62	7.75	7.68
	<b>Punto 3</b>	7.91	7.92	7,91

**Elaborado por:** *Almache Luis, Maldonado Rubén (2021).*

**Gráfica 2.**

*Resultados Promedio de pH, para Tres Sitios del Muestreo del río Cunuyacu.*



**Elaborado por:** *Almache Luis, Maldonado Rubén (2021).*

El potencial de hidrógeno (pH), registrado en los tres puntos de estudio del cuerpo hídrico Cunuyacu, durante los meses de noviembre y diciembre, obteniendo un promedio por mes de 7.40 en el punto 1, 7.69 en el punto 2 y 7.92 en el punto tres. Cuando el pH es neutro y el agua no tiene características ácidas y alcalinas, su valor es de 7.0. En las aguas naturales y residuales el valor del pH está en el rango de 6.5 a 8.5 unidades de pH. Cumpliendo con lo



estipulado en el Libro VI-Anexo 1, de la Norma de Calidad Ambiental y de Descargas de Efluentes (recurso agua).

- **Temperatura**

**Tabla 6.**

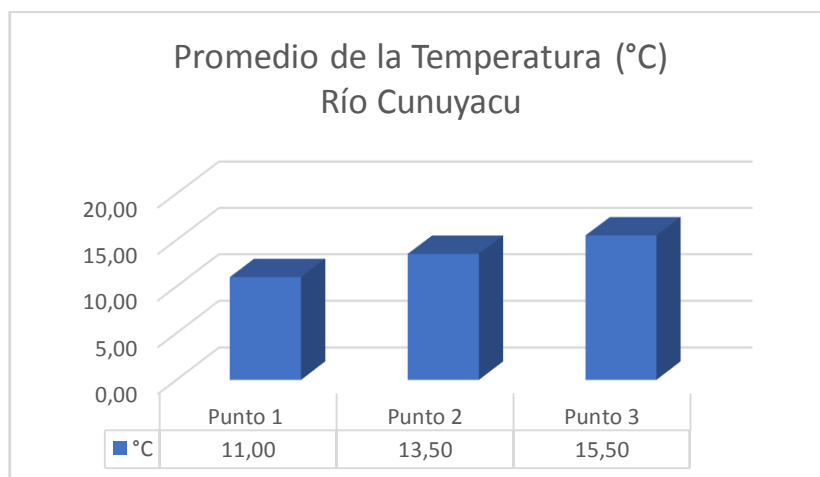
*Valores de Temperatura (°C) en los Tres Sitios del Muestreo del río Cunuyacu.*

	<b>Noviembre</b>	<b>Diciembre</b>	<b>Promedio</b>
<b>Punto 1</b>	10	12	11.00
<b>Punto 2</b>	13	14	13.50
<b>Puntos</b>			
<b>Punto 3</b>	16	15	15.50

**Elaborado por:** *Almache Luis, Maldonado Rubén (2021),*

**Gráfica 3.**

*Resultados Promedio de Temperatura (°C), para Tres Sitios del Muestreo del Río Cunuyacu.*



**Elaborado por:** *Almache Luis, Maldonado Rubén (2021).*

La temperatura en largo de los tres puntos de muestreo ha ido aumentando de acuerdo al promedio representado en el gráfico, donde el valor de temperatura (°C) fueron: 11.00 °C en el punto 1, 13.50 °C en el punto 2 y 15.50 °C en el punto 3. En ninguno de los muestreos esta supera el límite máximo permisibles (LMP) de 34 °C. Es importante recalcar que la temperatura

en aguas superficiales está influenciada por la hora en que se realiza la lectura, sin embargo, las lecturas realizadas en horas más cálidas no superan el Límite Máximo Permitido.

- **Oxígeno Disuelto**

**Tabla 7.**

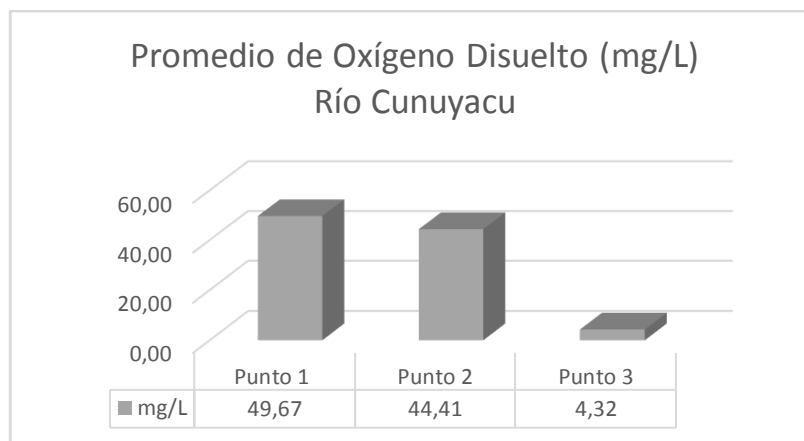
*Valores de Oxígeno Disuelto (mg/L), en los Tres Sitios del Muestreo del río Cunuyacu.*

	<b>Noviembre</b>	<b>Diciembre</b>	<b>Promedio</b>
<b>Punto 1</b>	48.55	50.79	49.67
<b>Punto 2</b>	43.25	45.56	44.41
<b>Punto 3</b>	4.82	3.81	4.32

**Elaborado por:** Almache Luis, Maldonado Rubén (2021).

**Gráfica 4.**

*Resultados Promedio de Oxígeno Disuelto (mg/L), para Tres Sitios del Muestreo del río Cunuyacu.*



**Elaborado por:** Almache Luis, Maldonado Rubén (2021).

Los niveles promedios de oxígeno disuelto (mg/l) en los tres puntos de monitoreo son distintos: P1=49.67, P2=44.41, P3=4.32, evidenciando claramente que el P3 tiene una disminución considerable de oxígeno, debido al aumento de contaminación por aguas residuales que son desechadas sin ningún tratamiento previo y no cumplen con los Límites Máximos Permitidos (LMP) para oxígeno disuelto en agua ya que los valores deben ser menor a 6 mg/l, según el libro VI-Anexo 1, de la Norma de Calidad Ambiental y de Descargas de

Efluentes (recurso agua). Según (FAO, 2013) “Las causas principales de niveles extremadamente bajos de oxígeno disuelto (OD) en el agua, se debe a los aumentos de la temperatura, florecimiento de algas, desechos humanos y desechos animales”

- **Turbidez**

**Tabla 8.**

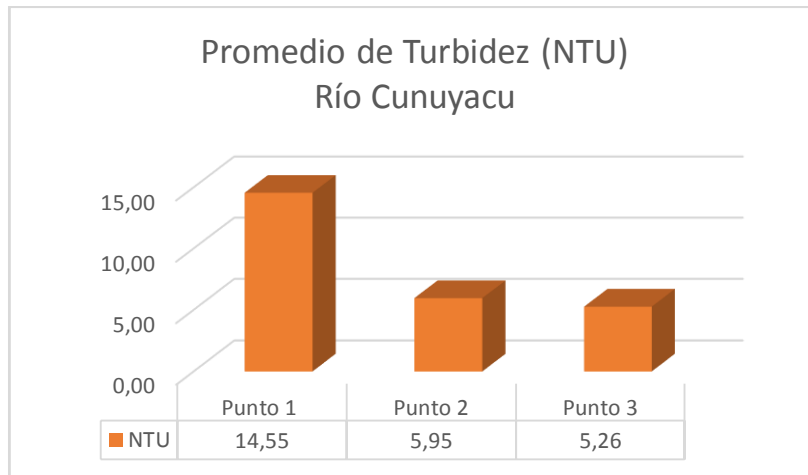
*Valores de Turbidez (NTU), en los Tres Sitios del Muestreo del río Cunuyacu.*

	<b>Noviembre</b>	<b>Diciembre</b>	<b>Promedio</b>
<b>Punto 1</b>	13.6	15.5	14.55
<b>Punto 2</b>	5.8	6.1	5.95
<b>Punto 3</b>	4.82	5.7	5.26

**Elaborado por:** *Almache Luis, Maldonado Rubén (2021).*

**Gráfica 5.**

*Resultados Promedio de Turbidez (NTU), para Tres Sitios del Muestreo del río Cunuyacu.*



**Elaborado por:** *Almache Luis, Maldonado Rubén (2021).*

Dentro de los resultados expresados de acuerdo con la normativa TULSMA, donde el LMP para turbidez debe ser < 100 NTU, los valores promediados de turbidez están bajo el Límite Máximo Permissible en todos los puntos de muestreo; P1=14.55 NTU, P2=5.95 NTU y P3=5.26 NTU. Esto se debe principalmente a la presencia de partículas de suelo producto de la

erosión provocada por lluvias y actividades agrícolas en el sector (ganadería) igualmente por la presencia de material orgánico producto de las descargas de aguas residuales al cuerpo de agua.

- **Fosfatos**

**Tabla 9.**

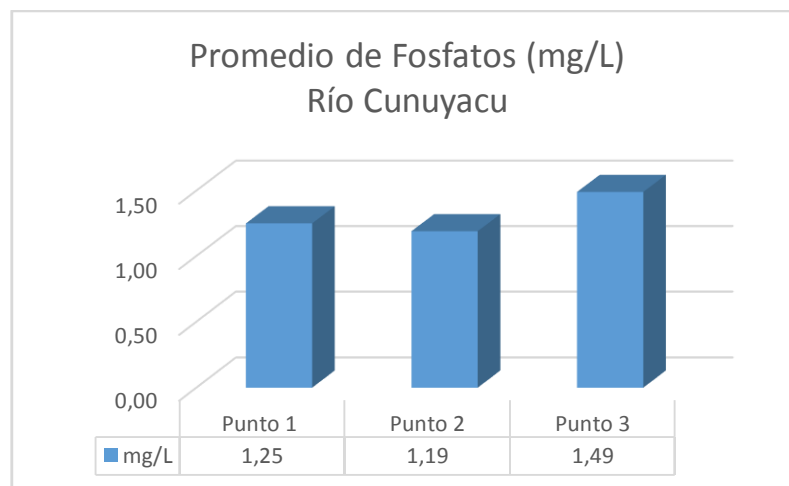
*Valores de Fosfatos (mg/L), en los Tres Sitios del Muestreo del río Cunuyacu.*

	<b>Noviembre</b>	<b>Diciembre</b>	<b>Promedio</b>
<b>Punto 1</b>	1.03	1.47	1.25
<b>Punto 2</b>	1.12	1.26	1.19
<b>Punto 3</b>	1.59	1.39	1.49

**Elaborado por:** *Almache Luis, Maldonado Rubén (2021).*

**Gráfica 6.**

*Resultados Promedio de Fosfatos (mg/L), para Tres Sitios del Muestreo del río Cunuyacu.*



**Elaborado por:** *Almache Luis, Maldonado Rubén (2021).*

Los datos promedios obtenidos van de 1.19 mg/L para el Punto 1, 1.19 mg/L Punto 2 y 1.49 mg/L Punto 3, incrementando la cantidad de fosfatos a medida de las actividades realizadas en la cuenca del río (lavado de ropa y fumigación) aumentando la carga contaminante. De acuerdo a los resultados, existe presencia de fosfatos con niveles por encima de 1 mg/l del

Límite Máximo Permissible de acuerdo a la OMS, los fosfatos no deben exceder el 0.05 mg/L, por lo que este parámetro no cumple el LMP.

- **Nitratos**

**Tabla 10.**

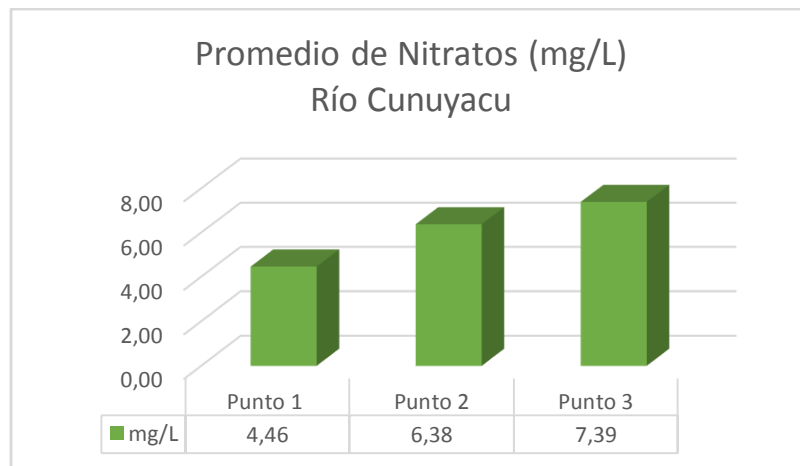
*Valores de Nitratos (mg/L), en los Tres Sitios del Muestreo del río Cunuyacu.*

	Noviembre	Diciembre	Promedio
<b>Punto 1</b>	3.23	5.69	4.46
<b>Punto 2</b>	5.25	7.5	6.38
<b>Puntos</b>			
<b>Punto 3</b>	7.59	7.18	7.39

**Elaborado por:** *Almache Luis, Maldonado Rubén (2021).*

**Gráfica 7.**

*Resultados Promedio de Nitratos (mg/L), para Tres Sitios del Muestreo del río Cunuyacu.*



**Elaborado por:** *Almache Luis, Maldonado Rubén (2021).*

En los periodos de muestreos se presenta un promedio de 4.46 mg/L en P1, 6.38 mg/L en P2 y 7.39 mg/L en P3. Se observa un incremento de nitratos en cada sitio de estudio. El origen ascendente de los nitratos presentes en el agua del río Cunuyacu, se debe principalmente al uso de fertilizantes y a la descarga de aguas residuales con alta concentración de materia orgánica. La concentración de nitratos en el agua para Ecuador, según la norma TULSMA,

permite un límite de  $\text{NO}_3 < 10 \text{ mg/L}$ , por lo que este parámetro cumple con los límites aceptables.

- **Sólidos Totales**

**Tabla 11.**

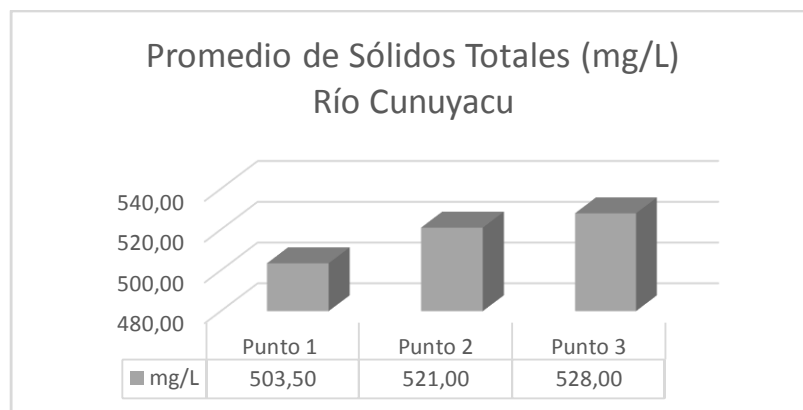
*Valores de Sólidos Totales (mg/L), en los Tres Sitios del Muestreo del río Cunuyacu.*

	Noviembre	Diciembre	Promedio
<b>Punto 1</b>	489	518	503.50
<b>Punto 2</b>	566	476	521.00
<b>Punto 3</b>	520	536	528.00

**Elaborado por:** *Almache Luis, Maldonado Rubén (2021).*

**Gráfica 8.**

*Resultados Promedio de Sólidos Disueltos Totales (mg/L), para Tres Sitios del Muestreo del río Cunuyacu.*



**Elaborado por:** *Almache Luis, Maldonado Rubén (2021).*

En los periodos de muestreos se presenta un promedio de 503.50 mg/L en P1, 521.00 mg/L en P2, y 528.00 en P3, hay incrementando progresivo de los sólidos totales disueltos a medida que el río se contamina. Sin embargo, la concentración de SDT en el agua del cuerpo hídrico Cunuyacu, se encuentra bajo los 1000 mg/l, según el Libro VI-Anexo 1, de la Norma de Calidad Ambiental y de Descargas de Efluentes (recurso agua). Esto indica que el agua del río por su naturaleza presenta bajas concentraciones de sólidos disueltos totales. Conforme el muestreo cambia del Punto 1 al Punto 3, debido a que el grado de contaminación en cada sitio

de monitoreo varia. Esto indica que el agua por su naturaleza presenta bajas concentraciones de sólidos disueltos totales.

- **DBO5**

**Tabla 12.**

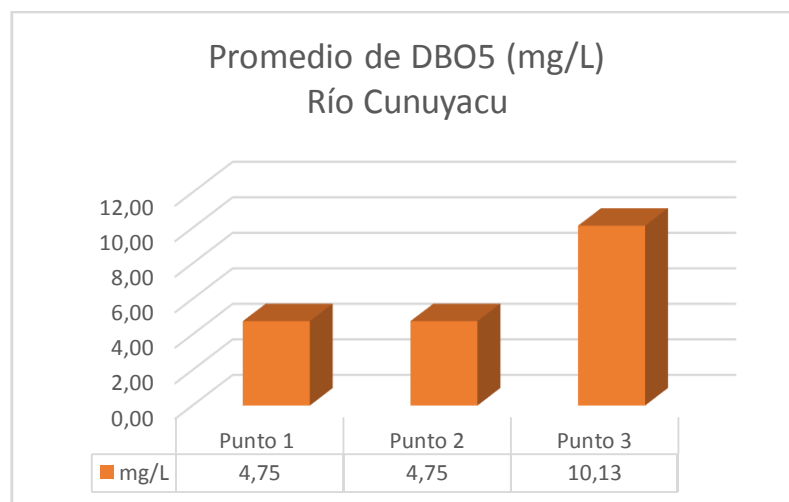
*Valores de DBO5 (mg/L), en los Tres Sitios del Muestreo del río Cunuyacu.*

	Noviembre	Diciembre	Promedio	
<b>Punto 1</b>	4.75	4.75	4.75	
<b>Punto 2</b>	4.75	4.75	4.75	
<b>Puntos</b>	<b>Punto 3</b>	10.14	10.11	10.13

**Elaborado por:** *Almache Luis, Maldonado Rubén (2021).*

**Gráfica 9.**

*Resultados Promedio de DBO5 (mg/L), para Tres Sitios del Muestreo del río Cunuyacu.*



**Elaborado por:** *Almache Luis, Maldonado Rubén (2021).*

Los resultados descritos indican la cantidad de oxígeno que necesitan los microorganismos para oxidar la materia orgánica presente en la muestra de agua. El nivel de DBO5, más alto se presentó en el Punto 3 con 10.13 mg/l, debido a la presencia de materia orgánica por la descarga de aguas residuales sin previo tratamiento al cuerpo de agua del río Cunuyacu. Según el libro VI-Anexo 1, de la Norma de Calidad Ambiental y de Descargas de

Efluentes (recurso agua), el DBO5 debe ser  $<2$  mg/L, por lo que los resultados promedio en los 3 puntos de muestreo no cumple con los límites permisibles.

- **Coliformes**

**Tabla 13.**

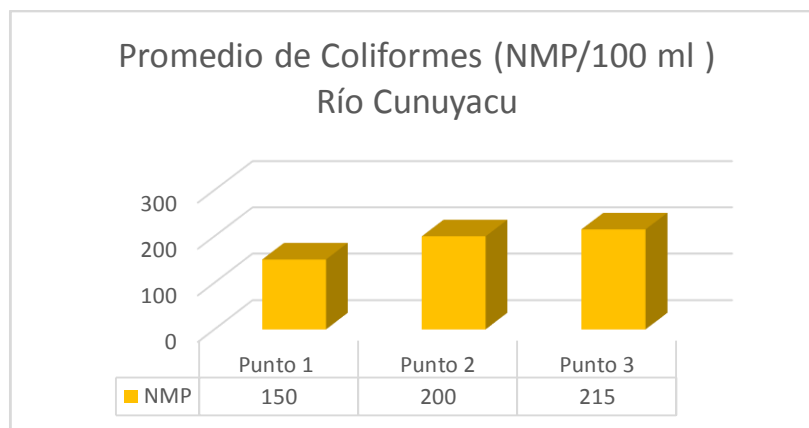
*Valores de Coliformes (NMP/100 mL), en los Tres Sitios del Muestreo del río Cunuyacu.*

	<b>Noviembre</b>	<b>Diciembre</b>	<b>Promedio</b>
<b>Punto 1</b>	130	170	150
<b>Punto 2</b>	180	220	200
<b>Punto 3</b>	210	220	215

**Elaborado por:** *Almache Luis, Maldonado Rubén (2021).*

**Gráfica 10.**

*Resultados Promedio de Coliformes (NMP/100 mL), para Tres Sitios del Muestreo del río Cunuyacu.*



**Elaborado por:** *Almache Luis, Maldonado Rubén (2021).*

En los periodos de muestreos se presenta un promedio de 150 NMP/100 mL en P1, 200 NMP/100 mL en el P2, 215 NMP/100 mL en P3. Incrementando las colonias a medida que el río se contamina por las actividades ganaderas y la desembocadura de aguas residuales sin tratamiento previo; el cuerpo hídrico Cunuyacu se encuentra a niveles aceptables para coliformes en sus tres puntos de estudio, ya que presentan valores bajos al LMP. Según el libro VI-Anexo 1, de la Norma de Calidad Ambiental y de Descargas de Efluentes (recurso agua).



Para Ecuador la normativa establece que el agua para uso agrícola debe ser máximo a los 1000 NMP/100 mL (Número más Probable por 100 mililitros de agua) en Coliformes Fecales).

- **Clorofila**

**Tabla 14.**

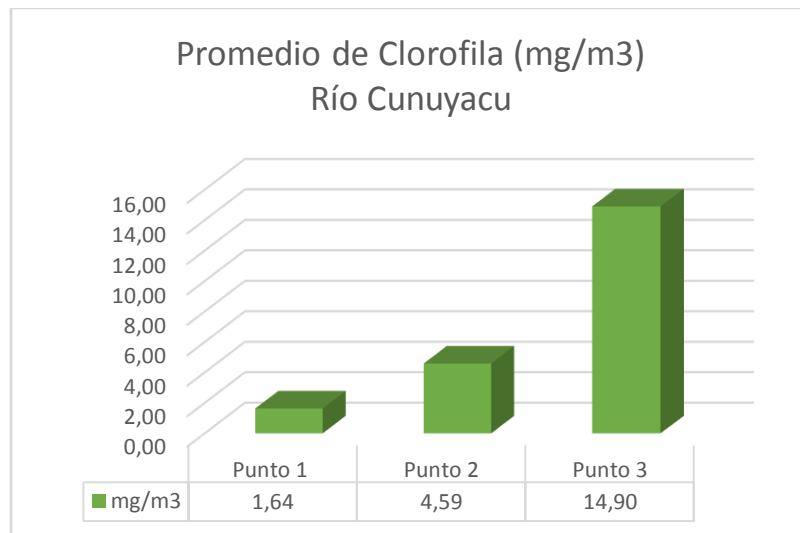
*Valores de Clorofila (mg/m<sup>3</sup>), en los Tres Sitios del Muestreo del río Cunuyacu.*

		Noviembre	Diciembre	Promedio
<b>Puntos</b>	<b>Punto 1</b>	1.68	1.59	1.64
	<b>Punto 2</b>	4.94	4.23	4.59
	<b>Punto 3</b>	15.21	14.59	14.90

**Elaborado por:** *Almache Luis, Maldonado Rubén (2021).*

**Gráfica 11.**

*Resultados Promedio de Clorofila (mg/m<sup>3</sup>), para Tres Sitios de Muestreo del río Cunuyacu.*



**Elaborado por:** *Almache Luis, Maldonado Rubén (2021).*

Los resultados muestran que en el Punto 1 se obtuvo un valor promedio de 2 mg/m<sup>3</sup>, mientras que en el Punto 2 el valor fue de 5 mg/m<sup>3</sup> y finalmente para el punto 3 el valor medio

es de 15 mg/m<sup>3</sup>. ayudándonos a percibir la distribución de diatomeas en cada uno de los puntos, la presencia de materia orgánica y el nivel de eutrofización en los tres puntos de estudio.

- **Caudal**

**Tabla 15.**

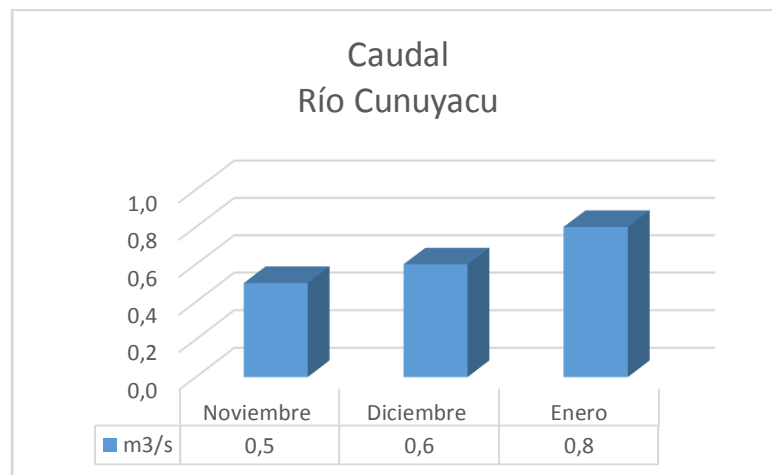
*Valores de Caudal (m<sup>3</sup>/s), para los Tres Sitios del Muestreo del río Cunuyacu.*

		<b>Noviembre</b>	<b>Diciembre</b>	<b>Enero</b>	<b>Promedio</b>
<b>Puntos</b>	<b>Punto 1</b>	0.5	0.7	0.5	0.5
	<b>Punto 2</b>	0.6	0.8	0.7	0.7
	<b>Punto 3</b>	0.6	0.8	0.9	0.8

**Elaborado por:** *Almache Luis, Maldonado Rubén (2021).*

**Gráfica 12.**

*Resultados Promedio de Caudal (m<sup>3</sup>/s), para Tres Sitios del Muestreo del río Cunuyacu.*



**Elaborado por:** *Almache Luis, Maldonado Rubén (2021).*

Los resultados expuestos muestran que el caudal para el mes de noviembre es 0.5 m<sup>3</sup>/s, diciembre es 0.6 m<sup>3</sup>/s y enero con 0.8 m<sup>3</sup>/s. La variación en los caudales de los tres puntos de estudio, en los meses de noviembre diciembre y enero, se debió especialmente al cambio de temporada ya que hubo un cambio de estiaje a temporada de lluvias, principalmente el mes de enero que tuvo un incremento de lluvias por lo cual su caudal llegó a 0.8 m<sup>3</sup>/s.

## 12.2 Índice de Calidad de Agua (ICA).

Resultados obtenidos según el IQA-Data en los puntos de muestreo ubicados en el río “Cunuyacu”.

Tabla 16.

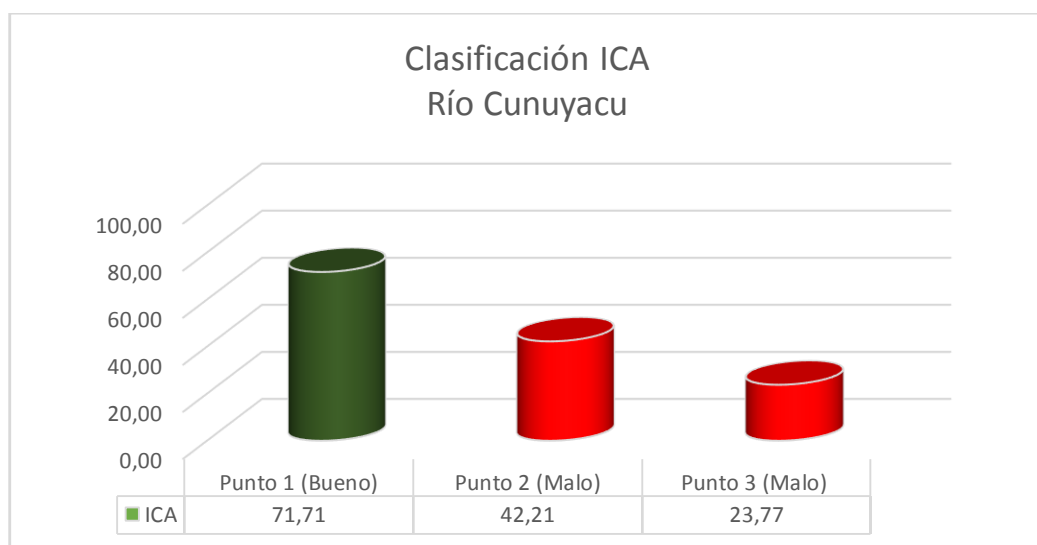
Rangos para determinar el Índice de Calidad del Agua (río Cunuyacu).

Punto de muestreo	Valor IQA	Calificación
Punto 1. Noviembre	71,16	Bueno
Punto 2. Noviembre	41,47	Malo
Punto 3. Noviembre	23,36	Malo
Punto 1. Diciembre	72,26	Bueno
Punto 2. Diciembre	42,94	Malo
Punto 3. Diciembre	24,18	Malo

Elaborado por: *Almache Luis, Maldonado Rubén (2021).*

Gráfica 13.

Resultados Promedio ICA, para Tres Sitios de Muestreo del río Cunuyacu.



Elaborado por: *Almache Luis, Maldonado Rubén (2021).*

Mediante los resultados obtenidos de los nueve parámetros físicos, químicos y microbiológicos, se determinó el (ICA), en los meses de noviembre y diciembre. Dichos análisis de la calidad de agua se llevaron a cabo en el Laboratorio Nacional de Calidad de Aguas y Sedimentos (LANCAS) y de la carrera de Ingeniería Ambiental de la Universidad Técnica de Cotopaxi. Los resultados para el Punto 1 tienen una calificación de ICA Bueno, dado que posee un valor medio equivalente a 71.71, siendo el valor más alto y el cual requiere purificación menor para consumo humano. El Punto 2 obtuvo calificación de Malo en el ICA con un promedio de 42.21, considerándose como agua de dudosa procedencia para consumo ya que tiene grandes índices de contaminación. Por último, el Punto 3 presentó el ICA más bajo con un valor promedio de 23.77, siendo el tramo con mayor contaminación de acuerdo a dicho valor, debido a las descargas de aguas residuales sin ningún tipo de tratamiento sobre el cauce del río.

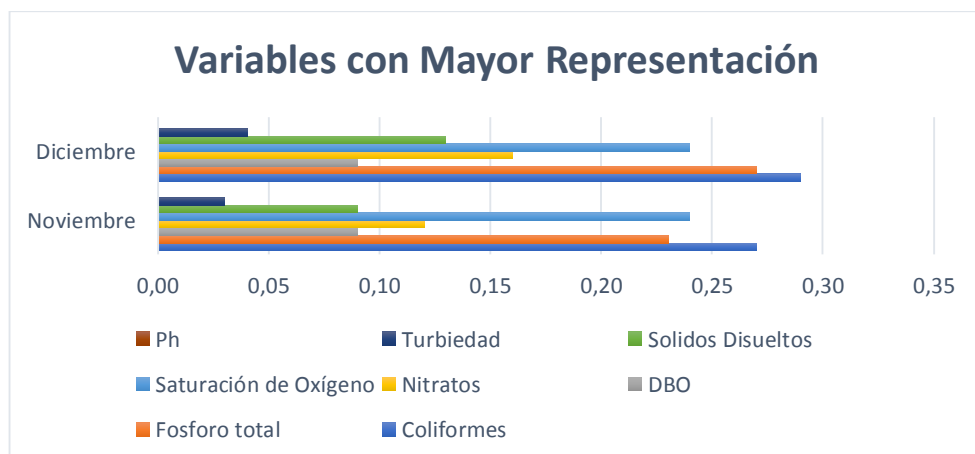
### 12.3 Variables que representan mayor impacto en la calificación del índice de calidad del agua (ICA).

Los valores de las variables que representan mayor impacto en la calificación del índice de calidad del agua, fueron tomados de la diferencia de resultado que hubo entre el resultado y el resultado máximo del (ICA), permitiendo obtener el porcentaje de representación de cada parámetro.

- **Punto 1**

#### Gráfica 14.

*Variables con Mayor Impacto Obtenidas Durante los Muestreos de Noviembre, Diciembre del 2020 en el río “Cumuyacu”, Punto 1.*



**Elaborado por:** Almache Luis, Maldonado Rubén (2021).

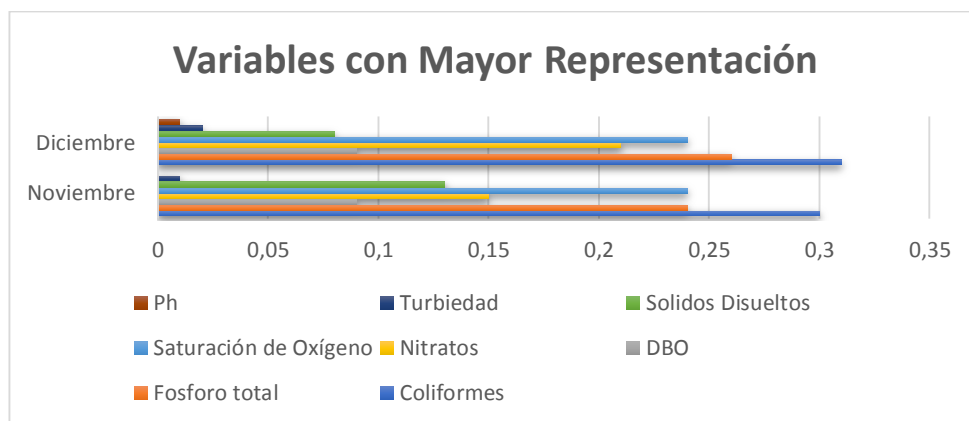
Las variables que poseen mayor representación para la determinación del Índice de Calidad del Agua (ICA), en el Punto 1, en el mes de noviembre son: coliformes que tiene un valor de 0,27 representando el 25.23%, saturación de oxígeno que posee un valor de 0.24 representando el 22.43% y los fosfatos que tienen un valor de 0.23 representando el 21.50%. Siendo los tres parámetros los que representen el mayor aporte para determinar el ICA.

En el mes de diciembre: las coliformes tienen un valor de 0,29 representando el 23.77%, los fosfatos presentan un valor de 0,27 representando el 22,13% y la saturación de oxígeno tiene un valor de 0,24 representando el 19,67 %. Conformando las tres variables que poseen mayor representación para la determinación del ICA, en el Punto 1.

- **Punto 2**

**Gráfica 15.**

*Variables con Mayor Impacto Obtenidas Durante los Muestreos de Noviembre, Diciembre del 2020 en el río “Cumuyacu”, Punto 2.*



**Elaborado por:** Almache Luis, Maldonado Rubén (2021).

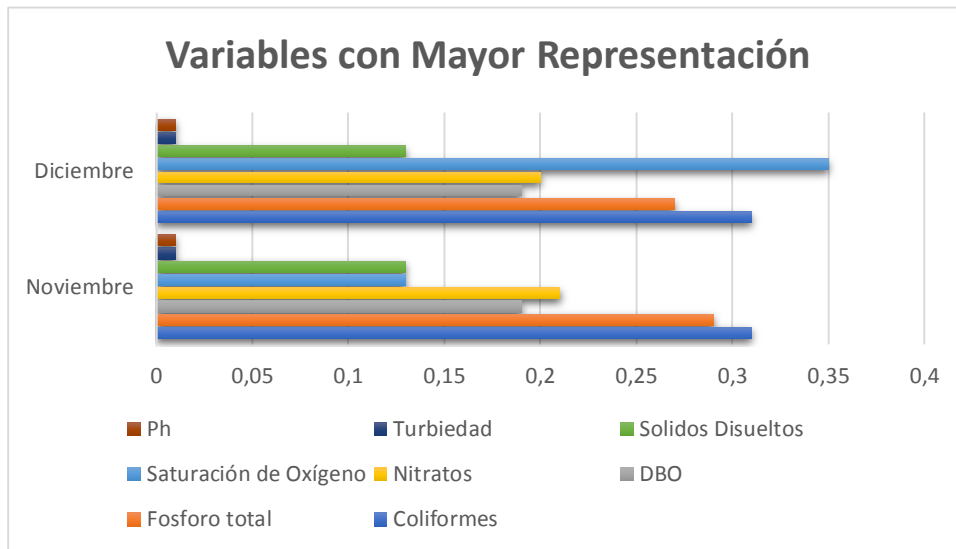
Las variables que tienen mayor representación para la determinación del Índice de Calidad del Agua (ICA), en el Punto 2, en el mes de noviembre son: coliformes que tiene un valor de 0,30 representando el 25.86%, los fosfatos poseen un valor de 0.24 representando el 20.69% y la saturación de oxígeno que tienen un valor de 0.24 representando el 20.69%. Siendo los tres parámetros los que representen el mayor aporte para determinar el ICA.

En el mes de diciembre: las coliformes tienen un valor de 0,31 representando el 25.41%, los fosfatos presentan un valor de 0,26 representando el 21,31% y la saturación de oxígeno tiene un valor de 0,24 representando el 19,67 %. Conformando las tres variables que poseen mayor representación para la determinación del Índice de Calidad del Agua (ICA), en el Punto 2.

- **Punto 3**

**Gráfica 16.**

*Variables con Mayor Impacto Obtenidas Durante los Muestreos de Noviembre, Diciembre del 2020 en el río “Cunuyacu”, Punto 3.*



**Elaborado por:** Almache Luis, Maldonado Rubén (2021).

Las variables que poseen mayor representación para la determinación del Índice de Calidad del Agua (ICA), en el Punto 3, en el mes de noviembre son: coliformes que tiene un valor de 0,31 representando el 24.22%, los fosfatos poseen un valor de 0.29 representando el 22.66% y nitratos que tienen un valor de 0.21 representando el 16.14%. Siendo los tres parámetros los que representen el mayor aporte para determinar el ICA.

En el mes de diciembre: la saturación de oxígeno tiene un valor de 0,31 representando el 23.81%, coliformes presentan un valor de 0,31 representando el 21,09% y fosfatos tiene un valor de 0,29 representando el 18,37 %. Conformando las tres variables que poseen mayor representación para la determinación del Índice de Calidad del Agua (ICA), en el Punto 1.

Los parámetros que no fueron mencionados representan menos del 10%. En los tres puntos de estudio, durante los meses de noviembre y diciembre del 2020 la variable con mayor impacto para el ICA es; coliformes esto se debe a la excesiva presencia de ganado vacuno y las descargas de aguas negras sin previo tratamiento en todo el lecho del río Cunuyacu lo cual se pudo observar los días que se realizaron los muestreos en los distintos puntos.

#### 12.4 Índice trófico la calidad de agua (ITCA).

Para la determinación del Índice Trófico de Calidad del Agua se utilizó los valores tróficos de las especies de diatomeas abundantes que se encontraron en cada punto de muestreo que se obtuvieron del “Catálogo y claves de identificación de organismos invertebrados utilizados como elementos de calidad en las redes de control del estado ecológico” (Garrido et al., 2012). También se utilizó la abundancia relativa de las especies abundantes de cada punto de muestreo.

$$ITCA = (vt * \%h) / h$$

**Tabla 17.**

*Determinación del Índice Trófico de Calidad De Agua para el Punto Uno.*

Nombre	Especies abundantes	Valor trófico	Abundancia relativa
<i>Achnantheidium minutissimum</i>	9	5	1.74
<i>Eutonia minor</i>	10	4.6	1.94
<i>Lemnicola hungarica</i>	7	2	1.36
<i>Navicula lanceolata</i>	35	3.8	6.78
<i>Navicula tripunctata</i>	10	4.4	1.94
<i>Planothidium lanceolatum</i>	41	4.6	7.95
<i>Planothidium frequentissimum</i>	11	3.4	2.13
<i>Pseudostaurosira elliptica</i>	20	3	3.88
<i>Pseudostaurosira polonica</i>	7	n/a	n/a
ITCA		2.0	β-mesotrófico (contaminación moderada)

**Elaborado por:** Almache Luis, Maldonado Rubén (2021).

De las 9 especies abundantes en el punto uno el 73.82% tienen un valor trófico de 3.4 a 5, dándonos un valor de ITCA de 2.0 que, comparado con el ITCA de Tablas, se encuentra en el rango de 1.5 a 2.5 mostrando un nivel de contaminación  $\beta$ -mesotrófico (Tabla 3) Relación entre el Índice Trófico de Calidad de Agua (ITQA) y la Calidad del Agua, demostrando que la calidad de agua del punto uno es de aguas claras con contaminación moderada.

**Tabla 18.**

*Determinación del Índice Trófico de Calidad de Agua para el Punto Dos.*

Nombre	Especies abundantes	Valor trófico	Abundancia relativa
<i>Achnanthydium pyrenaicum</i>	46	5	8.91
<i>Gomphonema parvulum</i>	15	2	2.91
<i>Gomphonema rhombicum</i>	21	5	4.07
<i>Navicula germainii</i>	22	3	4.26
<i>Navicula gregaria</i>	16	3.4	3.10
<i>Navicula lanceolata</i>	32	3.8	6.20
<i>Nitzschia inconspicua</i>	92	2.8	17.83
<i>Pseudostaurosira polonica</i>	31	3	6.01
ITCA	3.4		$\alpha$ -mesotrófico (contaminación fuerte)

**Elaborado por:** *Almache Luis, Maldonado Rubén (2021).*

De las 8 especies abundantes en el punto dos el 49.28% tienen un valor trófico de 3.8 a 5, dándonos un valor de ITCA de 3.4 que comparado con el ITCA de Tablas se encuentra en el



rango de 2.5 a 3.5 entendiéndose que en este sitio el nivel de contaminación es  $\alpha$ -mesotrófico, demostrando que la calidad de agua del punto dos corresponde a aguas con contaminación fuerte.

**Tabla 19.**

*Determinación Del Índice Trófico De Calidad De Agua Para El Punto Tres.*

Nombre	Especies abundantes	Valor trófico	Abundancia relativa
<i>Amphora meridionalis</i>	75	3	14.53
<i>Encyonema silesiacum</i>	64	5	12.40
<i>Encyonema ventricosum</i>	71	4.8	13.76
<i>Fragilaria perminuta</i>	42	4	8.14
<i>Fragilaria rumpens</i>	111	4	21.51
<i>Halamphora montana</i>	39	2.8	7.56
<i>Halamphora veneta</i>	61	1	11.82
<i>Nitzschia inconspicua</i>	61	2.8	11.82
<i>Nitzschia fonticola</i>	47	3.5	9.11
<i>Nitzschia linearis</i>	88	3	17.05
<i>Nitzschia vermicularis</i>	35	4	6.78
<i>Pseudostaurosira polonica</i>	127	n/a	n/a
ITCA		2.9	$\alpha$ -mesotrófico (contaminación fuerte)

---

**Elaborado por:** *Almache Luis, Maldonado Rubén (2021).*

De las 12 especies abundantes en el punto tres el 57.51% tienen un valor trófico de 4 a 5, dándonos un valor de ITCA de 2.9 que comparado con el ITCA de tablas se encuentra en el rango de 2.5 a 3.5 entendiéndose que en este sitio el nivel de contaminación es  $\alpha$ -mesotrófico, demostrando que la calidad de agua del punto tres corresponde a aguas con contaminación fuerte.

**Tabla 20.**

*Relación entre el Índice Trófico de Calidad de Agua (ITQA) y la Calidad de Agua.*

---

ITQA	Niveles de contaminación
1,0 - 1,5	Oligotrófico (contaminación despreciable)
1,5 -2,5	$\beta$ -mesotrófico (contaminación moderada)
2,5 - 3,5	$\alpha$ -mesotrófico (contaminación fuerte)
3,5 - 4,0	Eutrófico (contaminación excesiva)

---

## 12.5 Indicadores Bióticos.

Se identificaron un total de 92 especies de diatomeas epilíticas en los tres puntos de muestreo durante los meses de noviembre, diciembre del 2020 y enero del 2021.

**Tabla 21.**

*Especies de Diatomeas Epilíticas Encontradas en el Punto Uno.*

#	Nombre	Noviembre	Diciembre	Enero	Abundancia
1	<i>Achnantheidium minutissimum</i>	8	1	0	9
2	<i>Amphora meridionalis</i>	0	3	0	3
3	<i>Cavinula intractata</i>	4	0	0	4
4	<i>Caloneis bacillum</i>	3	0	0	3
5	<i>Eutonia incisa</i>	0	5	0	5
6	<i>Eutonia minor</i>	0	10	0	10
7	<i>Fragilaria perminuta</i>	0	4	0	4
8	<i>Fragilaria rumpens</i>	1	0	0	1
9	<i>Fragilaria tenera</i>	0	1	0	1
10	<i>Gomphonema micropumilum</i>	0	0	2	2
11	<i>Gomphonema minutum</i>	0	4	0	4
12	<i>Gomphonema rosenstockianum</i>	0	1	0	1
13	<i>Gomphonema rhombicum</i>	2	0	0	2
14	<i>Hippodonta capitata</i>	0	1	0	1
15	<i>Lemnicola hungarica</i>	7	0	0	7
16	<i>Navicula lanceolata</i>	22	6	7	35

17	<i>Navicula notha</i>	0	0	4	4
18	<i>Navicula tripunctata</i>	0	5	5	10
19	<i>Nitzschia filiformis</i>	0	0	1	1
20	<i>Nitzschia palea</i>	0	0	1	1
21	<i>Nitzschia acidoclinata</i>	0	1	3	4
22	<i>Nitzschia inconspicua</i>	0	0	1	1
23	<i>Planothidium lanceolatum</i>	0	0	41	41
24	<i>Planothidium frequentissimum</i>	0	0	11	11
25	<i>Pseudostaurosira elliptica</i>	0	20	0	20
26	<i>Pseudostaurosira brevistriata</i>	1	0	0	1
27	<i>Pseudostaurosira polonica</i>	0	7	0	7
28	<i>Reimeria uniseriata</i>	0	0	1	1
29	<i>Rhoicosphenia abbreviata</i>	0	1	0	1
30	<i>Staurosira construens</i>	2	0	0	2
31	<i>Staurosira venter</i>	0	3	0	3
TOTAL				200	

**Elaborado por:** Almache Luis, Maldonado Rubén (2021).

En el punto uno se identificaron 31 especies de diatomeas con un total de 200 individuos y de las cuales 9 especies son abundantes: *Achnantheidium minutissimum*, *Eutonia minor*, *Lemnicola hungarica*, *Navicula lanceolata*, *Navicula tripunctata*, *Planothidium lanceolatum*, *Planothidium frequentissimum*, *Pseudostaurosira elliptica* y *Pseudostaurosira polonica*.

**Tabla 22.***Especies de Diatomeas Epilíticas Encontradas en el Punto Dos.*

#	Nombre	Noviembre	Diciembre	Enero	Abundancia
1	<i>Achnantheidium minutissimum</i>	0	1	0	1
2	<i>Achnantheidium pyrenaicum</i>	1	45	0	46
3	<i>Achnantheidium saprophilum</i>	0	2	0	2
4	<i>Amphora meridionalis</i>	0	1	0	1
5	<i>Diadesmis contenta</i>	2	0	0	2
6	<i>Eolimna minima</i>	1	0	0	1
7	<i>Eolimna subminuscula</i>	0	3	0	3
8	<i>Eutonia minor</i>	1	3	0	4
9	<i>Fragilaria crotonensis</i>	1	0	0	1
10	<i>Fragilaria tenera</i>	0	0	1	1
11	<i>Geissleria decussis</i>	0	1	0	1
12	<i>Gomphonema parvulum</i>	0	0	15	15
13	<i>Gomphonema rhombicum</i>	0	0	21	21
14	<i>Navicula angusta</i>	0	0	5	5
15	<i>Navicula germainii</i>	0	22	0	22
16	<i>Navicula gregaria</i>	0	2	14	16
17	<i>Navicula lanceolata</i>	0	0	32	32

18	<i>Navicula recens</i>	0	0	2	2
19	<i>Navicula tripunctata</i>	0	0	3	3
20	<i>Navicula simulata</i>	0	2	0	2
21	<i>Nitzschia acidoclinata</i>	2	0	0	2
22	<i>Nitzschia amphibia</i>	1	0	0	1
23	<i>Nitzschia inconspicua</i>	17	27	48	92
24	<i>Nitzschia linearis</i>	1	0	5	6
25	<i>Nitzschia vermicularis</i>	0	0	1	1
26	<i>Pseudostaurosira polonica</i>	0	31	0	31
27	<i>Reimeria sinuata</i>	0	0	1	1
TOTAL					315

**Elaborado por:** Almache Luis, Maldonado Rubén (2021)

En el punto dos se identificaron 27 especies de diatomeas con un total de 315 individuos y de las cuales 8 especies son abundantes: *Achnantheidium pyrenaicum*, *Gomphonema parvulum*, *Gomphonema rhombicum*, *Navicula germainii*, *Navicula gregaria*, *Navicula lanceolata*, *Nitzschia inconspicua* y *Pseudostaurosira polonica*.

**Tabla 23.**

*Especies de Diatomeas Epilíticas Encontradas en el Punto Tres.*

#	Nombre	Noviembre	Diciembre	Enero	Abundancia
1	<i>Achnantheidium catenatum</i>	0	1	0	1
2	<i>Amphora meridionalis</i>	0	75	0	75

3	<i>Amphora montana</i>	0	6	0	6
4	<i>Amphora pediculus</i>	4	19	0	23
5	<i>Cavinula intractata</i>	0	0	15	15
6	<i>Cyclostephanos invisitatus</i>	0	0	3	3
7	<i>Encyonema minutum</i>	1	0	0	1
8	<i>Encyonema silesiacum</i>	0	64	0	64
	<i>Encyonema silesiacum</i> var.				
9	<i>altensis</i>	0	24	0	24
10	<i>Encyonema ventricosum</i>	0	71	0	71
11	<i>Encyonopsis minuta</i>	0	0	3	3
12	<i>Eutonia minor</i>	0	27	1	28
13	<i>Fragilaria perminuta</i>	0	12	30	42
14	<i>Fragilaria rumpens</i>	60	0	51	111
15	<i>Fragilaria tenera</i>	0	0	1	1
16	<i>Geissleria decussis</i>	0	0	20	20
17	<i>Gomphonema exilissimum</i>	0	0	1	1
18	<i>Gomphonema parvulum</i>	0	1		1
	<i>Gomphonema</i>				
	<i>parvulum</i>	6	1	0	7
19	<i>f.saprophilum</i>				
20	<i>Gomphonema lagenula</i>	0	0	28	28

21	<i>Grunowia tabellaria</i>	1	0	0	1
22	<i>Halamphora montana</i>	9	30	0	39
23	<i>Halamphora veneta</i>	0	59	2	61
24	<i>Melosira varians</i>	0	0	2	2
25	<i>Navicula lanceolata</i>	0	0	28	28
26	<i>Nitzschia palea</i>	12	0	0	12
27	<i>Nitzschia inconspicua</i>	0	0	61	61
28	<i>Nitzschia fonticola</i>	0	0	47	47
29	<i>Nitzschia linearis</i>	0	0	88	88
30	<i>Nitzschia vermicularis</i>	0	2	33	35
31	<i>Pseudostaurosira polonica</i>	0	97	30	127
32	<i>Reimeria sinuata</i>	0	0	2	2
33	<i>Rhoicosphenia abbreviata</i>	0	0	2	2
34	<i>Tabellaria flocculosa</i>	1	0	1	2
TOTAL		1032			

**Elaborado por:** Almache Luis, Maldonado Rubén (2021).

En el punto tres se identificaron 34 especies de diatomeas con un total de 1032 individuos y de las cuales 12 especies son abundantes: *Amphora meridionalis*, *Encyonema silesiacum*, *Encyonema ventricosum*, *Fragilaria perminuta*, *Fragilaria rumpens*, *Halamphora montana*, *Halamphora veneta*, *Nitzschia inconspicua*, *Nitzschia fonticola*, *Nitzschia linearis*, *Nitzschia vermicularis* y *Pseudostaurosira polonica*.



**Tabla 24.***Especies de Diatomeas Bioindicadores en los Puntos de Muestreo.*

<b>Especies Punto uno</b>	<b>Especies Punto dos</b>	<b>Especies Punto tres</b>
<i>Achnantheidium minutissimum</i>	<i>Achnantheidium pyrenaicum</i>	<i>Amphora meridionalis</i>
<i>Eutonia minor</i>	<i>Gomphonema parvulum</i>	<i>Encyonema silesiacum</i>
<i>Lemnicola hungarica</i>	<i>Gomphonema rhombicum</i>	<i>Encyonema ventricosum</i>
<i>Navicula lanceolata</i>	<i>Navicula germainii</i>	<i>Fragilaria perminuta</i>
<i>Navicula tripunctata</i>	<i>Navicula gregaria</i>	<i>Fragilaria rumpens</i>
<i>Planothidium lanceolatum</i>	<i>Navicula lanceolata</i>	<i>Halamphora montana</i>
<i>Planothidium frequentissimum</i>	<i>Nitzschia inconspicua</i>	<i>Halamphora veneta</i>
<i>Pseudostaurosira elliptica</i>	<i>Pseudostaurosira polonica</i>	<i>Nitzschia inconspicua</i>
<i>Pseudostaurosira polonica</i>		<i>Nitzschia fonticola</i>
		<i>Nitzschia linearis</i>
		<i>Nitzschia vermicularis</i>
		<i>Pseudostaurosira polonica</i>

**Elaborado por:** Almache Luis, Maldonado Rubén (2021).

De las especies abundantes encontradas se consideró como bioindicadores a las presentes exclusivamente en cada punto de muestreo como se muestra en la Tabla. Además, podemos interpretar que *Achnantheidium minutissimum* y *Planothidium frequentissimum* están presentes únicamente en el punto uno, también *Navicula gregaria* y *Nitzschia inconspicua*, se han reportado únicamente en el punto uno y dos.

### 13 DISCUSIÓN DE RESULTADOS.

Los análisis físico-químicos y microbiológicos ejecutados en los tres puntos de estudios establecidos, en el río Cunuyacu durante los meses de noviembre y diciembre del año 2020, arrojaron que los parámetros: Potencial de Hidrógeno tiene un valor resultado de (7.66 pH), los Sólidos Totales dieron un valor de (517.51 mg/L), la Temperatura dio un valor de (13.16 °C), los Nitratos un valor de (6.06 mg/L) y Coliformes Fecales un valor de (188.31 NMP/100 mL). Estos parámetros se encuentran dentro de los Límites Máximos Permisibles que se encuentra en la tabla de criterios de calidad admisibles para aguas de uso agrícola (riego), del Libro VI-Anexo 1, de la Norma de Calidad Ambiental y de Descargas de Efluentes (recurso agua). Que determina un rango óptimo para Potencial de Hidrógeno de (6.5 a 9 pH), Temperatura < 35, Sólidos Totales (3000 mg/L), Nitratos ( $\text{NO}_3$  < 10 mg/L) y Coliformes Fecales de (1000 NMP/100 mL). Mientras que estos parámetros incumplen con los Límites Máximo Permisibles debido a que para; Oxígeno Disuelto no menor a 6 mg/l, la Turbidez debe ser (< 100 NTU), los Fosfatos no deben exceder el (0.05 mg/L) y el DBO5 debe ser <2 mg/L.: Oxígeno Disuelto dio un valor de (4.32 mg/L), esto se encuentra relacionado principalmente con procesos contaminantes debido a las descargas de aguas negras al lecho del río ya que cuando a una corriente de agua ingresa material demandante de oxígeno, su degradación ocurre inicialmente por procesos aeróbicos que consumen el oxígeno disuelto para su oxidación, provocando el agotamiento del oxígeno en cuerpos de agua (Flanagan, 1992). La Turbidez tiene un valor de (8.58 NTU) “Este hecho se puede relacionar con otras variables como sólidos totales y suspendidos, indicando una alta cantidad de partículas suspendidas en el agua” (Roldán, 1988). Los Fosfatos un valor de (1.31 mg/L), el aumento de este elemento en el medio acuático está relacionado a diversas actividades humanas, domésticos, agrícolas e industriales, principalmente con el uso de fertilizantes y detergentes aporta nutrientes, principalmente nitrógeno y fósforo (Arocena, 2015). DBO5 con un valor de (6.54 mg/L), representa la cantidad de materia orgánica degradable. “El aumento de este parámetro se debe a la carga orgánica vertida por efluentes de aguas residuales o efluentes industriales” (DINAMA, 2013). La clorofila en el río Cunuyacu presentó un valor de (7.04 mg/m<sup>3</sup>) según la normativa de referencia de la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico (OCDE, 1982) que clasifica el estado trófico de los sistemas según la concentración de clorofila. El valor de clorofila presente en lecho del río Cunuyacu es (7.04 mg/m<sup>3</sup>), esto nos quiere decir que se encuentra en la categoría Mesotrófico ya que se encuentra en el rango que va de 2.5 a 8,0. El caudal del río Cunuyacu presentó un valor de (0.6 m<sup>3</sup>/s). Los periodos hidrológicos, aunque influyeron en la

variación del caudal, no jugaron un papel importante en la estructuración del ensamblaje de diatomeas, ya que no se registró una variación estacional significativa en la abundancia y composición de especies, el incremento en la diversidad se explica por el papel del caudal que crea una mayor dinámica en el río a partir del disturbio producido por la inundación y facilita la dispersión de las especies (Lamers *et.al*, 2006).

El Índice de Calidad del Agua (ICA), se obtuvo en el programa IQA-Data, el cual mediante el análisis de los nueve parámetros físicos-químicos y microbiológico arrojaron valores para el Punto 1 de (71.71), este resultado se encuentra en el rango de Bueno, según la clasificación utilizada en esta metodología. Este resultado se atribuye a que los diferentes factores como las horas de sol, la temperatura y la ausencia de lluvias, así como el tamaño del cuerpo de agua mantienen el equilibrio de los parámetros en buenas condiciones. (Rubio *et al.* 2012). Para el Punto 2 dio un valor de (42.21) y el Punto 3 un valor de (23.77), los cuales son resultados que se encuentra en un rango Malo según el Índice de Calidad del Agua. Las aguas con un “ICA” de categoría “Mala” pueden solamente apoyar una diversidad baja de la vida acuática y están experimentando probablemente problemas con la contaminación. Es decir, la existencia de sustancias como microorganismos, metales pesados o los sedimentos los cuales degradan la calidad del agua. Unos de los problemas más importantes que afectan al Índice de calidad de agua (ICA) es la contaminación ambiental que se da en los ríos, ya que estos contaminantes sobrepasan los niveles máximos permisibles en la naturaleza que afectan al hombre, animales, vegetales. (Pérez *et al*, 2016)

Además, el estudio realizado por (Rosero, 2016), el cual fue establecer un índice biótico de calidad del agua, señala que existen variaciones espaciales y temporales de especies de diatomeas epilíticas que se relacionan con los parámetros fisicoquímicos y ambientales como son la presencia de materia orgánica, oxígeno disuelto, pH, demanda bioquímica de oxígeno y temperatura, esto es acorde con lo que en este estudio se encuentra.

Se ha considerado que la presencia de las comunidades de diatomeas epilíticas, en diferentes niveles de contaminación, es el resultado de las interacciones espaciales y temporales de los factores fisicoquímicos, más que de los factores geológicos o climáticos (Potapova & Charles, 2002), por ello:

Se emplearon como bioindicadores a las especies de diatomeas más abundantes de cada punto como se muestra en la Tabla 23, obteniendo: de las 9 especies bioindicadores de calidad del agua del punto uno un valor de 2.0 que comparado con el ITCA de Tablas se encuentra en

el rango de contaminación  $\beta$ -mesotrófico (contaminación moderada), donde las especies que más se presentan en este tipo de calidad del agua son *Achnanthydium minutissimum*, *Eutonia minor*, *Lemnicola hungarica*, *Navicula lanceolata*, *Navicula tripunctata*, *Planothydium lanceolatum*, *Planothydium frequentissimum*, *Pseudostaurosira elliptica* y *Pseudostaurosira polonica*, debido a que estas especies suelen desarrollarse en aguas claras y moderadamente contaminadas, ya que en el río Cunuyacu se mostraron variables con mayor representación que fueron; coliformes de 130 NMP/100 ml a 170 NMP/100 ml y fosfatos de 1.03 mg/L a 1.47 mg/L en los meses de noviembre y diciembre, esto se debe a las actividades agropecuarias que se realizan en esta zona en esta zona (GADL, 2014) .

Mientras que en el punto dos de las 8 especies bioindicadores de la característica de agua da un valor de 3.4 que comparándose con el ITCA de tablas se encuentra en el rango de contaminación  $\alpha$ -mesotrófico (contaminación fuerte), donde las especies que más se presentan en este tipo de agua son: *Achnanthydium pyrenaicum*, *Gomphonema parvulum*, *Gomphonema rhombicum*, *Navicula germainii*, *Navicula gregaria*, *Navicula lanceolata*, *Nitzschia inconspicua*, *Pseudostaurosira polonica*, debido a que estas especies se desarrollan en ambientes con contaminación fuerte, tal como mostró las variables con mayor representación en el punto dos que fueron; coliformes de 180 NMP/100 ml a 220 NMP/100 ml y fosfatos de 1.12 mg/L a 1.26 mg/L en los meses de noviembre y diciembre, esto se debe a las aguas residuales domésticas que contienen excreciones humanas y detergentes o productos de limpieza que son descargadas al río sin ningún tratamiento. El GAD de Latacunga en el año 2016 indica que estos factores son la principal causa de contaminaciones del recurso hídrico.

En el punto tres, 12 especies sirvieron para bioindicadores de la característica de agua teniendo valor de 2,9 que al compararlo con el ITCA de Tablas resultó con el nivel de contaminación  $\alpha$ -mesotrófico (contaminación fuerte), donde las especies que más se presentan en este punto fueron: *Amphora meridionalis*, *Encyonema silesiacum*, *Encyonema ventricosum*, *Fragilaria perminuta*, *Fragilaria rumpens*, *Halamphora montana*, *Halamphora veneta*, *Nitzschia inconspicua*, *Nitzschia fonticola*, *Nitzschia linearis*, *Nitzschia vermicularis* y *Pseudostaurosira polonica*, debido a que estas especies se desarrollan en ambientes con contaminación fuerte, como mostró las variables con mayor representación en el punto tres que fueron; oxígeno disuelto con un descenso del 4.82 mg/ml debido al incremento de la temperatura del mes de noviembre que fue de 16 °C, coliformes de 210 NMP/100 ml a 220 NMP/100 ml y fosfatos de 1.59 mg/L a 1.39 mg/L en los meses de noviembre y diciembre, esto se debe a las aguas residuales domésticas que contienen excremento de humanos y animales

además de detergentes o productos de limpieza que son descargadas al río sin ningún tratamiento. El GAD de Latacunga en el año 2016 indica que estos factores son la principal causa de contaminaciones en los recursos hídricos de la provincia de Cotopaxi.

#### 14 PREGUNTAS CIENTÍFICAS.

- **¿El uso de especies de diatomeas epilíticas sirve como bioindicadores de la calidad de agua?**

El uso de especies de diatomeas epilíticas como bioindicadores de calidad del agua es considerada como una nueva herramienta para conocer la característica en la que se encuentra un cuerpo hídrico, Su uso simplifica en gran medida las actividades de campo y laboratorio, ya que su aplicación sólo requiere de la identificación y cuantificación de especies de diatomeas basándose en índices de diversidad ajustados a intervalos que califican la característica de agua. (Peñañiel Jiménez & Quicaliquin Constante, 2019)

Las especies más abundantes en cada lugar de estudio en el río Cunuyacu son las que sirvieron como bioindicadores de la característica de agua, ya que sus características morfológicas, biológicas y ecológicas determinan su valor trófico dependiendo de la característica de agua del cuerpo hídrico (Blanco, Corrochano Codornú, & Alvarez Troncoso, 2012), obteniendo de cada punto muestreo un valor trófico diferente.

De 31 especies de diatomeas epilíticas identificadas en el punto uno, solo 9 especies abundantes se utilizó como bioindicadores de la calidad de agua porque son especies mesosapróbicas de que viven con materia orgánica y oxígeno disuelto variable en ambientes alcalinos: *Achnanthydium minutissimum*, *Eutonia minor*, *Lemnicola hungarica*, *Navicula lanceolata*, *Navicula tripunctata*, *Planothydium lanceolatum*, *Planothydium frequentissimum*, *Pseudostaurosira elliptica* y *Pseudostaurosira polonica*, y su ITCA indica: un valor en el punto uno de 2.0 que comparado con el ITCA de Tablas se encuentra en el rango de contaminación  $\beta$ -mesotrófico es decir una contaminación moderada. En tanto que en el punto dos, de 27 especies de diatomeas epilíticas identificadas solo 8 especies abundantes sirvieron como bioindicadores de la calidad de agua, ya que estas especies son mesotróficas que bien en aguas oscuras y poco profundas en ambientes moderadamente ácidos y alcalinas: *Achnanthydium*

*pyrenaicum*, *Gomphonema parvulum*, *Gomphonema rhombicum*, *Navicula germainii*, *Navicula gregaria*, *Navicula lanceolata*, *Nitzschia inconspicua* y *Pseudostaurosira polonica*. Y su ITCA tiene un valor de 3.4 y comparándose con el ITCA se encuentra en el rango de contaminación  $\alpha$ -mesotrófico (contaminación fuerte). Finalmente, en el punto tres, de 34 especies de diatomeas epilíticas identificadas solo 12 especies abundantes fueron bioindicadores de la disposición de agua ya que su ecología es amesopolisapróbica o que se desarrollan en aguas oscuras pocas profundas unidas al sustrato en ambientes alcalinos: *Amphora meridionalis*, *Encyonema silesiacum*, *Encyonema ventricosum*, *Fragilaria perminuta*, *Fragilaria rumpens*, *Halamphora montana*, *Halamphora veneta*, *Nitzschia inconspicua*, *Nitzschia fonticola*, *Nitzschia linearis*, *Nitzschia vermicularis* y *Pseudostaurosira polonica*. Con un ITCA de 2,9 que al compararlo con el ITCA resultó con el nivel de contaminación  $\alpha$ -mesotrófico (contaminación fuerte).

- **¿Las distintas especies de diatomeas epilíticas se presentan de acuerdo con el grado de contaminación del agua que existe en cada punto de muestreo?**

“Los mayores indicadores de contaminación a nivel mundial son las diatomeas” (Lobo, et ál., 2021), ya que las diatomeas se desarrollan en numerosos hábitats (Cespedes, et al. 2015). En la investigación ejecutada se puede apreciar que las especies de diatomeas epilíticas varían dependiendo el nivel trófico en el que se encuentran. Porque se obtuvo diatomeas epilíticas que solo están presentes en el punto uno con el nivel trófico de 2.0 =  $\beta$ -mesotrófico (contaminación moderada) como son; *Achnantheidium minutissimum*, *Reimeria uniseriata*, *Navicula lanceolata*, *Eutonia minor*, *Planothidium lanceolatum* y *Planothidium frequentissimum*, en la investigación de (Blanco, Corrochano Codornú, & Alvarez Troncoso, 2012) describe a estas especies como de agua dulce pero que se desarrollan en ambientes alcalinos y con gran cantidad de sales. Además se encontraron especies de diatomeas epilíticas que solo se encontraron en el punto dos con nivel trófico de 3.4 =  $\alpha$ -mesotrófico (contaminación fuerte); *Gomphonema parvulum*, *Navicula germainii*, *Navicula gregaria* y *Nitzschia inconspicua*, en la investigación de (Blanco, Corrochano Codornú, & Alvarez Troncoso, 2012) describe a estas especies como de agua dulce, epóntica o que se desarrolla adheridos a los sustratos en el fondo del río y en ambientes alcalinas. Y especies que se encontraron solo en el punto tres con un nivel trófico 2.9 =  $\alpha$  mesotrófico (contaminación fuerte); *Amphora meridionalis*, *Fragilaria rumpens*, *Halamphora*

*montana*, *Halamphora veneta*, *Nitzschia linearis* y *Cyclostephanos invisitatus*, en la investigación de (Blanco, Corrochano Codornú, & Alvarez Troncoso, 2012) describe a estas especies como de agua dulce que se desarrolla en lo más profundo de los ríos en ambientes alcalinos con grandes cantidades de sal.

En los tres puntos de muestreos vamos a encontrar especies propias de las características del cuerpo hídrico como es el caso de: *Achnantheidium minutissimum* y *Planothidium frequentissimum*, que se reportan como habitantes frecuentes de ríos  $\beta$ -mesotrófico (contaminación moderada), estas se encuentran presentes exclusivamente en el punto uno, y finalmente *Navicula gregaria* y *Nitzschia inconspicua*, se han reportado como habitantes frecuentes de ríos  $\alpha$ -mesotrófico (contaminación fuerte), estas se encuentran exclusivamente en el punto dos, estos resultados coinciden con los realizados en: “Diatomeas epilíticas como bioindicadores de eutrofización en la microcuenca del río "Guano", provincia de Chimborazo” (Arevalo Ortiz, 2018).

## 15 IMPACTOS (TÉCNICOS, SOCIALES, AMBIENTALES O ECONÓMICOS)

### **Impacto técnico:**

La investigación se realizó en el laboratorio de la Carrera de Ingeniería Ambiental de la Universidad Técnica de Cotopaxi y el Laboratorio Nacional de Calidad de Aguas y Sedimentos (LANCAS) debido a que cuentan con todos los equipos, materiales y reactivos para la ejecución del proyecto. Aplicando la metodología propuesta por Lobo, (2016). Teniendo un gran impacto dentro de la investigación ayudando que los análisis se realicen de manera óptima acortando el tiempo de ejecución y permitiendo que el investigador realice un proceso de identificación de diatomeas epilíticas de manera más exacta.

### **Impactos ambientales:**

Por medio de la investigación se mide el nivel de contaminación que existe en el río Cunuyacu, esta técnica consiste en la identificación de diatomeas epilíticas para contabilizar el número de especies e individuos y posteriormente conseguir la abundancia relativa de cada especie y así obtener un valor trófico, de este modo se puede calcular el Índice Trófico de la Calidad de Agua. Llegando a la conclusión que las diatomeas nos dan un rango más claro del estado ecológico del agua. Teniendo un impacto ambiental como social ya que permite categorizar el tipo de agua que es usada para fines agrícolas (riego).

### **Impacto económico:**

En el estudio del agua, mediante la identificación de diatomeas epilíticas no implica costos elevados, lo que no sucede con los otros métodos de medición de la disposición de agua, de este modo el impacto económico para el agricultor o ganadero no será tan grande y podrá pedir un análisis biológico del agua a un precio accesible.

## **16 CONCLUSIONES.**

Se establecieron tres puntos de estudio para el muestreo de diatomeas epilíticas en el río Cunuyacu a través de sistemas de información geográficas, logrando la ubicación exacta con sus respectivas coordenadas y su altitud, el punto uno está ubicado en la ciudad de Latacunga en la Parroquia Juan Montalvo a una altura de 2795 msnm en las coordenadas: X=769417.839; Y=9896187.88 UTM, el punto dos en el sector de La Laguna a una altura de 2780 msnm en las coordenadas: X=767373.691; Y:9897171.87 UTM y en el punto tres está en el sector de los Molinos Poulitier de Latacunga a una altura de 2748 msnm en las coordenadas: X=765320.470; Y=9896035.31 UTM, permitiendo de esta forma la identificación exacta de los puntos para la toma de muestras.

Se identificaron un total de 92 especies y 1547 individuos de diatomeas epilíticas en los tres puntos de muestreo durante la fase de estudio en los meses de noviembre, diciembre de 2020 hasta enero de 2021, con los que se determinaron distintos niveles de disposición del agua del cuerpo hídrico río Cunuyacu. El número total de especies encontradas en el punto uno (Parroquia Juan Montalvo) fue de 31 y se asocian a un nivel de calidad regular de agua (contaminación moderada), mientras que para el punto dos (La Laguna), el número de especies encontradas fueron 27, con un nivel de calidad malo (contaminación excesiva) y finalmente para el punto de muestreo tres (Molinos Poulitier) las especies identificadas sumaron un total de 34 asociándose a un nivel de calidad malo (contaminación excesiva).

Se reconocieron especies de diatomeas epilíticas en cada uno de los puntos de muestreo del río Cunuyacu. Teniendo en el punto uno o “punto limpio” entre las más abundantes a 9 especies: *Achnantheidium minutissimum*, *Eutonia minor*, *Lemnicola hungarica*, *Navicula lanceolata*, *Navicula tripunctata*, *Planothidium lanceolatum*, *Planothidium frequentissimum*, *Pseudostaurosira elliptica* y *Pseudostaurosira polonica*, mientras que en el segundo punto o “punto medio” las más abundantes fueron 8 y son: *Achnantheidium pyrenaicum*, *Gomphonema parvulum*, *Gomphonema rhombicum*, *Navicula gregaria*, *Navicula lanceolata*, *Nitzschia inconspicua* y *Pseudostaurosira polonica*, finalmente en el tercer punto o



“punto sucio” tenemos 12 como las más abundantes y son: *Amphora meridionalis*, *Encyonema silesiacum*, *Encyonema ventricosum*, *Fragilaria perminuta*, *Fragilaria rumpens*, *Halamphora montana*, *Halamphora veneta*, *Nitzschia inconspicua*, *Nitzschia fonticola*, *Nitzschia linearis*, *Nitzschia vermicularis* y *Pseudostaurosira polonica*. *Achnantheidium minutissimum* y *Planothidium frequentissimum*, teniendo un total de 29 especies abundantes que sirvieron de bioindicadores de la eficacia de agua como muestra la Tabla 23, se ha reportado como habitantes frecuentes de ríos  $\beta$ -mesotrófico (contaminación moderada), estas se encuentran presentes exclusivamente en el punto uno, y finalmente *Navicula gregaria* y *Nitzschia inconspicua*, se han reportado como habitantes frecuentes de ríos  $\alpha$ -mesotrófico (contaminación fuerte), estas se encuentran exclusivamente en el punto dos

Para el cálculo de índice de calidad de agua, se tomó en cuenta nueve parámetros, entre físicos, químicos y microbiológicos, medidos en los meses noviembre, diciembre y enero, los cuales se procesaron en el IQADData, para determinar dicho índice, y a su vez también se compara positivamente con la Tabla de rangos para ICA, propuesta por Posselt, E; Costa, A. Lobo, 2015, con lo cual para el punto uno, se obtuvo un valor medio de 71.71 indicando una calificación de buena, lo que implica purificación menor para consumo o para aquellos cultivos que requieran alta calidad de agua, en cambio en el punto dos la calificación media obtenida dio un resultado malo con valor de 42.20 y significa que pueden solamente apoyar una diversidad baja de la vida acuática y experimentan probablemente problemas de la contaminación, necesitando tratamiento para la mayoría de cultivos, por último en el punto tres el promedio fue de 23.77 por consiguiente también la calificación es de malo, donde la diversidad de vida es baja e inaceptable para consumo humano, las variables físicas, químicas y microbiológicas que presentan mayor impacto en el grado de calificación para determinar el índice de calidad como se describe En los Gráficos 12, 13 y 14 son coliformes fecales, fósforo total y saturación de oxígeno en los tres puntos de muestreo de los meses de noviembre, diciembre y enero, esto se debe a la presencia de gran cantidades materia orgánica debido a las actividades antrópicas de las personas, ya que en los primeros puntos se dedican al pastoreo de animales grandes como es el ganado vacuno, de igual manera las descargas de agua residual domésticas y agrícolas,

Para el cálculo del ICA se utilizaron las especies abundantes de diatomeas epilíticas, que comparadas con el ITCA de Tablas propuesta por Lobo et al (2014); en el primer punto se obtuvo un valor ITCA de 2.0 que comparado con el ITCA de Tablas se encuentra en el rango de 1,5 a 2,5 mostrando un nivel de contaminación  $\beta$ -mesotrófico (contaminación moderada),

en tanto que en el punto dos el ITCA obtenido fue de 3.4 y comparándose con el ITCA recae dentro del rango 2.5 a 3.5 entendiéndose que en este sitio el nivel de contaminación fue  $\alpha$ -mesotrófico (contaminación fuerte); finalmente para el punto tres se obtuvo un valor ITCA de 2,9 que al compararlo con el ITCA recae en el rango de 2,5 a 3,5 por lo tanto indica que es contaminación  $\alpha$ -mesotrófico (contaminación fuerte).

## **17 RECOMENDACIONES.**

Cuando se realice la toma de puntos con la ayuda del GPS, se debe tener en cuenta que el sistema de coordenadas UTM se encuentre en (WGS 84 / UTM zona 17S) ya que nos ayuda a tener las coordenadas exactas y sabes con claridad donde se encuentra el sitio de estudio.

Analizar las muestras en un tiempo máximo de 24 horas previo a la refrigeración de las mismas, se debe considerar que el recipiente que contiene la muestras debe estar sellado y debidamente etiquetado con fecha y hora que no sufra ninguna alteración al momento de la observación de los resultados. (Norma INEN.2169:2013)

Al momento de realizar la toma e identificación de las muestras de diatomeas, es necesario seguir los pasos metodológicos correctamente, para no deteriorar la muestra a ser dispuesta en el área de laboratorio, y realizar el proceso de limpieza correctamente obteniendo datos puntuales de características cualitativas y cuantitativas de las especies.

Al momento de realizar la identificación en el microscopio hay que tener en cuenta que exista un lente de 100X siendo el más recomendable para la identificación de diatomeas epilíticas en laboratorio.

Para posteriores estudios se recomienda utilizar bibliografías adecuadas, al momento de la identificación de las especies de diatomeas epilíticas, preferible investigaciones o artículos científicos realizados en Ecuador o América del Sur, por motivo de similitud con los resultados de identificación.

## 18 BIBLIOGRAFÍA.

- Arango, A. (noviembre de 2009). *Influencia de la conductividad eléctrica en la electrocoagulación de aguas residuales de la industria láctea*. Obtenido de Aguas residuales de la industria láctea: <http://lasallista.edu.co/fxcul/media/pdf/revistalimpia/vol4n2/53-64.pdf>
- Arevalo Ortiz, P. N. (2018). *DIATOMEAS EPILÍTICAS COMO BIOINDICADORES DE EUTROFIZACIÓN EN LA MICROCUENCA DEL RÍO "GUANO", PROVINCIA DE CHIMBORAZO*. Quito: Universidad Internacional SEK.
- Base de Datos Estadísticos del SNIARN*. (2008). Obtenido de Compendio de Estadística Ambiental: [https://apps1.semarnat.gob.mx:8443/dgeia/informe\\_2008\\_ing/compendio\\_2008/index.html](https://apps1.semarnat.gob.mx:8443/dgeia/informe_2008_ing/compendio_2008/index.html)
- Blanco, S., Corrochano Codornú, A., & Alvarez Troncoso, R. (2012). *Id - tax. Catálogo y claves de identificación de organismos fito bentónicos utilizados como elementos de calidad en las redes de control del estado ecológico*. Madrid: © Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente. Secretaría General Técnica. Centro de Publicaciones.
- Bolaños, J. (diciembre de 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)*. Obtenido de Indicadores de contaminación : [https://www.scielo.sa.cr/scielo.php?pid=S0379-39822017000400015&script=sci\\_arttext](https://www.scielo.sa.cr/scielo.php?pid=S0379-39822017000400015&script=sci_arttext)
- Bolaños, D. (2017). Determinación de nitritos, nitratos, fosfatos y sulfatos como indicadores de contaminación ocasionada por el hombre, en dos cantones de Alajuela (Costa Rica) . *Tecnología en marcha*, 30(4), 15-27. Obtenido de <https://www.scielo.sa.cr/pdf/tem/v30n4/0379-3982-tem-30-04-15.pdf>
- Calizaya, J. (2007). *DIATOMEAS DE LA CUENCA DEL RÍO LOCUMBA COMO POSIBLES BIOINDICADORES DE LA CALIDAD DE AGUA*. Obtenido de BIOINDICADORES DE LA CALIDAD DE AGUA: [https://bvs.ins.gob.pe/insprint/CINDOC/INFORMES\\_TECNICOS/05.pdf](https://bvs.ins.gob.pe/insprint/CINDOC/INFORMES_TECNICOS/05.pdf)
- Ciutti, F. (2005). *Seguimiento de cursos de agua con indicadores de algas (diatomeas)*. INSTITUTO SUPERIOR DE SALUD ANNALI. Obtenido de <http://hdl.handle.net/10449/17873>
- COA. (2017). *Código Orgánico Del Ambiente*. Obtenido de Registro Oficial Suplemento 983: [https://www.ambiente.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2018/01/CODIGO\\_ORGANICO\\_AMBIENTE.pdf](https://www.ambiente.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2018/01/CODIGO_ORGANICO_AMBIENTE.pdf)
- Escandell, A. (2012). *Las diatomeas como indicadores ambientales durante el Holoceno en la costa norpatagónica argentina*. Obtenido de Las diatomeas como indicadores ambientales : <https://ri.conicet.gov.ar/handle/11336/115867>

- FAO. (25 de Enero de 2013). *Mejora de la calidad de agua* . Obtenido de FAO : <http://www.fao.org/dairy-production-products/products/composicion OD/>
- Fernández, C. (diciembre de 2012). *El agua: un recurso esencial*. Obtenido de Química Viva: <https://www.redalyc.org/pdf/863/86325090002.pdf>
- Figueroa, R. (junio de 2007). *Análisis comparativo de índices bióticos utilizados en la evaluación de la calidad de las aguas en un río mediterráneo de Chile: río Chillán, VIII Región*. Obtenido de Evaluación de la calidad de las aguas en un río mediterráneo de Chile: [https://scielo.conicyt.cl/scielo.php?pid=S0716-078X2007000200008&script=sci\\_arttext](https://scielo.conicyt.cl/scielo.php?pid=S0716-078X2007000200008&script=sci_arttext)
- Gabriel, R. (2008). *Fundamentos de limnología neotropical* . Universidad de Antioquia .
- GADL. (16 de Mayo de 2014). *ORDENANZA PARA LA DESCONTAMINACIÓN Y PROTECCIÓN DE LOS RÍOS Y AFLUENTES HÍDRICOS DEL CANTÓN LATACUNGA*. Obtenido de [https://www.latacunga.gob.ec/images/pdf/Ordenanzas/1\\_113\\_ordenanza\\_descontaminacion\\_proteccion\\_rios\\_afluentes\\_hidricos\\_canton\\_latacunga.pdf](https://www.latacunga.gob.ec/images/pdf/Ordenanzas/1_113_ordenanza_descontaminacion_proteccion_rios_afluentes_hidricos_canton_latacunga.pdf)
- García , S. (6 de mayo de 2009). *Factores que influyen en el pH del agua mediante la aplicación de modelos de regresión lineal*. Obtenido de pH del agua mediante la aplicación de modelos de regresión lineal: <https://revistas.uide.edu.ec/index.php/innova/article/view/909>
- González, V. (mayo de 2013). *Aplicación de los índices de calidad de agua*. Obtenido de índices de calidad de agua: [https://d1wqtxts1xzle7.cloudfront.net/54569918/Aplicacion\\_de\\_los\\_indices\\_de\\_calidad\\_de\\_agua\\_NSF\\_\\_DINIUS\\_y\\_BMWP.pdf?1506661745=&response-content-disposition=inline%3B+filename%3DAplicacion\\_de\\_los\\_indices\\_de\\_calidad\\_de.pdf&Expires=1613070125&Signature=BV9ym](https://d1wqtxts1xzle7.cloudfront.net/54569918/Aplicacion_de_los_indices_de_calidad_de_agua_NSF__DINIUS_y_BMWP.pdf?1506661745=&response-content-disposition=inline%3B+filename%3DAplicacion_de_los_indices_de_calidad_de.pdf&Expires=1613070125&Signature=BV9ym)
- Guzmán, L. (2013). Reducción de la turbidez del agua usando coagulantes naturales. *Revista UDCA Actualidad y Divulgación Científica*, 16(1), 253-262. Obtenido de <https://repository.udca.edu.co/bitstream/11158/1731/1/Art%C3%ADculo.pdf>
- Hernández, U. (enero de 2008). *Changes in the structure of the epiphytic diatom assemblage of *Macrocystis pyrifera* (L.) C. Ag.* Obtenido de the epiphytic diatom assemblage of *Macrocystis pyrifera* : [http://www.scielo.org.mx/scielo.php?pid=S0187-71512008000100005&script=sci\\_arttext](http://www.scielo.org.mx/scielo.php?pid=S0187-71512008000100005&script=sci_arttext)
- INEN. (1 de 2014). *Norma Técnica Ecuatoriana. Agua Potable*. Obtenido de Agua Potable: <http://www.pudeleco.com/files/a16057d.pdf>
- Lara, R. (25 de marzo de 2019). *El agua de los larenses*. Obtenido de El agua de los larenses: <https://transparencia.org.ve/project/lara-el-agua-de-los-larenses-esta-en-manos-de-dios/>
- Lascano Reyes, L. O., & Muñoz Cepeda, A. J. (2020). *“IDENTIFICACIÓN DE DIATOMEAS EPILÍTICAS ASOCIADAS AL ÍNDICE TRÓFICO DE CALIDAD DEL AGUA DEL RÍO*

YANAYACU, PROVINCIA DE COTOPAXI, PERIODO SEPTIEMBRE 2019 - FEBRERO 2020". Latacunga.

- Lobo, E., Heinrich, C. G., Schuch, M., Düpont, A., Costa, A., & Wetze, C. E. (22 de Diciembre de 2021). *Índice Trófico De Calidad De Agua. Obtenido De Journal Of Chemical Information And Modeling.* Obtenido de <https://doi.org/10.1017/Cbo9781107415324.00>
- MAAE. (7 de marzo de 2017). *Ministerio del Ambiente y Agua.* Obtenido de MAAE: <https://www.ambiente.gob.ec/las-descargas-de-aguas-residuales-son-controladas-por-el-ministerio-del-ambiente/>
- Marcó, L. (2004). *La turbidez como indicador básico de calidad de aguas potabilizadoras a partir de fuentes superficiales.* Obtenido de La turbidez como indicador básico de calidad de aguas : [https://saludpublica.ugr.es/sites/dpto/spublica/public/inline-files/bc510156890491c\\_Hig.Sanid\\_.Ambient.4.72-82\(2004\).pdf](https://saludpublica.ugr.es/sites/dpto/spublica/public/inline-files/bc510156890491c_Hig.Sanid_.Ambient.4.72-82(2004).pdf)
- Ministerio de Ambiente del Ecuador. (2015). *Norma de Calidad de Efluentes: Recurso Agua.* Obtenido de <http://www.cip.org.ec/attachments/article/1579/PROPUESTA%20ANEXO%201.pdf>
- Mora. (mayo de 2012). *Presencia de arsénico y coliformes en agua potable del municipio de Tecuala, Nayarit, México.* Obtenido de Agua potable del municipio de Tecuala, Nayarit, México: [http://www.scielo.org.mx/scielo.php?pid=S0188-49992012000200003&script=sci\\_arttext](http://www.scielo.org.mx/scielo.php?pid=S0188-49992012000200003&script=sci_arttext)
- Mora, D. (1999). Caracterización y distribución por cantones de la dureza del agua en las. *Revista Costarricense de Salud Pública*, 8(15), 01-15.
- Moreno , A. (29 de noviembre de 2006). *LA CONTAMINACIÓN DEL AGUA.* Obtenido de LA CONTAMINACIÓN DEL AGUA: <https://salvarelplaneta.blogia.com/2006/112905-la-contaminaci-n-del-agua.php>
- Moreno, C. E., Barragán, F., Pineda, E., & Pavón, N. P. (s.f.). *Scielo.* Obtenido de Revista Mexicana de Biodiversidad: <http://www.scielo.org.mx/pdf/rmbiodiv/v82n4/v82n4a19.pdf>
- Munn. (2004). *Marine Microbiology: ecology and applications.* Scientific Publisher.
- OMS. (2011). *Guías para la calidad de agua de consumo humano.* Obtenido de OMS: <https://apps.who.int/iris/bitstream/handle/10665/272403/9789243549958-spa.pdf?ua=1>
- OMS. (Julio de 2013). *Servicios de aguas para la salud.* Obtenido de OMS: <https://www.who.int/globalchange/ecosystems/water/es/>
- Peñafiel Jiménez, D. G., & Quicaliquin Constante, N. S. (2019). "Identificación de diatomeas epilíticas asociadas al nivel de eutrofización del río Pumacunchi, Provincia de Cotopaxi, 2019". Latacunga.
- Perez, A. (diciembre de 2008). *Índice fisicoquímico de la calidad de agua para el manejo de lagunas tropicales de inundación.* Obtenido de Índice fisicoquímico de la calidad de

- agua: [https://www.scielo.sa.cr/scielo.php?pid=S0034-77442008000400026&script=sci\\_arttext](https://www.scielo.sa.cr/scielo.php?pid=S0034-77442008000400026&script=sci_arttext)
- Raffo, E. (1 de junio de 2014). *Caracterización de las aguas residuales y la demanda bioquímica de oxígeno*. Obtenido de Aguas residuales y la demanda bioquímica de oxígeno: <https://www.redalyc.org/pdf/816/81640855010.pdf>
- RCOA. (2019). *REGISTRO OFICIAL*. Obtenido de [https://www.gob.ec/sites/default/files/regulations/2019-09/Documento\\_RCOA%20RO%20507.pdf](https://www.gob.ec/sites/default/files/regulations/2019-09/Documento_RCOA%20RO%20507.pdf)
- República del Ecuador. (2008). *CONSTITUCIÓN DE LA REPÚBLICA DEL ECUADOR*. Obtenido de CONSTITUCION DE LA REPUBLICA DEL ECUADOR: <https://educacion.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2012/08/Constitucion.pdf>
- Round. (1990). *Diatoms: Biology and Morphology of the Genera*.
- Sala, Guerrero, & Ferrario. (1993). *Reimeria uniseriata nov. spec.*
- Salom, E. (4 de Julio de 2017). *Información sobre diatomeas*. Obtenido de Ciencia Today: <https://cienciatoday.com/diatomeas-importancia-aplicaciones/>
- Samboni, N. (2007). *Revisión de parámetros fisicoquímicos como indicadores de calidad y contaminación del agua*. Obtenido de Indicadores de calidad y contaminación del agua: <https://repositorio.unal.edu.co/handle/unal/28869>
- Segura, V., Almanza Álvarez, J. S., & Ponce-Saavedra, J. (2016). *Hidrología: revista del Departamento de Hidrología. Universidad Autónoma Metropolitana-Iztapalapa. Iztapalapa.*
- SENAGUA . (2012). *Informe de gestión 2012 Secretaria Nacional de Agua* . Obtenido de SENAGUA: <https://www.agua.gob.ec/wpSENAGUA-2012.pdf>
- Siqueiros, D. (septiembre de 2013). *Diagnosis prospectiva sobre la diversidad de diatomeas epilíticas en la laguna Bacalar, Quintana Roo, México*. Obtenido de Diversidad de diatomeas epilíticas : <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1870345313729130#!>
- Smart. (Marzo de 2014). *SMART*. Obtenido de SMART: <http://www.smart-fertilizer.com/es/articles/electrical-conductivity>
- Torres, E. (29 de septiembre de 2016). *Educación para la percepción del riesgo de contaminación ambiental por el recurso agua* . Obtenido de Educación para la percepción del riesgo de contaminación ambiental por el recurso agua. : <https://maestrosociedad.uo.edu.cu/index.php/MyS/article/view/1612>
- TULAS. (2011). *Norma de Calidad Ambiental y de descarga de efluentes : Recurso Agua*.
- Zwarteveen, M. (2011). *Justicia Hídrica. Acumulación, conflicto y acción social*. Obtenido de Justicia Hídrica.: [https://www.researchgate.net/profile/Rutgerd\\_Boelens/publication](https://www.researchgate.net/profile/Rutgerd_Boelens/publication).

**19 ANEXOS.****Anexo A**

**Fotografías del punto 1 durante los muestreos de noviembre, diciembre 2020 y enero 2021 en el río “Cunuyacu”**

**Fotografía 1.** *Toma de muestras del agua en el punto uno.*



**Fotografía 2.** *Envasado y sellado de muestras para envío al laboratorio.*



**Fotografía 3.** *Muestreo de diatomeas epilíticas en el punto uno.*

**Anexo B**

**Fotografías del punto 2 durante los muestreos de noviembre, diciembre 2020 y enero 2021 en el río “Cunuyacu”**

**Fotografía 5.** *Toma de muestras del agua en el punto dos.*



**Fotografía 6.** *Toma de temperatura del punto dos.*



### **Anexo C**

**Fotografías del punto 3 durante los muestreos de noviembre, diciembre 2020 y enero 2021 en el río “Cunuyacu”**

**Fotografía 7.** *Toma de muestras del agua del punto tres.*



**Fotografía 8.** *Envasado de muestras del agua.*



**Fotografía 9.** *Envasado de muestras del agua para envío al laboratorio.*





**Anexo D****Fotografías de laboratorio y análisis físico químicos, microbiológicos e identificación de Diatomeas Epilíticas de noviembre, diciembre 2020 y enero 2021 del río “Cunuyacu”**

**Fotografía 10.** *Análisis de conductividad, oxígeno disuelto y pH de las muestras del agua.*



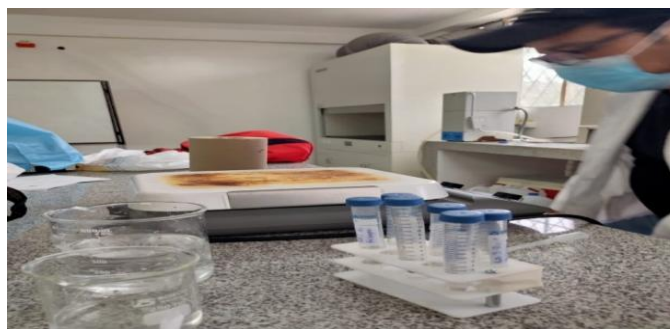
**Fotografía 11.** *Se colocó en tubos falcón 5ml muestra 10ml de ácido sulfúrico.*



**Fotografía 12.** *Se puso hervir las muestras de diatomeas en una estufa por 60 minutos.*




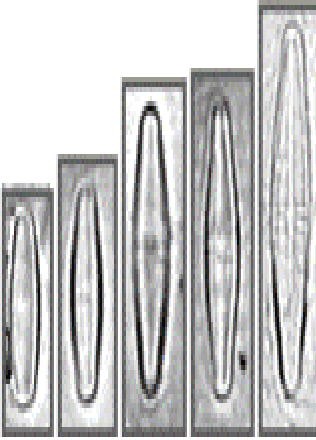
**Fotografía 13.** *Fijación de las muestras en las placas.*







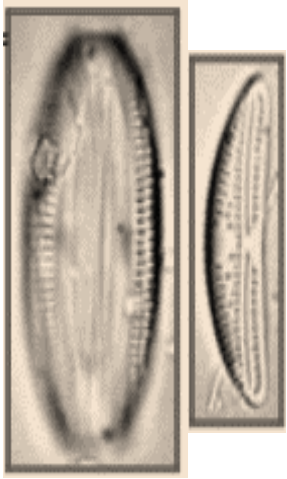

## ANEXO E


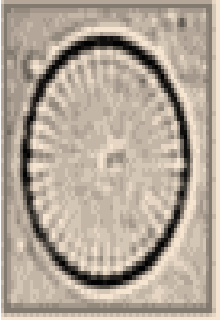
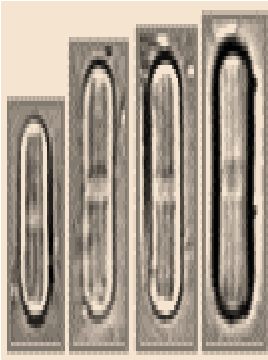
Tabla 25.




*Diatomeas encontradas en los tres puntos del río Cunuyacu durante los meses de noviembre, diciembre de 2020 y enero de 2021.*



#	Nombre	Fotografía	Características
1	<p><i>Achnantheidium catenatum</i> (Bily y Marvan) Lange - Bertalot (1999)</p>		<p>Largo: 9 a 16<math>\mu</math>m - Ancho: 3 a 3.5<math>\mu</math>m</p> <p>Estrías: 10<math>\mu</math>m</p> <p>Conocido también como <i>Achnanthes catenata</i>, con ápices capitados. Es bentónica o que se desarrolla adherida a superficies como las rocas en agua dulce.</p> <p>Esta especie está presente en aguas con calidad <math>\alpha</math>-mesoeutrófila y Oligo-B-mesosapróbica</p>
2	<p><i>Achnantheidium minutissimum</i> (Kützing) Czarnecki</p>		<p>Largo: 5.6<math>\mu</math>m – Ancho: 1.5<math>\mu</math>m</p> <p>Conocido también como <i>Achnanthes minutissima</i>.</p> <p>Forma valvar puede ser linear, lanceolada y elíptica, con ápices curvados. Es epóntica es decir que se desarrolla en lo más profundo del cuerpo hídrico de agua dulce.</p> <p>B-mesosapróbica.</p>



3	<p><i>Achnantheidium pyrenaicum</i> (Hust.) H. Kobayasi (1997)</p>		<p>Largo: 10 a 16<math>\mu</math>m - Ancho: 2.5 a 4<math>\mu</math>m</p> <p>Conocida también como <i>Achnantheidium biasolettianum</i>, <i>Achnanthes biaso-lettiana</i> y <i>Achnanthes pirenaica</i>.</p> <p>Estrías visibles y frústulos un poco asimétricos. Es alcalífila, bentónica de agua dulce.</p> <p><i>Mesotrófila y Oligo-<math>\beta</math>-mesosapróbica.</i></p>
4	<p><i>Achnantheidium saprophilum</i>. H. Kobayasi y Mayama (1982)</p>		<p>Largo: 6.6 a 12.5<math>\mu</math>m - Ancho: 2.6 a 3.3<math>\mu</math>m</p> <p>Conocida también como <i>Achnanthes minutissima</i> var. <i>saprophila</i>, son robustas. Es neutrófila y bentónica de agua dulce.</p>
5	<p><i>Amphora montana</i> (Krasske) Levkov (2009)</p>		<p>Largo: 12 a 20<math>\mu</math>m - Ancho: 3 a 4.5<math>\mu</math>m</p> <p>Estrías: 10<math>\mu</math>m no visibles</p> <p>Ápices curvados hacia el contorno ventral.</p> <p>Su ecología es dulceacuícola, alcalífila, aerófila y <math>\beta</math>-mesosapróbica, también es bentónica de agua dulce.</p>

6	<p><i>Amphora pediculus</i> (Kütz.) Grunow in Schmist (1875)</p>		<p>Largo: 6 a 16<math>\mu</math>m - Ancho: 2.4 a 4<math>\mu</math>m</p> <p>Conocida también como <i>Amphora ovalis</i> var. <i>pediculus</i>.</p> <p>Estrías: 10<math>\mu</math>m formadas por dos areolas claramente visibles en el centro de la valva.</p> <p>Su ecología es dulceacuícola y alcalífila, también el bentónica de agua dulce.</p>
7	<p><i>Amphora ovalis</i> Kützing (1844)</p>		<p>Largo: 43.4<math>\mu</math>m - Ancho: 18.3<math>\mu</math>m</p> <p>Estrías dorsales, vacía en la zona central y posee un rafe arqueado con fisuras centrales curvas hacia el margen dorsal.</p> <p>Es epóntica o que vive unido al sustrato, también es bentónica de agua dulce.</p> <p>Alcalífila, dulceacuícola y <math>\beta</math>-mesosapróbica.</p>
8	<p><i>Cavinula intractata</i> J. Garrido (2012)</p>		<p>Largo: 16<math>\mu</math>m - Ancho: 6.5<math>\mu</math>m</p> <p>Estrías: 40/10<math>\mu</math>m</p> <p>Conocida también como <i>Navicula intractata</i>.</p> <p>Sus areolas no son visibles. Es bentónica o que está fija en el fondo del cuerpo hídrico de agua dulce.</p>



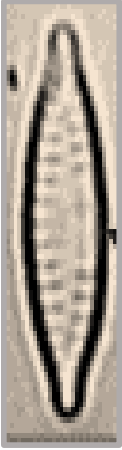
9	<p><i>Caloneis bacillum var fasciata</i> (Cleve) Mayer 1939</p>		<p>Largo: 15<math>\mu</math>m - Ancho: 9<math>\mu</math>m</p> <p>Área central muy amplia que llega hasta los bordes de la valva.</p> <p>Es béntica es decir se localiza en la parte más profunda del cuerpo hídrico de agua dulce.</p> <p><i>Alcalífila</i> y <math>\beta</math>-<i>mesosapróbica</i>.</p>
10	<p><i>Cyclostephanos invisitatus</i> (M.H.Hohn &amp; Hellermann) E.C.Ther., Stoermer &amp; Hák (1998)</p>		<p>Diámetro: 7.8 a 15.1<math>\mu</math>m - Recuento de acordes: 15 a 16<math>\mu</math>m – Densidad circunferencial: 12 a 15<math>\mu</math>m</p> <p>Valva plana, sin estrías en el centro valvar.</p> <p>Formada por una sola célula o planctónica es de agua dulce.</p> <p><i>Dulceacuícola</i> y <i>eutrófila</i>.</p>
11	<p><i>Diademsis contenta</i> (Grunow) DGMann (1990)</p>		<p>Largo: 4 a 30<math>\mu</math>m - Ancho: 2 a 6<math>\mu</math>m</p> <p>Conocida también como <i>Navicula contenta</i>.</p> <p>Valva con forma linear y estrechos, también conocida como <i>Navicula contenta</i>.</p> <p>Béntica se encuentra en lo más profundo del cuerpo hídrico, no crece formando colonias y es de agua dulce.</p>



12	<p><i>Encyonopsis minuta</i> Krammer &amp; E.Reichard in Krammer (1997)</p>		<p>Largo: 11 a 14.1<math>\mu</math>m - Ancho: 3.1 a 3.7<math>\mu</math>m</p> <p>Valva linear y lanceolada.</p> <p>Viven en ambientes alcalinos y son bentónicas de agua dulce.</p> <p><i>Alcalífila.</i></p>
13	<p><i>Encyonema minutum</i> (Cholnoky) Czarn. (1994)</p>		<p>Largo: 42 a 6<math>\mu</math>m - Ancho: 12.3 a 13<math>\mu</math>m</p> <p>Conocida también como <i>Cymbella minuta</i>.</p> <p>Célula pequeña, pero con muchas estrías.</p> <p>Vive unida al sustrato en el fondo del cuerpo hídrico de agua dulce.</p> <p><i>Dulceacuícola y neutrófila.</i></p>
14	<p><i>Encyonema silesiacum</i> (Bleisch in Rabenh.) D.G.Mann (1990)</p>		<p>Largo: 19.6 a 48.7<math>\mu</math>m - Ancho: 6 a 10.8<math>\mu</math>m</p> <p>Estría central con <i>estigmoide</i> visible: 11 a 14<math>\mu</math>m.</p> <p>Es dulceacuícola, vive unida al sustrato del fondo del cuerpo hídrico de agua dulce.</p> <p><i>Neutrófila y <math>\alpha</math>-mesosapróbica.</i></p>

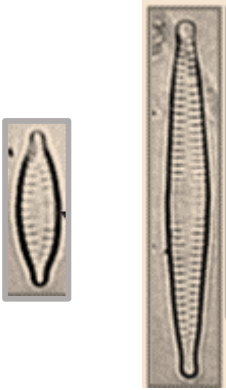

15	<p><i>Encyonema silesiacum</i> var. <i>altensis</i> Krammer</p>		<p>Largo: 15 a 46<math>\mu</math>m - Ancho: 7 a 14<math>\mu</math>m</p> <p>Célula pequeña con ápice menos rostrado que la <i>Encyonema silesiacum</i>.</p> <p>Vive en el fondo del cuerpo hídrico de agua dulce.</p> <p><i><math>\alpha</math>-mesosapróbica, dulceacuícola y neutrófila.</i></p>
16	<p><i>Encyonema ventricosum</i> (C. Agardh ) Grunow (1875)</p>		<p>Largo: 9 a 21<math>\mu</math>m - Ancho: 5 a 7<math>\mu</math>m</p> <p>Conocida también como <i>Cymbella ventricosa</i>, con contorno ventral expandido en la zona central, ápices rostrados curvados hacia el contorno ventral.</p> <p>Vive unida al sustrato del fondo del cuerpo hídrico. También el neutrófila de agua dulce.</p> <p><i><math>\alpha</math>-mesosapróbica y Oligomesotrófila.</i></p>

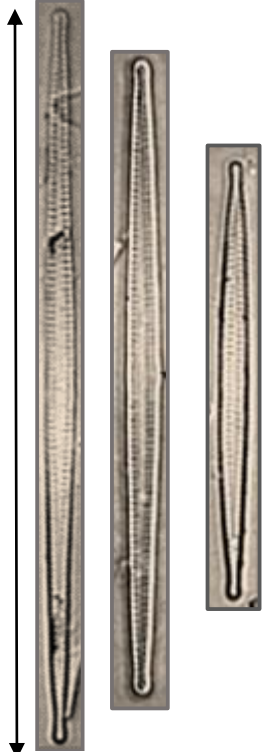

17	<p><i>Eolimna minima.</i> (Grunow)  <i>Lange -Bertalot, nom. ileg.</i>  (1998)</p>		<p>Largo: 5 a 18<math>\mu</math>m - Ancho: 2 a 5<math>\mu</math>m</p> <p>Conocida también como <i>Navicula minima.</i></p> <p>Alta densidad de estrías, en el área central hialina tiene forma de mariposa.</p> <p>Vive en lo más profundo del cuerpo hídrico de agua dulce, con más tendencia en zonas alcalinas.</p> <p><i><math>\alpha</math>-mesopolisapróbica</i></p>
18	<p><i>Eolimna subminuscula.</i>  (Manguin) Gerd Moser,  <i>Lange-Bertalot &amp; Metzeltin</i>  (1998)</p>		<p>Largo: 7 a 13<math>\mu</math>m - Ancho: 4 a 6<math>\mu</math>m</p> <p>Conocida también como: <i>Navicula demissa, Navicula frugalis, Navicula luzonensis, Navicula subminuscula, Navicula perparva</i> y <i>Navicula vaucheriae.</i></p> <p>Ápices apuntados y estrías paralelas, conocida también como <i>Navicula subminuscula.</i></p> <p>Vive en lo más profundo del cuerpo hídrico de agua dulce, con más tendencia en zonas alcalinas.</p> <p><i><math>\alpha</math>-mesopolisapróbica.</i></p>



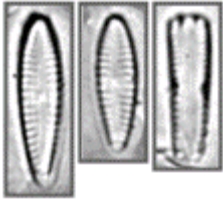


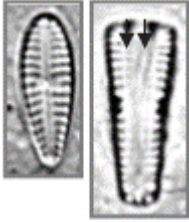


19	<p><i>Eunotia incisa</i>. W.Sm. ex W.Greg (1854)</p>		<p>Largo: 12 a 50<math>\mu</math>m - Ancho: 2.8 a 5<math>\mu</math>m</p> <p>Ápices estrechos y punzantes, uno menos estrecho que el otro.</p>
20	<p><i>Eunotia minor</i> (Kütz.) Rabenh (1864)</p>		<p>Largo: 28 a 85<math>\mu</math>m - Ancho: 6.7 a 9<math>\mu</math>m</p> <p>Conocida también como <i>Eunotia pectinalis</i> var. <i>minor</i>.</p> <p>Mayor grosor en los ápices y en la zona ventral, estrías muy visibles.</p> <p>Se desarrolla bien en ambientes ácidos en el fondo del cuerpo hídrico de agua dulce.</p> <p><i>Oligoosapróbica</i>.</p>
21	<p><i>Fragilaria perminuta</i> (Grunow) Lange -Bertalot (2000)</p>		<p>Largo: 9 a 43<math>\mu</math>m - Ancho: 3 a 4<math>\mu</math>m</p> <p>Conocida también como <i>Fragilaria capucina</i> var. <i>perminuta</i> y <i>Synedra perminuta</i>.</p> <p>Estrías: 17 a 2 <math>\mu</math>m en 10<math>\mu</math>m.</p> <p>Se desarrolla en ambientes neutros en el fondo del cuerpo hídrico de agua dulce.</p>


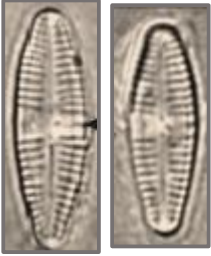

22	<p><i>Fragilaria capucina</i> var. <i>rumpens</i>. (Kützing) Lange - Bertalot ex Bukhtiyarova (1995)</p>		<p>Largo: 25 a 36<math>\mu</math>m - Ancho: 4<math>\mu</math>m</p> <p>Conocida también como <i>Synedra rumpens</i>, <i>Synedra rumpens</i> var. <i>familiaris</i> y <i>Fragilaria capucina</i> subsp. <i>Rumpens</i>.</p> <p>Estrías no muy marcadas.</p> <p>Se desarrolla en ambientes neutros en el fondo del cuerpo hídrico de agua dulce.</p> <p><i>Oligomesotrófila</i>.</p>
23	<p><i>Fragilaria crotonensis</i> Kitton (1869)</p>		<p>Largo: 60 a 72<math>\mu</math>m - Ancho: 2 a 3<math>\mu</math>m</p> <p>En el área hialina presenta un ligero estrechamiento y en visión pleural están unidas por su mitad y separadas en la otra.</p> <p>Son de una sola célula, pero crecen formando colonias, se desarrollan en ambientes alcalinos, son de agua dulce.</p> <p><i><math>\beta</math>-mesosapróbica y mesotrófila</i>.</p>




24	<p><i>Fragilaria perminuta</i> ( <i>Grunow</i> ) <i>Lange -Bertalot</i> (2000)</p>		<p>Largo: 9 a 43<math>\mu</math>m - Ancho: 3 a 4<math>\mu</math>m</p> <p>Estrías: 17 a 2 <math>\mu</math>m en 10<math>\mu</math>m.</p> <p>Conocida también como <i>Fragilaria capucina</i> var. <i>perminuta</i> y <i>Synedra perminuta</i>.</p> <p>Viven en ambientes neutros en el fondo del cuerpo hídrico de agua dulce.</p>
25	<p><i>Fragilaria rumpens</i> (<i>Kützing</i>) <i>G.W.F. Carlson</i> (1913)</p>		<p>Largo: 25 a 36<math>\mu</math>m - Ancho: 4<math>\mu</math>m</p> <p>Conocida también como <i>Fragilaria capucina</i> var. <i>rumpens</i>, estría no muy densa y no muy marcadas.</p> <p>Crece formando colonias en ambientes neutros en el fondo del cuerpo hídrico de agua dulce.</p> <p><i>Oligomesotrófila</i>.</p>

26	<p><i>Fragilaria tenera</i> (W.Sm.) Lange-Bert (1980)</p>		<p>Largo: 50 a 75<math>\mu</math>m - Ancho: 2.0 a 2.5<math>\mu</math>m</p> <p>Células alargadas</p> <p>Crece formando colonias en aguas dulces.</p> <p>Crece formando colonias en ambientes ácidos en el fondo del cuerpo hídrico de agua dulce.</p> <p><i>Acidófila y olicosapróbica.</i></p>
27	<p><i>Geissleria decussis</i> (Østrup) Lange -Bertalot &amp; Metzeltin (1996)</p>		<p>Largo: 16 a 30<math>\mu</math>m - Ancho: 6 a 9<math>\mu</math>m</p> <p>Conocida también como <i>Navicula decussis</i>.</p> <p>Área central con estrías con distinta longitud y onduladas con ápices capitados.</p> <p><i>Oligosapróbica y mesoestrófila.</i></p> <p>Vive en el fondo del cuerpo hídrico de agua dulce.</p>



28	<p><i>Gomphonema exilissimum</i> Grunow (1880)</p>		<p>Largo: 10 a 50<math>\mu</math>m - Ancho: 4 a 8<math>\mu</math>m</p> <p>Conocida también como <i>Gomphonema parvulum</i> var. <i>exilissimum</i>.</p> <p>Valva rómbico-lanceolada con polos capitados.</p> <p>Vive en ambientes neutros en el fondo del cuerpo hídrico de agua dulce.</p> <p><i>Oligosapróbica</i>.</p>
29	<p><i>Gomphonema lagenula</i> Kütz.(1844)</p>		<p>Largo: 17 a 27<math>\mu</math>m - Ancho: 5 a 6<math>\mu</math>m</p> <p>Conocida también como <i>Gomphonema parvulum</i> var. <i>lagenula</i>, con valva elíptico-lanceolada con polos muy capitados.</p> <p>Vive unida al sustrato del fondo del cuerpo hídrico de agua dulce.</p> <p><i>Polisapróbica</i>.</p>
30	<p><i>Gomphonema micropumilum</i>. E.Reichardt (1997)</p>		<p>Largo: 10 a 22<math>\mu</math>m - Ancho: 4 a 5<math>\mu</math>m</p> <p>Muy pequeñas y anchas en la mitad superior.</p> <p>Se desarrolla en el fondo del cuerpo hídrico de agua dulce.</p>

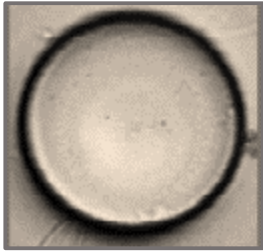

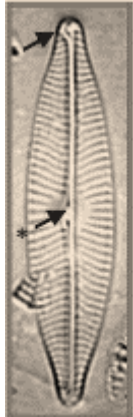
31	<p><i>Gomphonema minutum</i> C. Agardh (1831)</p>		<p>Largo: 10 a 35<math>\mu</math>m - Ancho: 4 a 8<math>\mu</math>m</p> <p>Estrías gruesas y en posición pleural dos líneas de puntos la atraviesan.</p> <p>Se desarrolla en ambientes neutros en el fondo del cuerpo hídrico de agua dulce.</p> <p><i><math>\beta</math>-mesosapróbica.</i></p>
32	<p><i>Gomphonema parvulum</i> Grunow (1880)</p>		<p>Largo: 10 a 50<math>\mu</math>m - Ancho: 4 a 8<math>\mu</math>m</p> <p>Valvas elíptico – lanceoladas y polos rostrados.</p> <p>Viven unidas al sustrato del fondo del cuerpo hídrico de agua dulce, pero en ambientes neutros.</p> <p><i><math>\alpha</math>-mesopolisapróbica.</i></p>
33	<p><i>Gomphonema parvulum</i> f. <i>saprophilum</i> Lange - Bertalot y E.Reichardt (1993)</p>		<p>Largo: 9 a 40<math>\mu</math>m - Ancho: 5 a 8.5<math>\mu</math>m</p> <p>Valva más ancha en su mitad superior, polo de un ápice achatada en células pequeñas.</p> <p>Viven junto al sustrato en el fondo del cuerpo hídrico de agua dulce.</p> <p><i>Polisapróbica y hipereutrófila.</i></p>


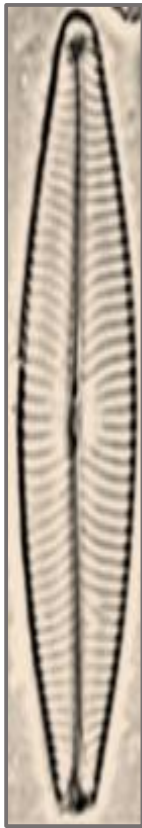
34	<p><i>Gomphonema rhombicum</i>, Fricke (1904)</p>		<p>Largo: 39 a 53<math>\mu</math>m - Ancho: 5.4 a 7.3<math>\mu</math>m</p> <p>Estrías cortas, células grandes, presente en agua dulce.</p> <p>Se desarrollan en ambientes ácidos en el fondo del cuerpo hídrico de agua dulce.</p> <p>Acidófila.</p>
35	<p><i>Gomphonema rosenstockianum</i> Lange - Bertalot &amp; Reichardt (1993)</p>		<p>Largo: 17 a 38<math>\mu</math>m - Ancho: 5 a 8<math>\mu</math>m</p> <p>Asimétrica en el área central, dilatada en una orilla y una estría corta en la otra.</p> <p>Viven en el fondo del cuerpo hídrico de agua dulce.</p>
36	<p><i>Gomphonema rhombicum</i>, Fricke (1904)</p>		<p>Largo: 39 a 53<math>\mu</math>m - Ancho: 5.4 a 7.3<math>\mu</math>m</p> <p>Células largas, estrías cortas i amplia zona hialina a través del eje apical.</p> <p>Se desarrolla en ambientes ácidos en el fondo del cuerpo hídrico de agua dulce.</p> <p>Acidófila.</p>



37	<p><i>Grunowia tabellaria</i> Grunow (Rabenhorst) 1864</p>		<p>Largo: 9 a 21<math>\mu</math>m - Ancho: 4.5 a 8<math>\mu</math>m</p> <p>Valva rómbica muy inflada en el centro.</p> <p>Vive en ambientes neutros en el fondo del cuerpo hídrico de agua dulce.</p> <p><i><math>\beta</math>-mesosapróbica y mesotrófila.</i></p>
39	<p><i>Halamphora montana</i> (Krasske) Levkov (2009)</p>		<p>Largo: 12 a 20<math>\mu</math>m - Ancho: 3 a 4.5<math>\mu</math>m</p> <p>Estrías: 10<math>\mu</math>m no visibles</p> <p>Conocida también como Amphora montana.</p> <p>Ápices curvados hacia el contorno ventral.</p> <p>Se desarrolla en ambientes alcalinos en el fondo del cuerpo hídrico de agua dulce.</p> <p><i><math>\beta</math>-mesosapróbica.</i></p>
40	<p><i>Halamphora veneta</i> (Kütz.) Levkov (2009)</p>		<p>Largo: 10 a 40<math>\mu</math>m - Ancho: 3.5 a 6<math>\mu</math>m</p> <p>Conocida también como Amphora veneta, con estrías dorsales radiantes con areolas visibles en el centro de la valva y sin estrías ventrales.</p>






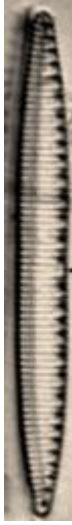
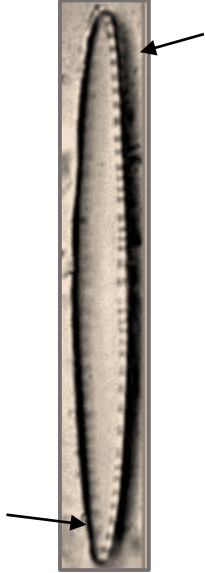

			<p>Se desarrolla en ambientes con gran cantidad de sales en el fondo del cuerpo hídrico de agua dulce.</p> <p><i>α-mesopolisapróbica.</i></p>
41	<p><i>Hippodonta capitata.</i> Lange-Bart., Metzeltin &amp; Witkowski (1996)</p>		<p>Largo: 12 a 28μm - Ancho: 4.9 a 8.5μm</p> <p>Conocida también como <i>Navicula hungarica var. capitata</i> y <i>Navicula capitata</i>.</p> <p>Ápices capitados con estrías muy gruesas.</p> <p>Vive en lo más profundo del cuerpo hídrico de agua dulce.</p> <p><i>α-mesosapróbica</i> y <i>mesoeutrófila.</i></p>
42	<p><i>Lemnicola hungarica</i> Raund &amp; Basson (1997)</p>		<p>Largo: 8 a 40μm - Ancho: 4.5 a 7.5μm</p> <p>Conocida también como <i>Achnanthes andicola</i>, <i>Achnanthes hungarica</i>, <i>Achnanthes pseudohungarica</i> y <i>Achnanthidium hungaricum</i>.</p> <p>Valva con rafe asimétrica.</p> <p>Vive unida al sustrato en el fondo del cuerpo hídrico de agua dulce.</p> <p><i>α-mesosapróbica.</i></p>



43	<p><i>Melosira varians</i> C.Agardh (1827)</p>		<p>Diámetro: 6 a 30<math>\mu</math>m - Ancho: 5 a 15<math>\mu</math>m</p> <p>Diámetro inferior a: 35 <math>\mu</math>m</p> <p>Célula sin espinas y manto con ornamentación tenue.</p> <p>Crece formando colonias en ambientes alcalinos en el fondo del cuerpo hídrico de agua dulce.</p> <p><i><math>\alpha</math>-mesosapróbica.</i></p>
45	<p><i>Navicula angusta</i> Grunow (1860)</p>		<p>Largo: 35 a 70<math>\mu</math>m - Ancho: 6 a 7<math>\mu</math>m</p> <p>Estrías radiantes: 11 a 12<math>\mu</math>m</p> <p>Presente en agua dulce conocida también como <i>Navicula cari</i> var. <i>angusta</i>, forma lineal con ápices rostrados.</p> <p>Se desarrolla en lo más profundo del cuerpo hídrico de agua dulce en ambientes ácidos.</p> <p><i>Oligosapróbica.</i></p>
46	<p><i>Navicula germainii</i> J.H.Wallance (1960)</p>		<p>Largo: 32 a 39<math>\mu</math>m - Ancho: 7 a 8.3<math>\mu</math>m</p> <p>Conocida también como <i>Navicula viridula</i> var. <i>germainii</i>, con forma lanceolada y ápices rostrados.</p>



			<p>Se desarrolla en lo más profundo del cuerpo hídrico de agua dulce en ambientes alcalinos.</p> <p><i>Béntica y alcalífila.</i></p>
47	<p><i>Navicula gregaria</i> Donkin (1861)</p>		<p>Largo: 16 a 35<math>\mu</math>m - Ancho: 4.1 a 7<math>\mu</math>m</p> <p>Estrías muy densas, ápices rostrados o capitados.</p> <p>Se desarrolla en lo más profundo del cuerpo hídrico de agua dulce en ambientes con gran cantidad de sales.</p> <p><i><math>\alpha</math>-mesosapróbica.</i></p>
48	<p><i>Navicula lanceolata.</i> C.Agardh – Ehrenb (1838)</p>		<p>Largo: 30 a 60<math>\mu</math>m - Ancho: 9 a 12<math>\mu</math>m</p> <p>Estrías curvas, rafes curvados en el centro, forma lanceolata.</p> <p>Viven en lo profundo del cuerpo hídrico de agua dulce en ambientes alcalinos y con gran cantidad de sales.</p> <p><i><math>\alpha</math>-mesosapróbica.</i></p>

49	<p><i>Navicula notha.</i> J.H.Wallace (1960)</p>		<p>Largo: 18.7 a 39.3<math>\mu</math>m - Ancho: 4.1 a 5.5<math>\mu</math>m. Estrías: 14 a 17<math>\mu</math>m Conocida también <i>Navicula heimansioides.</i> No crece en colonias. Área axial muy corto y central pequeño. Se desarrolla en el fondo del cuerpo hídrico de agua dulce en ambientes ácidos. <i>Oligosapróbica.</i></p>
50	<p><i>Navicula recens</i> Lange-Bert. in Krammer &amp; Lange-Bert (1985)</p>		<p>Largo: 17 a 42<math>\mu</math>m - Ancho: 5.8 a 8.2<math>\mu</math>m Conocido también como <i>Navicula cari var. recens.</i> Estrías radiantes en el centro valvar que son paralelas en los polos. Se desarrolla en lo más profundo del cuerpo hídrico de agua dulce en ambientes con gran cantidad de sales. <i><math>\alpha</math>-mesopolisapróbica.</i></p>



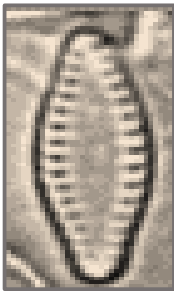
51	<p><i>Navicula simulata</i> R.M.Patrick (1944)</p>		<p>Largo: 24 a 34.5<math>\mu</math>m - Ancho: 5 a 6.5<math>\mu</math>m</p> <p>Conocida también como <i>Navicula simulata</i>, con estrías radiantes y curvas muy densas.</p> <p>No crece formando colonias, vive en el fondo del cuerpo hídrico de agua dulce, tolerante a la contaminación.</p>
52	<p><i>Navicula tripunctata.</i> (O.F.Müll.)Bory (1822)</p>		<p>Largo: 32 a 60<math>\mu</math>m - Ancho: 6 a 10<math>\mu</math>m</p> <p>Conocida también como <i>Navicula gracilis</i>.</p> <p>Forma linear y ápices apuntados.</p> <p>Vive en el fondo del cuerpo hídrico de agua dulce con tendencia en a ambientes neutros o alcalinos.</p> <p><i><math>\beta</math>-mesosapróbica.</i></p>
53	<p><i>Nitzschia acidoclinata</i> Lange-Bert (1977)</p>		<p>Largo: 18.4 a 32.8<math>\mu</math>m - Ancho: 2.2 a 2.9<math>\mu</math>m</p> <p>Valva en forma lineal con encogimiento central grande y fíbulas redondeadas. Vive en el fondo del cuerpo hídrico de agua dulce en ambientes neutros. <i><math>\beta</math> - mesosapróbica.</i></p>



54	<p><i>Nitzschia amphibia</i> Grunow (1862)</p>		<p>Largo: 14 a 37<math>\mu</math>m - Ancho: 4 a 4.5<math>\mu</math>m</p> <p>Estrías o areolas visibles, fíbulas con Inter espacio central.</p> <p>Vive en el fondo del cuerpo hídrico de agua dulce con tendencia en a ambientes neutros o alcalinos.</p> <p><i><math>\alpha</math>-mesosapróbica.</i></p>
55	<p><i>Nitzschia filiformis.</i> F.Schütt (1896)</p>		<p>Largo: 27 a 150<math>\mu</math>m - Ancho: 4 a 5<math>\mu</math>m</p> <p>Fibulas cuadradas, ápices curvados ligeramente en dirección opuesta.</p> <p>Es muy salobre, desarrollándose en ambientes con gran cantidad de sales en el fondo del cuerpo hídrico de agua dulce.</p> <p><i><math>\alpha</math>-mesosapróbica.</i></p>
56	<p><i>Nitzschia fonticola</i> (Grunow) Grunow in Van Heurck (1881)</p>		<p>Largo: 10 a 55<math>\mu</math>m - Ancho: 2.4 a 4.5<math>\mu</math>m</p> <p>Forma lanceolada con ápice capitado, fíbula redondeada con Inter espacio central.</p> <p>Vive en lo más profundo del cuerpo hídrico de agua dulce.</p> <p><i><math>\beta</math>-mesosapróbica.</i></p>

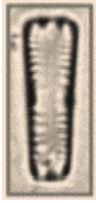

57	<p><i>Nitzschia inconspicua</i>. Grunow (1862)</p>		<p>Largo: 8<math>\mu</math>m - Ancho: 3<math>\mu</math>m</p> <p>Valva lanceolada en individuos grandes.</p> <p>Vive en el fondo del cuerpo hídrico de agua dulce en ambientes alcalina con gran cantidad de sales.</p> <p><i><math>\alpha</math>-mesopolisapróbica.</i></p>
58	<p><i>Nitzschia linearis</i> (Agardh) W.Sm (1853)</p>		<p>Largo: 60 a 150<math>\mu</math>m - Ancho: 4 a 6<math>\mu</math>m</p> <p>Estrechas en el centro, forma linear con ápices curvados, fíbulas irregulares muy densas y un Inter espacio central.</p> <p>Vive en lo más profundo del cuerpo hídrico de agua dulce en ambientes alcalinos.</p> <p><i><math>\beta</math>-mesosapróbica.</i></p>



59	<p><i>Nitzschia palea</i> Kütz (1856)</p>		<p>Largo: 12 a 42<math>\mu</math>m - Ancho: 3 a 4<math>\mu</math>m</p> <p>Valva en forma lineal y lanceolada, ápices ligeramente capitados y su morfología es variable.</p> <p>Se desarrollan en ambientes neutros en el fondo del cuerpo hídrico de agua dulce.</p> <p><i>Polisapróbica.</i></p>
60	<p><i>Nitzschia vermicularis</i> (Kützing) Hantzsch (1860)</p>		<p>Largo: 75 a 250<math>\mu</math>m - Ancho: 4 a 7<math>\mu</math>m</p> <p>En vista pleural son sigmoides, con ápices curvados en dirección opuesta al canal rafideano, fíbulas irregulares.</p> <p>Vive en lo más profundo del cuerpo hídrico de agua dulce, en ambientes alcalinos.</p> <p><i><math>\beta</math>-mesosapróbica.</i></p>





61	<p><i>Planothidium lanceolatum</i> (Bréb. Ex Kütz.) Lange-Bert (1999)</p>		<p>Largo: 7 a 24<math>\mu</math>m - Ancho: 4.5 a 8<math>\mu</math>m</p> <p>Conocida también como <i>Achnanthes lanceolata</i> var. <i>lanceolata</i></p> <p>Viven unidos al sustrato del fondo del cuerpo hídrico de agua dulce.</p> <p><i>Alcalífila.</i></p>
62	<p><i>Planothidium frequentissimum.</i> (Lange-Bert. In Krammer &amp; Lange-Bert.) Lange-Bert (1999)</p>		<p>Largo: 5 a 17<math>\mu</math>m - Ancho: 3 a 6<math>\mu</math>m</p> <p>Conocida también como <i>Achnanthes lanceolata</i> subsp. <i>frequentissima</i> y <i>Achnantheiopsis frequentissima.</i></p> <p>Frústulos elípticos o lanceolados con ápices rostrados ligeramente.</p> <p>Vive en el fondo del cuerpo hídrico de agua dulce en ambientes alcalinos.</p> <p><i><math>\alpha</math>-mesopolisapróbica.</i></p>
63	<p><i>Pseudostaurosira Elliptica</i> (Schum.) Edlund, E. Morales &amp; S.A.Spauld (2006)</p>		<p>Largo: 6 a 14<math>\mu</math>m - Ancho: 3 a 3.15<math>\mu</math>m</p> <p>Estrías: 14 a 16<math>\mu</math>m</p> <p>Conocida también como <i>Staurosira elliptica</i> y <i>Fragilaria elliptica.</i></p>

			<p>Forma robótica pequeña, válvulas con extremos redondeados, área central extensa y lanceolada.</p> <p>Crece formando colonias en ambientes alcalinos en el fondo del cuerpo hídrico de agua dulce.</p> <p><i>β-mesosapróbica</i></p>
64	<p><i>Pseudostaurosira brevistriata</i> (Grunow) D.M.Williams &amp; Round (1987)</p>		<p>Largo: 10 a 26μm - Ancho: 3.5 a 4μm</p> <p>Estrías: 12 a 15μm</p> <p>Conocida también como <i>Fragilaria brevistriata</i>.</p> <p>Forma lanceolada.</p> <p>Crece formando colonias en el fondo del cuerpo hídrico de agua dulce junto al sustrato, en ambientes alcalinos, las colonias llegan a ser planctónicas.</p> <p><i>Oligosapróbica.</i></p>
65	<p><i>Pseudostaurosira polonica.</i> (M.Witak &amp; Lange - Bertalot) EAMorales &amp; MBEdlund (2003)</p>		<p>Largo: 8 a 30μm - Ancho: 4 a 5μm</p> <p>Conocida también como <i>Fragilaria polonica</i>, son células con forma linear.</p> <p>Pertenece al género <i>Fragilaria</i>.</p> <p>Vive en el fondo del cuerpo hídrico de agua dulce.</p>

66	<p><i>Reimeria sinuata</i> (W.Greg.) Kociolek &amp; Stoermer (1987)</p>		<p>Largo: 8 a 22<math>\mu</math>m - Ancho: 3.1 a 5.5<math>\mu</math>m</p> <p>Conocida también como <i>Cymbella sinuata</i>.</p> <p>Células muy pequeñas no visibles.</p> <p>Vive en lo más profundo el cuerpo hídrico de agua dulce y en ambientes neutros.</p> <p><i><math>\beta</math>-mesosapróbica.</i></p>
67	<p><i>Reimeria uniseriata</i> Sala, Guerrero &amp; Ferrario (1993)</p>		<p>Largo: 12.5 a 24<math>\mu</math>m - Ancho: 4 a 7<math>\mu</math>m</p> <p>Estrías: 8 a 10<math>\mu</math>m</p> <p>Margen ventral triondulado, areolas muy visibles, zona axial recta y zona central unilateral.</p> <p>“Un estigma colocado cerca de los extremos proximales del rafe, apertura externa ligeramente doblados ventralmente” (Sala, Guerrero, &amp; Ferrario, 1993)</p> <p>Vive el fondo del cuerpo hídrico de agua dulce y en ambientes alcalinos.</p> <p><i>Oligotrófila.</i></p>

68	<p><i>Rhoicosphenia abbreviata.</i> (C.Agardh) Lange-Bert (1980)</p>		<p>Largo: 10 a 55<math>\mu</math>m - Ancho: 4 a 8<math>\mu</math>m</p> <p>Estrías: 15 a 20<math>\mu</math>m</p> <p>Conocida también como Abreviatura de <i>Gomphonema C.Agardh</i> y <i>Rhoicosphenia curvata</i> (Kütz.) Grunow.</p> <p>Se desarrolla formando colonias.</p> <p>En visión pleural la frústula es arqueada, ápices redondeados, las estrías uniseriadas y areolas alargadas.</p> <p>Vive en lo más profundo del cuerpo hídrico de agua dulce y en ambientes alcalinos.</p> <p><i><math>\beta</math>-mesosapróbica.</i></p>
69	<p><i>Staurosira construens</i> Ehrenb (1843)</p>		<p>Largo: 6 a 15<math>\mu</math>m - Ancho: 5 a 9<math>\mu</math>m</p> <p>Conocida también como <i>Fragilaria construens</i>.</p> <p>Con estrechamiento central y ápices rostrados.</p> <p>Crece formando colonias en el fondo del cuerpo hídrico de agua dulce y en ambientes alcalinos.</p> <p><i><math>\beta</math>-mesosapróbica.</i></p>

70	<p><i>Staurosira venter</i> (Ehrenb.) Hamilton (1992)</p>		<p>Largo: 5 a 26<math>\mu</math>m - Ancho: 4 a 5.5<math>\mu</math>m</p> <p>Conocido también como <i>Staurosira construens</i> var. <i>Venter</i> y <i>Fragilaria construens</i> f. <i>venter</i>.</p> <p>Células con forma elíptica y valvas pequeñas.</p> <p>Crece formando colonias en el fondo del cuerpo hídrico de agua dulce.</p> <p><i><math>\beta</math>-mesosapróbica y mesoeutrófila.</i></p>
71	<p><i>Tabellaria flocculosa</i> (Roth) Kütz (1844)</p>		<p>Largo: 6 a 130<math>\mu</math>m - Ancho: 4 a 9<math>\mu</math>m</p> <p>Estrías: 15 a 20<math>\mu</math>m</p> <p>Crece formando colonias, valva con engrosamiento central donde se observa una <i>rimoportula</i> y <i>ápices capitados</i>.</p> <p>Es de una sola célula y se desarrolla en ambientes ácidos.</p> <p><i><math>\beta</math>-mesosapróbica, Acidófila y mesotrófila.</i></p>

## Anexo F

Tabla 26.

Criterios de calidad admisibles para aguas de uso agrícola o riego

Parámetros	Expresado como	Unidad	Límite máximo permisible
Aluminio	Al	mg/l	5,0
Arsénico (total)	As	mg/l	0,1
Bario	Ba	mg/l	1,0
Berilio	Be	mg/l	0,1
Boro (total)	B	mg/l	1,0
Cadmio	Cd	mg/l	0,01
Carbamatos totales	Concentración total, de carbamatos	mg/l	0,1
Cianuro (total)	CN <sup>-</sup>	mg/l	0,2
Cobalto	Co	mg/l	0,05
Cobre	Cu	mg/l	2,0
Cromo hexavalente	Cr <sup>+6</sup>	mg/l	0,1
Fluor	F	mg/l	1,0
Hierro	Fe	mg/l	5,0

Litio	Li	mg/l	2,5
Materia flotante	visible		<b>Ausencia</b>
Manganeso	Mn	mg/l	0,2
Molibdeno	Mo	mg/l	0,01
Mercurio (total)	Hg	mg/l	0,001
Níquel	Ni	mg/l	0,2
	Concentración		
Organofosforados (totales)	de organofosforados totales.	mg/l	0,1
	Concentración		
Organoclorados (totales)	de organoclorados totales.	mg/l	0,2
Plata	Ag	mg/l	0,05
Potencial de hidrógeno	pH		6-9
Plomo	Pb	mg/l	0,05
Selenio	Se	mg/l	0,02
Sólidos disueltos totales		mg/l	3 000,0

---

Transparencia			
de las aguas			mínimo 2,0 m
medidas con el			
disco secchi.			
Vanadio	V	mg/l	0,1
	Sustancias		
<b>Nota.</b> Aceites y grasa	solubles en	mg/l	0,3
	hexano		
Coniformes	nmp/100 ml		1 000
Totales			
Huevos de		Huevos	<b>cero</b>
parásitos		por litro	
Zinc	Zn	mg/l	2,0

---


(TULAS, 2011)



## ANEXOS F.


## RESULTADOS DE LABORATORIO


Resultados de los análisis Físicos- Químicos y Microbiológicos del Punto 1, correspondiente al mes de noviembre.

 INSTITUTO NACIONAL DE METEOROLOGÍA E HIDROLOGÍA LABORATORIO NACIONAL de Calidad de Aguas y Sedimentos - LANCAS		<b>INFORME DE RESULTADOS</b>			N° 20-393 Pág. 2 de 3
Párametros	Método Interno LANCAS	Método de Referencia	Unidades	Valor	
Nitratos	PE05	Standard Methods Ed 23, 2017. 4500 NO <sub>3</sub> -A y B	mg/L	1,61	
Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO5)	PE28	Standard Methods Ed 23, 2017. 5210 B y 4500-O C	mg/L	0,32 <sup>(a)</sup>	
Demanda Química de Oxígeno (DQO)	PE36	HACH No 8000 12/99 7 ed	mg/L	0 <sup>(a)</sup>	
Fosfatos	PE48	Standard Methods Ed 23, 2017.4500-P C.	mg/L	0,899 <sup>(a)</sup>	

\*Los ensayos marcados con (\*) NO están incluidos en el alcance de la acreditación del SAE\*

<sup>(a)</sup> Los valores reportados se encuentran fuera del alcance de Acreditación del SAE\*

  
 Autorizado por:  
 Dra. Jeaneth Cartagena  
 Coordinador de Laboratorio


  
 INSTITUTO NACIONAL DE METEOROLOGÍA E HIDROLOGÍA  
 LABORATORIO NACIONAL DE CALIDAD DE AGUA Y SEDIMENTOS - LANCAS

Resultados de los análisis Físicos- Químicos y Microbiológicos del Punto 2, correspondiente al mes de noviembre.

 INSTITUTO NACIONAL DE METEOROLOGÍA E HIDROLOGÍA LABORATORIO NACIONAL de Calidad de Aguas y Sedimentos - LANCAS		<b>INFORME DE RESULTADOS</b>			N° 20-394 Pág. 2 de 3
Párametros	Método Interno LANCAS	Método de Referencia	Unidades	Valor	
Nitratos	PE05	Standard Methods Ed 23, 2017. 4500 NO <sub>3</sub> -A y B	mg/L	1,66	
Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO5)	PE28	Standard Methods Ed 23, 2017. 5210 B y 4500-O C	mg/L	2,48 <sup>(a)</sup>	
Demanda Química de Oxígeno (DQO)	PE36	HACH No 8000 12/99 7 ed	mg/L	11 <sup>(a)</sup>	
Fosfatos	PE48	Standard Methods Ed 23, 2017.4500-P C.	mg/L	1,333	

\*Los ensayos marcados con (\*) NO están incluidos en el alcance de la acreditación del SAE\*

<sup>(a)</sup> Los valores reportados se encuentran fuera del alcance de Acreditación del SAE\*

  
 Autorizado por:  
 Dra. Jeaneth Cartagena  
 Coordinador de Laboratorio


  
 INSTITUTO NACIONAL DE METEOROLOGÍA E HIDROLOGÍA  
 LABORATORIO NACIONAL DE CALIDAD DE AGUA Y SEDIMENTOS - LANCAS

Resultados de los análisis Físicos- Químicos y Microbiológicos del Punto 3, correspondiente al mes de noviembre.



INFORME DE RESULTADOS

RC38-06

Nº. 395  
Pág. 2 de 3

Parámetros	Método Interno LANCAS	Método de Referencia	Unidades	Valor
Nitratos	PE05	Standard Methods Ed 23, 2017. 4500-NO <sub>3</sub> -A y B	mg/L	0,48 <sup>(a)</sup>
Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO5)	PE28	Standard Methods Ed 23, 2017. 5210 B y 4500-O C	mg/L	8,64
Demanda Química de Oxígeno (DQO)	PE36	HACH No 8000 12/99 7 ed	mg/L	48
Fosfatos	PE48	Standard Methods Ed 23, 2017.4500-P C.	mg/L	1,623

\*Los ensayos marcados con (\*) NO están incluidos en el alcance de la acreditación del SAE\*

<sup>(a)</sup> Los valores reportados se encuentran fuera del alcance de Acreditación del SAE\*

*Jeaneth Cartagena*  
Autorizado por:  
Dra. Jeaneth Cartagena  
Coordinador de Laboratorio  
LABORATORIO NACIONAL DE CALIDAD DE AGUA Y SEDIMENTOS - LANCAS

Resultados de los análisis Físicos- Químicos y Microbiológicos del Punto 1, correspondiente al mes de diciembre.



ALS Ecuador  
De Los Eucaliptos E3-23 y De Los Cipreses  
Quito, Ecuador  
T: +59 3 2280 8877

PROTOCOLO: 561689/2020-1.0	RC-06
SISTEMA INTEGRADO DE GESTIÓN	Revisión: 13
	Página 2 de 2

RESULTADOS OBTENIDOS

PARÁMETROS ANALIZADOS	METODOLOGÍA DE REFERENCIA	MÉTODO INTERNO ALS	UNIDAD	55296-1		LÍMITE MÁXIMO PERMISIBLE	CRITERIO DE RESULTADOS
				CUM 1	INCERTIDUMBRE (K=2)		
POTENCIAL HIDRÓGENO	Standard Methods Ed. 23, 2017, 4500-H+ A y 4500-H+ B	PA - 05.00	U pH	7,45	± 0,11 U pH	6,5 - 9	CUMPLE
NITRATOS	Standard Methods Ed. 23, 2017, 4500-NO <sub>3</sub> -E	PA - 48.00	mg/l	5,69	± 0,47 mg/l	13	CUMPLE
TURBIDEZ	Standard Methods Ed. 23, 2017, 2130 A y 2130 B	PA - 37.00	NTU	15,5	± 0,8 NTU	NO APLICA	NO APLICA
DEMANDA QUÍMICA DE OXÍGENO	Standard Methods Ed. 23, 2017, 5220 D	PA - 01.00	mg/l	<10,0	± 2,3 mg/l	40	CUMPLE
DEMANDA BIOQUÍMICA DE OXÍGENO	Standard Methods Ed. 23, 2017, 5210 B	PA - 45.00	mg/l	<4,75	± 0,79 mg/l	20	CUMPLE
OXÍGENO DISUELT	Standard Methods Ed. 23, 2017, 4500-D G	POS - 27.00	% de Saturación	50,79	-	± 50	NO CUMPLE
FOSFATOS	Standard Methods Ed. 23, 2017, 4500-P B y 4500-P C	PA - 49.00	mg/l	1,47	± 0,15 mg/l	NO APLICA	NO APLICA
COLIFORMES FECALES	Standard Methods Ed. 23, 2017, 9221 B, E y F	PA - 06.00	NMP/100ml	170,0	± 1,4 NMP/100ml	NO APLICA	NO APLICA
CLOROFILA A (*)	Standard Methods Ed. 23, 2017, 10200 H	PA - 76.00	mg/l <sup>2</sup>	-1,068	-	NO APLICA	NO APLICA
SÓLIDOS TOTALES	Standard Methods Ed. 23, 2017, 2540 A y 2540 B	PA - 14.00	mg/l	519,0	± 4,1 mg/l	NO APLICA	NO APLICA

REFERENCIAS Y OBSERVACIONES

La información (1), (2), (3) que se indican a continuación, están FUERA del alcance de acreditación del SAE:  
 (1) Acuerdo Ministerial N° 001-A, TUECAMA, Libro VI, Anexo 1, Normas de calidad ambiental y de descarga de efluentes al recurso agua. Tabla 2: Criterios de calidad admisibles para la preservación de la vida acuática y terrestre en aguas dulces, marinas y de estuarios. Criterio de Calidad Agua Dulce.  
 (2) Oxígeno de Saturación calculado a partir del Oxígeno Disuelto (4,39 mg/l).  
 (3) Criterio de Resultados, según EU-24 "Regla de Decisión de Conformidad de Resultado".

Resultados de los análisis Físicos- Químicos y Microbiológicos Punto 2, correspondiente al mes de diciembre.



ALS Ecuador  
De Los Eucaliptos E3-23 y De Los Cipreses  
Quito, Ecuador  
T: +59 3 2280 8877

PROTOCOLO: 5616S0/2020-1.0	RU-49
SISTEMA INTEGRADO DE GESTIÓN	Revisión: 13
	Página 2 de 2

RESULTADOS OBTENIDOS

PARAMETROS ANALIZADOS	METODOLOGÍA DE REFERENCIA	MÉTODO INTERNO ALS	UNIDAD	65296-2	INCERTIDUMBRE (K=2)	LÍMITE MÁXIMO PERMISIBLE	CRITERIO DE RESULTADOS
				CUN 2			
POTENCIAL HIDRÓGENO	Standard Methods Ed. 23, 2017, 4500-H+ A y 4500-H+ B	PA-05.00	U pH	7,75	± 0,11 U pH	6,5 - 9	CUMPLE
NITRATOS	Standard Methods Ed. 23, 2017, 4500-NO3- E	PA-48.00	mg/l	7,50	± 0,47 mg/l	13	CUMPLE
TURBIDEZ	Standard Methods Ed. 23, 2017, 2130 A y 2130 B	PA-37.00	NTU	6,1	± 0,8 NTU	NO APLICA	NO APLICA
DEMANDA QUÍMICA DE OXÍGENO	Standard Methods Ed. 23, 2017, 5220 D	PA-01.00	mg/l	<10,0	± 2,3 mg/l	40	CUMPLE
DEMANDA BIOQUÍMICA DE OXÍGENO	Standard Methods Ed. 23, 2017, 5210 B	PA-45.00	mg/l	<4,75	± 0,79 mg/l	20	CUMPLE
OXÍGENO DISUELT	Standard Methods Ed. 23, 2017, 4500-D G	PO6 - 27.00	% de Saturación	105,56	-	>80	NO CUMPLE
FOSFATOS	Standard Methods Ed. 23, 2017, 4500-P B y 4500-P C	PA-49.00	mg/l	1,26	± 0,15 mg/l	NO APLICA	NO APLICA
COLIFORMES FECALES	Standard Methods Ed. 23, 2017, 9221 B, E y F	PA-56.00	NMP/100ml	220,0	± 1,4 NMP/100ml	NO APLICA	NO APLICA
CLOROFILA (a)	Standard Methods Ed. 23, 2017, 10300 H	PA-76.00	mg/l <sup>3</sup>	4,272	-	NO APLICA	NO APLICA
SÓLIDOS TOTALES	Standard Methods Ed. 23, 2017, 2540 A y 2540 B	PA-14.00	mg/l	476,0	± 3,2 mg/l	NO APLICA	NO APLICA

REFERENCIAS Y OBSERVACIONES

La información (1), (2), (3) que se indican a continuación, están FUERA del alcance de acreditación del SAE.

(1) Acuerdo Ministerial N° 091-A, F.L.E.S.M.A. Libro VI, Anexo 1, Norma de calidad ambiental y de descarga de efluentes al recurso agua. Tabla 2: Criterios de calidad admisibles para la preservación de la vida acuática y silvestre en aguas dulces, marinas y de estuarios. Criterio de Calidad Agua Dulce.

(2) Oligoneo de Saturación calculado a partir del Oligoneo Disuelto (3,94 mg/l).

(3) Criterio de Resultados, según EU-24 "Regla de Decisión de Conformidad de Resultados".

Resultados de los análisis Físicos- Químicos y Microbiológicos del Punto 3 correspondiente al mes de diciembre



ALS Ecuador  
De Los Eucaliptos E3-23 y De Los Cipreses  
Quito, Ecuador  
T: +59 3 2280 8877

PROTOCOLO: 5616S1/2020-1.0	RU-49
SISTEMA INTEGRADO DE GESTIÓN	Revisión: 13
	Página 2 de 2

RESULTADOS OBTENIDOS

PARAMETROS ANALIZADOS	METODOLOGÍA DE REFERENCIA	MÉTODO INTERNO ALS	UNIDAD	65296-3	INCERTIDUMBRE (K=2)	LÍMITE MÁXIMO PERMISIBLE	CRITERIO DE RESULTADOS
				CUN 3			
POTENCIAL HIDRÓGENO	Standard Methods Ed. 23, 2017, 4500-H+ A y 4500-H+ B	PA-05.00	U pH	7,92	± 0,11 U pH	6,5 - 9	CUMPLE
NITRATOS	Standard Methods Ed. 23, 2017, 4500-NO3- E	PA-48.00	mg/l	7,16	± 0,47 mg/l	13	CUMPLE
TURBIDEZ	Standard Methods Ed. 23, 2017, 2130 A y 2130 B	PA-37.00	NTU	5,7	± 0,8 NTU	NO APLICA	NO APLICA
DEMANDA QUÍMICA DE OXÍGENO	Standard Methods Ed. 23, 2017, 5220 D	PA-01.00	mg/l	26,1	± 2,3 mg/l	40	CUMPLE
DEMANDA BIOQUÍMICA DE OXÍGENO	Standard Methods Ed. 23, 2017, 5210 B	PA-45.00	mg/l	10,11	± 0,79 mg/l	20	CUMPLE
OXÍGENO DISUELT	Standard Methods Ed. 23, 2017, 4500-D G	PO6 - 27.00	% de Saturación	103,81	-	>80	NO CUMPLE
FOSFATOS	Standard Methods Ed. 23, 2017, 4500-P B y 4500-P C	PA-49.00	mg/l	1,39	± 0,15 mg/l	NO APLICA	NO APLICA
COLIFORMES FECALES	Standard Methods Ed. 23, 2017, 9221 B, E y F	PA-56.00	NMP/100ml	220,0	± 1,4 NMP/100ml	NO APLICA	NO APLICA
CLOROFILA (a)	Standard Methods Ed. 23, 2017, 10300 H	PA-76.00	mg/l <sup>3</sup>	15,219	-	NO APLICA	NO APLICA
SÓLIDOS TOTALES	Standard Methods Ed. 23, 2017, 2540 A y 2540 B	PA-14.00	mg/l	536,0	± 4,1 mg/l	NO APLICA	NO APLICA

REFERENCIAS Y OBSERVACIONES

La información (1), (2), (3) que se indican a continuación, están FUERA del alcance de acreditación del SAE.

(1) Acuerdo Ministerial N° 091-A, F.L.E.S.M.A. Libro VI, Anexo 1, Norma de calidad ambiental y de descarga de efluentes al recurso agua. Tabla 2: Criterios de calidad admisibles para la preservación de la vida acuática y silvestre en aguas dulces, marinas y de estuarios. Criterio de Calidad Agua Dulce.

(2) Oligoneo de Saturación calculado a partir del Oligoneo Disuelto (<2,00 mg/l).

(3) Criterio de Resultados, según EU-24 "Regla de Decisión de Conformidad de Resultados".

**ANEXO G.****HOJA DE VIDA DE LOS AUTORES****CURRICULUM VITAE****1.- DATOS PERSONALES**

**APELLIDOS:** Almache Pincha  
**NOMBRES:** Luis Alberto  
**CEDULA DE CIUDADANÍA:** 050423949-2  
**LUGAR Y FECHA DE NACIMIENTO:** Pujilí, 14 de noviembre de 1995  
**DIRECCIÓN DOMICILIARIA:** Calle Modesto Villavicencio. Barrio 3 de mayo  
**NÚMEROS TELEFÓNICOS:** 0987704428 - 032725969  
**E-MAIL:** luis.almache9492@utc.edu.ec

**2.- ESTUDIOS REALIZADOS**

<b>NIVEL</b>	<b>TITULO OBTENIDO</b>	<b>FECHA DE REGISTRO EN EL SENESCYT</b>
SEGUNDO	BACHILLER EN CIENCIAS. ESPECIALIDAD QUÍMICO BIOLÓGICAS	09 DE AGOSTO DEL 2013
TERCER	CAN. INGENIERO EN MEDIO AMBIENTE	

**3.- EXPERIENCIA LABORAL**

Pasante en el departamento de Gestión Ambiental del Gobierno Autónomo Descentralizado Intercultural del Cantón Saquisilí.

**4.- CERTIFICADOS**

Manejo sostenible de tierras y seguridad alimentaria.

Ingeniería Ambiental, avances y desafíos de la conservación y la sostenibilidad en el Ecuador.

## 1.- DATOS PERSONALES



**APELLIDOS:** Maldonado Quicaliquin  
**NOMBRES:** Rubén David  
**CEDULA DE CIUDADANÍA:** 175173734-5  
**LUGAR Y FECHA DE NACIMIENTO:** Aloasí, 1 de enero de 1997  
**DIRECCIÓN DOMICILIARIA:** URB. “EL PORVENIR”, MACHACHI  
**NÚMEROS TELEFÓNICOS:** 0983716259  
**E-MAIL:** ruben.maldonado7345@utc.edu.ec\_

## 2.- ESTUDIOS REALIZADOS

NIVEL	TITULO OBTENIDO	FECHA DE REGISTRO EN EL SENESCYT
SEGUNDO	TÉCNICO AGROPECUARIOS: ESPECIALIZACION: PRODUCCIÓN AGROPECUARIA	16 DE JULIO DEL 2014
TERCER	CAN. INGENIERO AMBIENTAL	

## 3.- EXPERIENCIA LABORAL

Pasante en el Área de Control de Calidad de Agua Potable en la Empresa Pública Municipal de Agua Potable y Alcantarillado del Cantón Mejía, EPAA – MEJÍA, EP.

## 4.- CERTIFICADOS

“Los Recursos Hídricos en la Provincia de Cotopaxi”

“II Jornada de Difusión de la Investigación Ambiental”

“Área de Agua Potable y Alcantarillado en Control de Calidad de Agua Potable”

“Estrategias de bioseguridad y protección ambiental frente a la pandemia en la provincia de Cotopaxi, 2020”

## ANEXO H

## HOJA DE VIDA DEL TUTOR.



**APELLIDOS:** Clavijo Cevallos  
**NOMBRES:** Manuel Patricio  
**CEDULA DE CIUDADANÍA:** 0501444582  
**LUGAR Y FECHA DE NACIMIENTO:** Salcedo, 24 de septiembre de 1965  
**DIRECCIÓN DOMICILIARIA:** CIUDADELA LAS ACACIAS – FICOA – AMBATO.  
**NÚMEROS TELEFÓNICOS:** 032824577 – 0992050541  
**E-MAIL:** patricio\_clavijo2005@yahoo.com  
 manuel.clavijo@utc.edu.ec

## 2.- ESTUDIOS REALIZADOS

NIVEL	TITULO OBTENIDO	FECHA DE REGISTRO EN EL SENESCYT	CÓDIGO DE REGISTRO SENESCYT
TERCER	LICENCIADO EN CIENCIAS DE LA EDUCACIÓN ESPECIALIDAD BIOLOGÍA Y QUÍMICA	3 DE AGOSTO DEL 1992	1010-02-142218
CUARTO	MASTER EN CIENCIAS DE LA EDUCACIÓN MENCIÓN PLANEAMIENTO DE INSTITUCIONES DE EDUCACIÓN SUPERIOR	03 DE JUNIO DEL 2003	1020-03-399385
CUARTO	DIPLOMADO SUPERIOR EN NUEVAS TECNOLOGÍAS DE LA INFORMACIÓN Y COMUNICACIÓN Y SU APLICACIÓN EN LA PRACTICA DOCENTE ECUATORIANA	19 DE OCTUBRE DEL 2007	1008-07-668233
CUARTO	MAGISTER EN GESTIÓN AMBIENTAL	03 DE JUNIO 2017	1020-03-399385

### 3.- EXPERIENCIA LABORAL

- ❖ Asistente Científico del Área de Plantas Terrestres – Estación Científica Charles Darwin- Galápagos. 1991.
- ❖ Asistente de cátedra de Microbiología y Zoología. Universidad Técnica de Ambato. Febrero 1992 - 1993.
- ❖ Ayudante de Laboratorio de Microbiología y Biotecnología. Universidad Técnica de Ambato. Febrero 1992 - 1993.
- ❖ Técnico de Laboratorio Pedagógico. Instituto Tecnológico “Pelileo”. Enero 1995 – 1999.
- ❖ Gerente del laboratorio de larvas de camarón “CEGAL”. Prov. De El Oro. 1999-2001.
- ❖ Docente de la Universidad Técnica de Cotopaxi – Desde Abril 2001 hasta la actualidad
- ❖ Coordinador Nacional de Ciencias Experimentales del Proyecto de Nuevo Bachillerato Ecuatoriano – Ministerio de Educación. 2010.

### 4.- CARGOS DESEMPEÑADOS

- ❖ Gerente de Producción y Comercialización del Grupo Camaronero CEGAL, Prov. Del Oro. Enero 1999 - 2001
- ❖ Docente de la Universidad Técnica de Cotopaxi – Desde abril 2001 – 2017.
- ❖ Docente del Colegio “HUAMBALO” – Prov. del Tungurahua. Abril 2001- 2012.
- ❖ Vicerrector del Colegio “HUAMBALO” – Prov. del Tungurahua. Agosto 2003 – 2009.
- ❖ Primer Vocal de Consejo Directivo del Colegio Nacional “HUAMBALO” 2003-2005, 2007-2009.
- ❖ Director de la Carrera de Ingeniería en Medio Ambiente de la UTC desde octubre 2016.

### 5.- PONENCIAS

- Ponente en las XV Jornadas Nacionales de Biología Guayaquil.
- Ponente en el Seminario Científico Internacional de Medio Ambiente. 2017

### 6.- SEMINARIOS DICTADOS

- Expositor en el Seminario de Diseño de Tesis – Cotopaxi - 2005
- Expositor en Curso Teórico – Práctico de Educación para la Salud - Tungurahua - Huambalo febrero 2009.
- Expositor en el Tercer Foro Ambiental sobre la Influencia de Virus AH1N1 y su relación con el Medio Ambiente – U.T.C. – Latacunga junio 2009.
- Expositor en el Seminario de “Diseño de Tesis”. Colegio de Ingenieros Agrónomos de Cotopaxi. - UTC. Latacunga septiembre 2005.
- Facilitador en el Taller sobre el Nuevo Bachillerato Unificado Ecuatoriano, Universidad Nacional de Loja. Loja 2011.

## 7.- PROYECTOS REALIZADOS

- Bioanálisis, aislamiento e identificación de Micorrizas Arbusculares (MA) en el sistema radicular en Rosas de exportación en Blooming Rose Farm, Salcedo Cotopaxi.
- Diseño de un Proyecto Pedagógico Ambiental y su aplicación en la Escuela de Educación Básica Juan Abel Echeverría de la Parroquia San Buenaventura, Cantón Latacunga, Provincia de Cotopaxi.
- Tratamiento de Aguas residuales procedentes del camal municipal de Francisco de Orellana, provincia de Orellana mediante la utilización de Humedales Artificiales.
- Diseño de una planta de tratamiento de agua para consumo humano en el Centro de Experimentación y Producción Salache (CEYPSA) de la Universidad Técnica de Cotopaxi (UTC).
- Utilización de tres tipos de bioles a tres concentraciones en el cultivo de *Pisum sativum* en Planchaloma, Toacaso, Latacunga.
- Diseño de una Plan de Manejo de desechos de la Base Aérea FAE de la ciudad de Latacunga. 2012.
- Elaboración de biocombustibles a partir del Agave americana, con tres tipos de fermentos a dos temperaturas. 2013.
- Desarrollo de un biofiltro a partir de la cáscara de plátano en la empresa Waterfood en la provincia de Orellana. 2014
- Análisis de cultivo de patatas con lixiviados del relleno sanitario del cantón Salcedo. 2015
- Aislamiento de bacterias remediadoras en aguas residuales, cantón Pujili. 2015.
- Aislamiento de bacterias sulforremediadoras en tuberías petroleras. 2015
- Estudio biológico del Parque Nacional Llanganates, sector Provincia de Cotopaxi, 2016
- Estudio biótico en el Río Ambi, 2016
- Estudio Biótico del Relleno Sanitario en el Cantón Salcedo. Salcedo mayo 2008.
- Director y Asesor de Tesis de la U. A. CAREN. UTC, a nivel de Pregrado y Posgrado

## 8.- ARTÍCULOS

- UNIVERSIDAD Y SECTOR PRODUCTIVO - Revista ALMA MATER N° 3 – Universidad Técnica de Cotopaxi – Latacunga septiembre 1998.
- LA SINERGIA INSTITUCIONAL - Revista ALMA MATER N° 4 – Universidad Técnica de Cotopaxi – Latacunga junio 1999.
- Compilaciones Teóricas y Prácticas sobre: QUÍMICA GENERAL, QUÍMICA ORGÁNICA, BIOQUÍMICA, QUÍMICA ANALÍTICA, BIOLOGÍA Y MICROBIOLOGÍA, GENÉTICA, ÁREAS NATURALES DEL ECUADOR, BIOTECNOLOGÍA.



## ANEXO H

## AVAL DE TRADUCCIÓN



Universidad  
Técnica de  
Cotopaxi

## CENTRO DE IDIOMAS

*AVAL DE TRADUCCIÓN*

En calidad de Docente del Idioma Inglés del Centro de Idiomas de la Universidad Técnica de Cotopaxi; en forma legal **CERTIFICO** que: La traducción del resumen del proyecto de investigación al Idioma Inglés presentado por los señores Egresados de la Carrera de **INGENIERÍA EN MEDIO AMBIENTE** de la **FACULTAD CAREN, ALMACHE PINCHA LUIS ALBERTO y MALDONADO QUICALIQUIN RUBEN DAVID**, cuyo título versa **“IDENTIFICACIÓN DE DIATOMEAS EPILÍTICAS ASOCIADAS A LA CALIDAD DE AGUA DEL RÍO CUNUYACU, CANTÓN LATACUNGA, PROVINCIA DE COTOPAXI, PERIODO 2020 - 2021”**, 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 a los peticionarios hacer uso del presente certificado de la manera ética que estimen conveniente.

Latacunga, marzo del 2021

Atentamente,

**MSc. Diana Karina Taibe Vergara**  
**DOCENTE CENTRO DE IDIOMAS**  
**C.C. 1720080934**

1803027935 Firmado  
digitalmente por  
VICTOR 1803027935  
HUGO VICTOR ROMERO  
ROMERO GARCIA  
GARCIA Fecha: 2021.03.11  
09:36:27 -05'00'