



UNIVERSIDAD  
CATÓLICA  
DE CUENCA

**UNIVERSIDAD CATÓLICA DE CUENCA**

*Comunidad Educativa al Servicio del Pueblo*

**UNIDAD ACADÉMICA DE SALUD Y BIENESTAR**

**CARRERA DE BIOQUÍMICA Y FARMACIA**

**ANÁLISIS FÍSICOQUÍMICO Y MICROBIOLÓGICO:**

**ESTUDIO COMPARATIVO DE AGUAS DEL RÍO**

**GUALAQUIZA Y AGUA POTABLE.**

**PROYECTO DE TITULACIÓN PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL**

**TÍTULO DE BIOQUÍMICO FARMACÉUTICO**

**AUTORES: SAUL PATRICIO CHIMBORAZO SIGUENCIA**

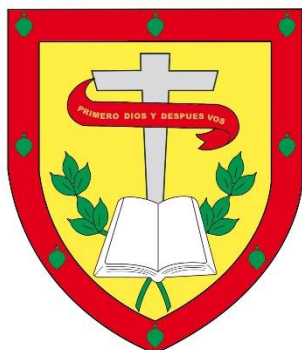
**ANGELICA CONCEPCIÓN LITUMA VIÑAN.**

**DIRECTOR: ING. EDUARDO MACIEL OCHOA CORONEL Mgt.**

**CUENCA - ECUADOR**

**2024**

**DIOS, PATRIA, CULTURA Y DESARROLLO**



**UNIVERSIDAD CATÓLICA DE CUENCA**

*Comunidad Educativa al Servicio del Pueblo*

**UNIDAD ACADÉMICA DE SALUD Y BIENESTAR**

**CARRERA DE BIOQUÍMICA Y FARMACIA**

**ANÁLISIS FÍSICOQUÍMICO Y MICROBIOLÓGICO: ESTUDIO  
COMPARATIVO DE AGUAS DEL RÍO GUALAQUIZA Y AGUA  
POTABLE.**

**PROYECTO DE TITULACIÓN PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL  
TÍTULO DE BIOQUÍMICO FARMACÉUTICO**

**AUTOR: SAUL PATRICIO CHIMBORAZO SIGUENCIA**

**ANGELICA CONCEPCÓN LITUMA VIÑAN.**

**DIRECTOR: ING. EDUARDO MACIEL OCHOA CORONEL Mgt.**

**CUENCA - ECUADOR**

**2024**

**DIOS, PATRIA, CULTURA Y DESARROLLO**



**Declaratoria de Autoría y Responsabilidad**

**Saul Patricio Chimborazo Siguenca** portador(a) de la cédula de ciudadanía N° **0350159539** y **Angelica Concepción Lituma Viñan** portador(a) de la cédula de ciudadanía N° **0105430060**.  
Declaramos ser los autores de la obra: **“ANÁLISIS FÍSICOQUÍMICO Y MICROBIOLÓGICO: ESTUDIO COMPARATIVO DE AGUAS DEL RÍO GUALAQUIZA Y AGUA POTABLE”**, sobre la cual nos hacemos responsable sobre las opiniones, versiones e ideas expresadas. Declaramos que la misma ha sido elaborada respetando los derechos de propiedad intelectual de terceros y eximimos a la Universidad Católica de Cuenca sobre cualquier reclamación que pudiera existir al respecto. Declaramos finalmente que la obra ha sido realizada cumpliendo con todos los requisitos legales, éticos y bioéticos de investigación, que la misma no incumple con la normativa nacional e internacional en el área específica de investigación, sobre la que también nos responsabilizamos y eximimos a la Universidad Católica de Cuenca de toda reclamación al respecto.

Cuenca, **09 de abril de 2024**

Saul Patricio Chimborazo  
Siguenca

C.I. **0350159539**

Angelica Concepción Lituma  
Viñan

C.I. **0105430060**

## Certificación del Tutor

**Eduardo Maciel Ochoa Coronel, Mgt.**  
**DOCENTE DE LA UNIDAD ACADÉMICA DE SALUD Y BIENESTAR.**  
**CARRERA BIOFARMACIA/BIOQUÍMICA Y FARMACIA**  
De mi consideración:

El presente trabajo de titulación denominado **“Análisis Físicoquímico y microbiológico: Estudio comparativo de aguas del Rio Gualaquiza y agua potable”**, realizado por **Chimborazo Siguenca Saúl Patricio**, ha sido revisado y orientado durante su ejecución, por lo que certifico que el presente documento, fue desarrollado siguiendo los parámetros del método científico, se sujeta a las normas éticas de investigación, por lo que está expedito para su sustentación.

Cuenca, 29 febrero 2024



.....  
Firmado electrónicamente por:  
EDUARDO MACIEL  
OCHOA CORONEL

**Ochoa Coronel Eduardo Maciel, Mgt.**

**C.I.: 0102667235**

## Certificación del Tutor

**Eduardo Maciel Ochoa Coronel, Mgt.**  
**DOCENTE DE LA UNIDAD ACADÉMICA DE SALUD Y BIENESTAR.**  
**CARRERA BIOFARMACIA/BIOQUÍMICA Y FARMACIA**  
De mi consideración:

El presente trabajo de titulación denominado **“Análisis Físicoquímico y microbiológico: Estudio comparativo de aguas del Rio Gualaquiza y agua potable”**, realizado por **Lituma Viñan Angélica Concepción**, ha sido revisado y orientado durante su ejecución, por lo que certifico que el presente documento, fue desarrollado siguiendo los parámetros del método científico, se sujeta a las normas éticas de investigación, por lo que está expedito para su sustentación.

Cuenca, 29 febrero 2024



Firmado electrónicamente por:  
**EDUARDO MACIEL**  
**OCHOA CORONEL**

.....  
**Ochoa Coronel Eduardo Maciel, Mgt.**

**C.I.: 0102667235**

**DEDICATORIA.**

A Dios por permitirme terminar la carrera. A mi familia, fuente inagotable de bondad. A mis queridos padres que estuvieron conmigo en este camino, con sus palabras de aliento, a todos mis hermanos que siempre me estuvieron apoyando y ser la inspiración para no decaer y seguir adelante para poder cumplir este sueño.

**Saul Chimborazo.**

El presente manuscrito está dedicado a mis padres ya que con su esfuerzo y sacrificio me han permitido estudiar la carrera universitaria que tanto queremos siendo esto una muestra más de amor y las ganas de darnos un futuro y a mis familiares y conocidos que estuvieron junto a mi apoyándome en todo este camino.

**Angelica Lituma.**

**AGRADECIMIENTOS:**

Queremos agradecer a la Universidad Católica de Cuenca por abrirnos las puertas y darnos la oportunidad de continuar nuestra carrera profesional, al igual que a nuestro director de tesis, el Ing. Eduardo Ochoa por las horas, paciencia y comprensión invertidas en nosotros, que nos llevó a la culminación de este trabajo y por su fe inquebrantable en nuestros conocimientos que nos llevó a la culminación de esta trayectoria.

# ANÁLISIS FÍSICOQUÍMICO Y MICROBIOLÓGICO: ESTUDIO COMPARATIVO DE AGUAS DEL RÍO GUALAQUIZA Y AGUA POTABLE

Saul Patricio Chimborazo Siguencia y Angelica Concepción Lituma Viñan

**Palabras clave:** *Análisis Físicoquímico, Análisis microbiológico, Calidad del agua.*

## Resumen

**Introducción:** El agua es un recurso natural esencial para la vida y su evaluación constante garantiza su calidad para el consumo humano. La contaminación por diferentes actividades humanas y la falta de tratamientos de aguas residuales en Latinoamérica agravan este problema en la calidad del agua.

**Objetivo:** Determinar los parámetros físicoquímicos y microbiológicos del agua en el río Gualaquiza de Morona-Santiago.

**Metodología:** Este estudio utiliza métodos cuantitativos y descriptivos para analizar la calidad del agua en el río. Se utilizó un diseño de investigación de campo con 12 puntos Gualaquiza de muestreo, aplicando la normativa INEN 1108 para los parámetros como pH, turbidez, coliformes fecales, sólidos disueltos y color. La recolección de datos se realizó in situ, y los resultados se analizaron con el software SPSS, presentando datos cuantitativos.

**Resultados:** Se realizó un análisis físicoquímico y microbiológico de 12 muestras tomadas del Río Gualaquiza los meses de agosto, septiembre, octubre y noviembre de 2023. El color del agua obtuvo un promedio de 3,92 PT-Co, indicando diferencias notables entre las muestras y la turbidez osciló entre 1 NTU y 18 NTU indicando la falta de transparencia en las muestras. Con respecto al análisis microbiológico, hubo la presencia de coliformes fecales en todas las muestras, con niveles más elevados en ciertos puntos.

**Conclusión:** Los datos recopilados en este estudio confirman que la calidad del agua del río Gualaquiza no es apta para el consumo humano, ya que estos resultados exceden los límites permisibles según la norma INEN 1108.

# PHYSICOCHEMICAL AND MICROBIOLOGICAL ANALYSIS: COMPARATIVE STUDY OF WATER FROM THE GUALAQUIZA RIVER AND DRINKING WATER

Saul Patricio Chimborazo Siguencia and Angelica Concepción Lituma Viñan

**Keywords:** *Physicochemical analysis, Microbiological analysis, Water quality.*

## Abstract

**Introduction:** Water is a vital natural resource essential for life, and its constant evaluation ensures its quality for human consumption. Water contamination from various human activities and the lack of wastewater treatment in Latin America aggravate this water quality problem.

**Objective:** To determine water's physicochemical and microbiological parameters of water in the Gualaquiza River of Morona-Santiago.

**Methodology:** This study uses quantitative and descriptive methods to analyze the river's water quality. A field research design was implemented with 12 Gualaquiza sampling points, applying the Ecuadorian Institute for Standardization (INEN, by its Spanish acronym) 1108 standards for parameters such as pH, turbidity, fecal coliforms, dissolved solids and color. Data collection was carried out in situ, and the results were analyzed with SPSS software, presenting quantitative data.

**Results:** A physicochemical and microbiological analysis was conducted on 12 samples collected from the Gualaquiza River in August, September, October, and November 2023. The water color-averaged 3.92 PT-Co, indicating notable differences among samples, and turbidity ranged from 1 NTU to 18 NTU, indicating a lack of transparency in the samples. Regarding the microbiological analysis, fecal coliforms were detected in all samples, with higher levels observed at specific points.

**Conclusion:** The data collected in this study corroborate that Gualaquiza River's water quality is unsuitable for human consumption, as the results exceed the permissible limits outlined in INEN 1108.

## **ABREVIATURA**

**ARCOM:** Agencia de Regulación y Control Minero.

**INEN:** Instituto Ecuatoriano de Normalización.

**NTE:** Norma Técnica Ecuatoriana.

**NTU:** Unidad de turbidez Nefelométrica.

**NMP:** Número más probable.

**OMS:** Organización Mundial de la Salud.

**PT-Co:** Platino-Cobalto.

**SDT:** Sólidos Disueltos Totales.

**upH:** Unidad de Producción Holónica.

**UFC:** Unidad formadora de Colonias.

**QWI:** Water Quality Index

Chimborazo y Lituma

## ÍNDICE

I.INTRODUCCIÓN.....	1
CAPÍTULO I.....	3
I.1.- PLANTEAMIENTO DE LA INVESTIGACIÓN.....	4
I.2.- JUSTIFICACIÓN. ....	7
I.3.- OBJETIVOS. ....	8
I.3.1.-Objetivo General. ....	8
I.3.2.-Objetivos Específicos. ....	9
I.4.- MARCO TEÓRICO.....	9
I.4.1.- Antecedentes. ....	9
I.4.2.- Marco referencial.....	13
CAPÍTULO II.....	16
II.1.- Diseño de investigación.....	17
II.2.-Muestra. ....	19
II.3.- Definición y clasificación de las variables.....	19
CAPÍTULO III.....	24
III.RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	25
IV.- CONCLUSIONES .....	47
RECOMENDACIONES .....	48
BIBLIOGRAFÍA.....	50
ANEXOS REQUERIDOS.....	55

## **I. INTRODUCCIÓN.**

El agua se considera un recurso natural que el ser humano utiliza para satisfacer sus necesidades como la alimentación y la salud al igual que está relacionada con las diferentes actividades económicas cotidianas. Su calidad influye en la salud de la sociedad, que requiere una evaluación continua y seguimientos mediante ensayos de índole fisicoquímicos y microbiológicos, y así saber si el agua es apta para el consumo humano (1).

Actualmente, se registra que las fuentes hídricas las contaminan diferentes agentes químicos derivados del uso de combustibles fósiles o derivados del petróleo (bifenilos, policlorados), nitratos, insecticidas, sedimentos, productos de desecho doméstico e industriales, la minería y la agricultura. Asimismo, los productos químicos nocivos pueden llegar al agua desde la salida de las tuberías en las industrias o fugas en éstas. Determinando que su contaminación traiga consecuencias considerables para la salud, la seguridad humana, tales como afectaciones en órganos vitales, en el sistema nervioso, al igual que afectan al bienestar y el valor de la naturaleza (2).

En América Latina se recolectan 52.000.000 m<sup>3</sup>/día de aguas residuales, se estima que solo 3.100.000 m<sup>3</sup>/día, es decir, el 6% son tratados adecuadamente antes de su vertido a cuerpos de aguas. En donde aproximadamente la mitad se recolecta cada día 40 millones de m<sup>3</sup>, los cuales terminan en las aguas dulces (ríos) y en el mar (3).

Adicionalmente a esto se identifica que en Latinoamérica y el Caribe, las infecciones relacionadas a las excretas diluidas en el agua son autóctonas y constituyen una causa importante de morbilidad y mortalidad debido a condiciones sanitarias deficientes. Teniendo como fin el garantizar la disponibilidad de agua y su gestión sostenible es uno de los Objetivos de Desarrollo Sostenible (4).

Actualmente existen múltiples métodos de tratamiento de aguas residuales disponibles, los cuales dependen según el nivel de desinfección deseado y las características que tenga el agua a tratar. Normalmente, las plantas de tratamiento de aguas residuales emplean técnicas químicas, físicas y bioquímicas para eliminar diversos contaminantes presentes en el agua (5).

# **CAPÍTULO I**

## **PLANTEAMIENTO TEÓRICO**

### **I.1.- PLANTEAMIENTO DE LA INVESTIGACIÓN.**

El agua es el elemento natural de la Tierra, un recurso natural renovable y es la fuerza impulsadora para el desarrollo de la vida vegetal, animal y humana. La contaminación del agua es importante porque afecta directamente la salud de las personas, los animales, las plantas y los ecosistemas, por lo que se necesitan políticas nacionales implementadas por los gobiernos sectoriales para garantizar la protección ambiental y la calidad de este medio a modo de Patrimonio Mundial (6).

A nivel global por el crecimiento de la población, los efectos y consecuencias del calentamiento global y las actividades desarrolladas a nivel industrial, entre otros, se evidencia la deficiencia en el acceso del agua segura. Asimismo, se tiene el no tratamiento adecuado en los sistemas de abastecimiento de agua que ha creado problemas de salud en la comunidad tales como las enfermedades parasitarias y de disentería, que a su vez conlleva consecuencias como desnutrición y anemia (6).

Adicionalmente, la calidad de agua de los ríos demuestra cómo están cuidados los recursos hídricos, en donde un análisis fisicoquímico y microbiológico hace posible identificar los diferentes contaminantes derivados del sistema de alcantarillado y la minería, en donde se reconoce que en Ecuador es necesario e indispensable poder

tomar precauciones de seguridad hídrica en las diferentes regiones, con el fin de garantizar el efectivo goce de los derechos de las personas (7).

Sin embargo, se reconoce que en la población en general no tiene acceso al agua potable, lo cual conlleva a que estas personas requieran utilizar el agua del río, la cual tiene la presencia de bacterias resistentes a los antibióticos; por ejemplo, en las zonas rurales la contaminación de los recursos hídricos por las aguas residuales va en aumento y diferentes actividades que conllevan una mala calidad en el agua de los ríos (8).

Es así como se puede evidenciar que, en las zonas o fuentes de captación de ríos, el agua es apta para todas las personas, sin embargo, a medida que se acerca a la población se identifica el contacto de esta con residuos sanitarios, de industria, entre otros. En este sentido la contaminación del agua se traduce como un problema de salud pública, por la presencia de microorganismos derivados de un mal tratamiento, por ejemplo, la diarrea aguda y la desnutrición (9).

En el contexto local se tiene que, en Morona Santiago varios ríos también sufren contaminación causado por metales pesados o por minería no controlada. En donde los habitantes han denunciado la destrucción del río Cuyes a causa de la minería metálica que se da en el cantón. Indicando que no existe control de las autoridades y su contaminación afecta a los habitantes que utilizan este río para diferentes actividades.

En consecuencia, Brito et al. (2022) indica que según el registro minero de la Autoridad de Regulación y Control Minero del Ecuador (ARCOM), se demuestra que aproximadamente el 30% del territorio de Gualaquiza (incluyendo áreas urbanas) tiene otorgadas concesiones mineras con diversas minas de oro, caliza y cobre (10). La microcuenca del río Cuchipamba alberga empresas mineras encargadas de extraer metales pesados y piedras utilizadas en la construcción, asimismo, la falta de tratamiento de las aguas residuales de las parroquias Nueva Tarqui y el Ideal amenazan con destruir zonas con flora y fauna (10).

Con base en lo anterior, la calidad del agua es importante indagar cuáles son los posibles contaminantes y su porcentaje. Esto se sitúa en el campo del entendimiento de la bioquímica, con un énfasis de los análisis fisicoquímico y microbiológico, con la finalidad de tener un análisis del agua del Río Gualaquiza y así, identificar las medidas para mejorar sus condiciones.

## **I.2.- JUSTIFICACIÓN.**

La presente investigación se justifica por su relevancia en abordar la contaminación del agua como un problema de la región de Morona Santiago, Ecuador. La novedad de este estudio radica en que su enfoque integral combina análisis fisicoquímicos y microbiológicos para identificar los componentes contaminantes y sus porcentajes en el agua del río Gualaquiza. Esta aproximación multifacética contribuye a entender la calidad del agua en la zona, ofreciendo una perspectiva más completa y detallada crucial para la implementación de medidas correctivas.

Desde un punto de vista teórico, este trabajo aporta al conocimiento existente en el área de bioquímica y la calidad del agua al analizar los elementos presentes en el agua de la región y sus posibles efectos en la naturaleza y en la salud pública.

La investigación se ajusta en las líneas investigativas del país al abordar una problemática ambiental prioritaria y alinearse con los objetivos de desarrollo sostenible. Además, se alinea con la misión de la universidad a contribuir al conocimiento científico y proponer soluciones prácticas a problemas locales (11). En cuanto a beneficios, contribuirá a informar a la población que tenga conocimiento de la calidad del agua y el riesgo al estar en contacto o usarse para diferentes actividades ya que el agua se encuentra con microorganismos según la investigación realizada.

A nivel educativo, la investigación brinda una oportunidad única para formar profesionales con conocimientos sólidos con relación a la evaluación de la calidad del agua, promoviendo habilidades técnicas y analíticas.

En última instancia, los beneficiarios con las recomendaciones de esta investigación será la comunidad local, la cual verá mejoras tangibles en la calidad del agua, reduciendo la aparición de enfermedades parasitarias por su consumo.

### **I.2.1.- PREGUNTA CIENTÍFICA.**

¿Cuáles son los parámetros fisicoquímicos y microbiológicos del agua en el Río Gualaquiza ubicado en la Provincia de Morona Santiago con respecto al agua potable?

### **I.3.- OBJETIVOS.**

#### **I.3.1.-Objetivo General.**

- Evaluar los parámetros fisicoquímicos y microbiológicos de aguas del Río Gualaquiza ubicado en la Provincia de Morona Santiago.

### **I.3.2.-Objetivos Específicos.**

- Analizar los parámetros fisicoquímicos del Río Gualaquiza.
- Determinar coliformes fecales y totales del Río Gualaquiza.
- Demostrar que el agua del río Gualaquiza no es apto para el consumo humano.

### **I.4.- MARCO TEÓRICO.**

#### **I.4.1.- Antecedentes.**

Brouset et al., realizaron un estudio titulado "Evaluación Fisicoquímica y Microbiológica del Agua destinada al Consumo Humano", con el objetivo de validar la calidad de cuatro fuentes de abastecimiento. La Organización Mundial de la Salud (OMS), se enfoca en el análisis de 23 metales pesados y los parámetros estudiados fueron, conductividad, pH dureza, sólidos disueltos, sulfatos, turbidez, cloruros y coliformes totales (1).

Los análisis utilizaron métodos estándar para el agua: APHA. Los resultados obtenidos se compararon con los valores establecidos por la OMS y el Ministerio de

Salud en las normas de calidad del agua para consumo humano. Entre los resultados destacados, los parámetros fisicoquímicos están dentro de los límites aceptables, con excepciones como el aluminio en agua superficie y el boro en aguas subterráneas que excedieron ligeramente los límites (1).

Además, se evidenció la presencia elevada de coliformes totales durante épocas de lluvia, alcanzando un valor máximo de 11.866,6 UFC/100ml ( $\pm 813.5$ ). El suministro de agua en Chullunquiani no cumplió con las regulaciones microbiológicas, lo que sugiere la necesidad de un programa de monitoreo para garantizar un seguimiento sistemático de las fuentes hídricas de distribución (1).

A nivel local se cuenta con la investigación realizada por Brito et al. titulada “evaluación de la contaminación por metales pesados del Río Cuchipamba, Morona Santiago” hubo como propósito determinar la contaminación por metales pesados en el río Cuchipamba, ubicado en la parroquia El Ideal, cantón Gualaquiza, a través del análisis fisicoquímico del agua. El método utilizado es cuali-cuantitativo, ya que a partir de los datos obtenidos se evaluó el estado anterior del agua. La metodología del estudio incluyó aspectos de campo y documentales, con la recopilación de datos en tres puntos específicos del tramo del río y la revisión bibliográfica pertinente y la identificación del área de estudio y la generación de un mapa del lugar con 4 sitios de muestreo se realizaron con el software ArcGIS (10).

Posteriormente, los resultados de los análisis fisicoquímicos se compararon con la normativa ambiental legal del Ecuador para límites permitidos. Además, se elaboraron mapas de las áreas contaminadas por cada metal fuera de los rangos permitidos con la ayuda del software ArcGIS (10).

Los resultados indicaron presencia de un pH para el punto de medición 1, de 7,29, en el punto de medición 2 de 7,30, el punto de medición 3 de 7,06 y el punto de medición 4 de 7,52; siendo así como el registro más alto se obtuvo en el mes de noviembre y el más bajo en enero, debido a la influencia de sistemas biológicos y de desarrollo de organismos acuáticos (10).

Por otro lado, Nugra et al. (12) realizaron un análisis microbiológico y fisicoquímico del agua de riego en San Joaquín-Cuenca, mediante un estudio cuantitativo no experimental con 30 muestras recolectadas en un mes en el Río Tomebamba. Como resultados estos autores obtuvieron que, de éstas 30 muestras analizadas, los sólidos disueltos totales (SDT) estuvieron con una media de 62,45mg/L, una cantidad de Escherichia Coli (heces fecales) de 282,97NMP/100ml, sin presencia de huevos parasitarios. Esto conlleva a la conclusión de que las medidas encontradas están acordes a lo requerido por las entidades ambientales y de regulación dentro de la ciudad de Cuenca.

Pauta et al. (13) evaluaron por medio del Water Quality Index (QWI), la calidad del agua de los ríos de la ciudad de Cuenca y 18 parámetros fisicoquímicos y microbiológicos, mediante campañas de monitoreo. Gracias a su análisis minucioso se logró determinar que la captación de agua de los ríos es adecuada para el uso humano, sin embargo, se identifica que mientras más cerca de la ciudad se encuentra más índices de contaminación se tiene, por ejemplo, con la presencia de un aumento de la salinidad del agua y bacterias coliformes. Lo mismo sucede en épocas de lluvia donde se da la presencia de turbidez, disminución del color y porcentaje de nutrientes como son el fósforo y el nitrógeno.

Carabalí et al. (14) realizó un estudio en Togllahuayco ubicada en la parroquia de Guangopolo, Ecuador, donde evaluaron la calidad del agua de riego, mediante la toma de muestras de agua, midiéndose la concentración de sodio, calcio, potasio, entre otros compuestos. Asimismo, se calculó el índice de relación de absorción de sodio, el cual presentó una concentración de 3,94meq/L y una conductividad eléctrica de 324 uS/cm. Gracias a estos análisis y adicionalmente, a la aplicación del método Richards se logró determinar que el agua de esta quebrada presenta peligrosidad baja en sales e intermedia en sodio.

### **I.4.2.- Marco referencial.**

Para la construcción del marco referencial se parte que, en lo referente a los lineamientos legales, se tiene que en el artículo 411 establece que el Estado deberá garantizar la conservación, recuperación y manejo integral de los recursos hídricos, cuencas hidrográficas y caudales ecológicos asociados al ciclo hidrológico y en el artículo 12 de la Constitución ecuatoriana, establece que el acceso del agua es un derecho humano (7).

El agua potable se usa para preparar y cocinar alimentos u otros fines domésticos, independiente de su procedencia y abastecimiento. Los parámetros fisicoquímicos y microbiológicos deben garantizar su inocuidad y ser establecidas por la Norma Técnica Ecuatoriana INEN 1108. En los parámetros a considerar, entre los que se deben tener en cuenta, la turbidez, el pH, el color, y los coliformes fecales.

El parámetro de la turbidez hace referencia la falta de transparencia por la presencia de partículas en suspensión. Cuantas más partículas en suspensión están presentes se verá más sucia el agua. Lo cual se observa una apariencia desagradable influyendo negativamente a los ecosistemas acuáticos, bajando los niveles de oxígeno y además ayudando al desarrollo de algunas bacterias y algas (15).

El pH o Potencial de hidrógeno, es el factor que determina si es ácida, neutra o básica el agua. El pH es una medida de la cantidad relativa de los iones de hidrógeno e iones de hidroxilo en el agua. Por lo tanto, cuando el agua contiene más iones de hidrógeno, es más ácida, mientras contenga más iones hidróxido indica un rango básico (15).

El color del agua se debe a las diferentes sustancias que existen disueltas. Las aguas contaminadas pueden contener diferentes productos químicos que se encuentran presentes, causando cambios significativos del color (15).

Los fosfatos son elementos importantes para las células en su estructura y función, ya que son componentes básicos de los ácidos nucleicos y del ATP. El ion fosfato se encuentra mucho en medio acuático por lo que ayuda al crecimiento desmedido de las plantas acuáticas, por lo que afectan a la cantidad de O<sub>2</sub> en el agua (16).

Los Sólidos Disueltos Totales (SDT) son los residuos que quedan después de la evaporación de una muestra de agua previamente filtrada. Estos SDT incluyen sales, minerales, metales y otros compuestos orgánicos e inorgánicos (16).

Los coliformes totales en agua son bacterias con características aeróbicas y anaeróbicas, gram negativas de forma alargadas no esporuladas que crecen en colonias de rojo brillante metálico en un medio de tipo Endo que consiste en un medio de cultivo

microbiológico de color rosa pálido para la detección de coliformes y otros microorganismos, el cual es positivo para lactosas, su incubación es de 24h a 35°C, son indicadores de la calidad de agua para el consumo humano (15).

Los coliformes fecales son también denominados termo tolerantes porque soporta altas temperaturas hasta los 45°C, son un grupo de microorganismos indicadores también de la calidad del agua, estas bacterias son de origen fecal (16).

## **CAPÍTULO II METODOLOGÍA**

## **II.1.- Diseño de investigación.**

### **Enfoque de investigación.**

El planteamiento cuantitativo se basa en la recopilación y análisis de datos numéricos para entender y describir fenómenos, identificar patrones y relaciones, para realizar conclusiones sobre una población más grande. En este contexto, se emplean métodos estadísticos y técnicas cuantitativas para medir y cuantificar variables (15).

Se realizaron mediciones cuantitativas de los siguientes parámetros: pH, turbidez, color, Sólidos Disueltos Totales (SDT). La cuantificación de estos datos permitirá obtener resultados precisos y establecer relaciones cuantitativas entre las variables estudiadas.

### **Diseño de Investigación.**

Es una investigación descriptiva que se centra en observar, registrar, analizar y presentar datos de manera sistemática, proporcionando una visión detallada del objeto de estudio (15).

El diseño descriptivo se aplicará para detallar y presentar sistemáticamente las características de la calidad del agua en el río Gualaquiza. Se observarán,

registrarán y analizarán los parámetros fisicoquímicos y microbiológicos relevantes. El análisis descriptivo proporcionará una visión detallada de la situación ambiental, sin intervenir en las variables ni buscar relaciones causales.

### **Tipo de Investigación.**

La investigación es un trabajo de campo, en el que se recogen datos directamente en el entorno donde ocurren los fenómenos. Se llevó a cabo en el lugar real de los acontecimientos, lo que permite obtener información relevante al fenómeno de estudio. Esta investigación es importante para estudiar situaciones específicas y contextos concretos, como comunidades, empresas o instituciones (15).

La investigación de campo se llevó a cabo directamente en el río ubicado en la provincia de Morona Santiago en el cantón Gualaquiza. La recolección de datos se realizó in situ, en el lugar real de los acontecimientos. Esta aproximación permitió obtener información sobre la calidad del agua donde se evidenció que el agua no es apta para el consumo humano, contribuyendo a una comprensión más completa de la problemática local.

## **II.2.-Muestra.**

Los puntos de toma de muestras fueron en el río, ubicada en la provincia de Morona Santiago en el cantón Gualaquiza. Se analizaron aspectos como el pH, turbidez, coliformes fecales, solidos disueltos totales y color, siguiendo la Normativa INEN 1108.

Para la cuantificación de los parámetros del agua potable, se siguió la Normativa INEN 1108:2014. Las muestras de agua se obtuvieron directamente, en condiciones de asepsia.

## **II.3.- Definición y clasificación de las variables.**

La definición y clasificación se muestra en la siguiente tabla 1.

**Tabla 1.**
*Definición y clasificación de variables*

<b>Variable</b>	<b>Definición conceptual</b>	<b>Clasificación</b>	<b>Indicador</b>	<b>Escala</b>
pH	Una medida de la acidez o naturaleza básica de una solución.	Cuantitativo nominal	Indicador de acidez o alcalinidad del agua.	6,5-8 upH
Turbidez	Una medida del grado en el cual el agua pierde su transparencia debido a la presencia de partículas en suspensión.	Cuantitativo nominal	Indicador de claridad u opacidad del agua	Máximo 5 NTU
Sólidos disueltos totales	Partículas suspendidas en corrientes de agua superficiales o residuales.	Cuantitativo nominal	Indicador de la cantidad de partículas suspendidas en la superficie y/o	1000 mg/L

Color	Característica del agua que puede darse por la presencia de diferentes tipos de sustancias presentes en ella.	Cuantitativo nominal	flujo de agua residual.  Indicador de la calidad de agua	Máx 15 Pt-Co
-------	---	----------------------	--	--------------

#### **II.4.- Procedimientos, técnicas e instrumentos para la obtención de datos.**

Se aplicaron los criterios para la recolección de muestras en los puntos de control, donde se analizaron las muestras en los laboratorios de la Universidad Católica de Cuenca para determinar los parámetros fisicoquímicos y microbiológicos, y los que no se pudieron analizar porque los equipos estaban en mantenimiento se enviaron a un laboratorio certificado de agua.

### **Preparación de las muestras.**

Para la preparación de la muestra se utilizaron los siguientes procedimientos a saber:

- **Coliformes fecales:** Se realizó la técnica por diluciones en tubo múltiple (Número más probable o NMP).
- **pH:** Se midió en el pH-metro.
- **Color:** Se usó el método gravimétrico.
- **Turbidez:** Se midió cuantificando la concentración de partículas en el Turbidímetro.
- **Fosfatos:** Se realizó una preparación previa y ajuste del espectrofotómetro.
- **Sólidos disueltos totales:** Se obtuvieron evaporando una muestra filtrada reportada en mg/L.

#### **II.4.1.- Procedimientos estadísticos y análisis de datos.**

Para el análisis de los datos se tuvo en cuenta los parámetros fisicoquímicos determinando cada una de las variables descritas anteriormente. Siendo así, que se tuvo en cuenta el manejo y conservación de las muestras con base en lo establecido en la Normativa INEN 1108: agua, calidad del agua, muestreo, manejo y conservación de las muestras (Instituto de Normalización del Ecuador, 2013).

Posteriormente, se revisaron los datos obtenidos y se sistematizaron en una matriz de Excel, diferenciándoles por los puntos de monitoreo que se tuvieron durante la obtención de las muestras. Finalmente, con los datos obtenidos y sus resultados se planteó un mapa de contaminación por medio de la aplicación Google maps.

Asimismo, se utilizó el software SPSS para los gráficos y los análisis estadísticos como las variaciones en los diferentes estudios fisicoquímicos y microbiológicos.

## **CAPÍTULO III**

### **RESULTADOS Y DISCUSIÓN**

### **III. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.**

Se recolectaron un total de 12 muestras en diferentes puntos de control del río Gualaquiza en agosto, septiembre, octubre y noviembre del 2023. En los análisis fisicoquímicos se tuvieron en cuenta parámetros como el color, los fosfatos, el pH, los sólidos disueltos y la turbidez. Los datos se ingresaron en una matriz de Excel y luego se ingresaron en el programa SPSS para análisis estadísticos como los rangos, mínimo, máximo, media, desviación estándar y la varianza. Esto con la finalidad de tener un análisis en cuanto a sus cambios a nivel de las muestras.

Se inició con un resumen de los datos obtenidos de los parámetros fisicoquímicos (ver tabla 1), luego, se mostrará una tabla por cada parámetro y su gráfico correspondiente.

**Tabla 1.**

*Resultados obtenidos agrupados en parámetros*

<b>Muestra</b>	<b>Color (PT-Co)</b>	<b>Fosfatos (mg/L)</b>	<b>pH (upH)</b>	<b>Sólidos disueltos(mg/L)</b>	<b>Turbidez (NTU)</b>
1	3	0,1	0,1	74,571	5
2	5	0,24	0,24	87,301	18
3	5	0,14	0,14	140,03	7
4	5	0,13	0,13	102,577	9
5	5	0,17	7	62,31	10
6	4	0,1	6,95	73,566	6
7	5	0,17	6,84	70,551	13
8	3	0,17	7,1	71,623	4
9	3	0,25	7,39	77,452	4
10	3	0,31	7,32	152,76	3
11	3	0,12	7,21	88,842	1
12	3	0,15	7,17	88,708	1

*Nota.* Elaboración propia con datos obtenidos en los análisis fisicoquímicos en el laboratorio.

Para iniciar este análisis, se tiene que en cuanto al color del agua se obtuvieron los siguientes resultados, en cuanto los estadísticos descriptivos como lo muestra (ver tabla 2).

**Tabla 2.**

*Estadísticos descriptivos color*

<b>Parámetro del color (PT-Co)</b>	
<b>N</b>	12
<b>Rango</b>	2
<b>Mínimo</b>	3
<b>Máximo</b>	5
<b>Media</b>	3,92
<b>Desviación estándar</b>	0,996
<b>Varianza</b>	0,992

*Nota.* Elaboración propia con datos obtenidos en los análisis fisicoquímicos en el laboratorio.

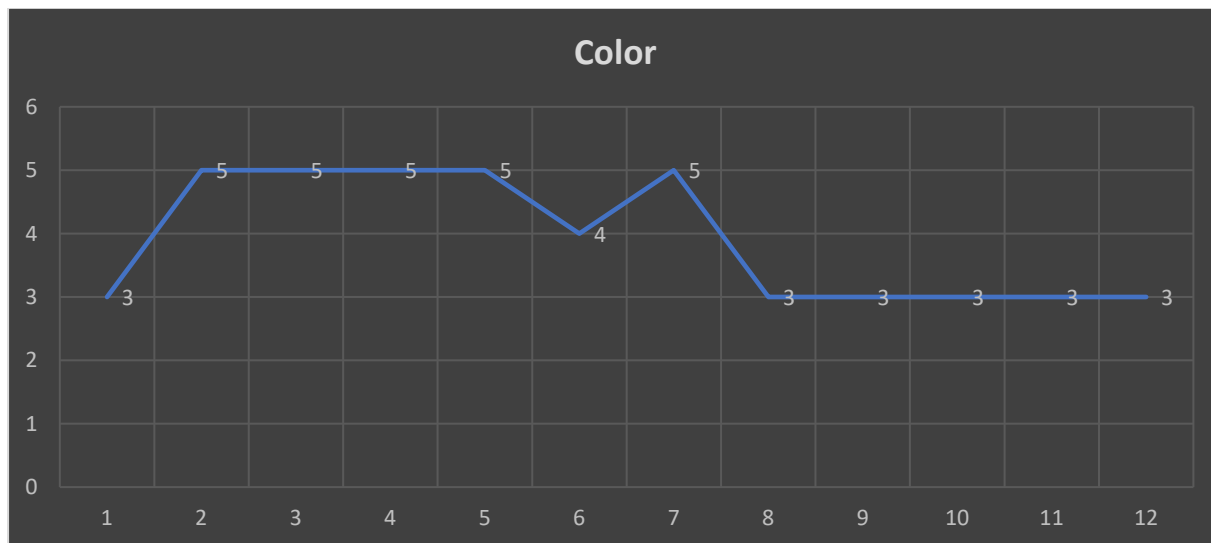
El rango de valores del color, que va desde 3 hasta 5, sugiere cierta variabilidad en la intensidad del color presente en las muestras analizadas. La media de 3.92 indica que, en promedio, las muestras tienden a tener un color cercano al valor medio, mientras que el mínimo de 3 y el máximo de 5 señalan encuentran dentro del límite permisible según

la Norma Técnica INEN 1108, demostrando diferencias notables entre las muestras de agua del río Gualaquiza.

La desviación estándar de 0.996 y la varianza de 0.992 indican una dispersión moderada alrededor de la media, lo que sugiere que algunos valores se alejan más significativamente de la media que otros. Este aspecto puede ser crucial para comprender la consistencia en los niveles de color entre las diferentes muestras

**Gráfico 1.**

*Color del agua*



*Nota.* Eje X: muestra, Y: Color.

**Tabla 3.**

*Estadísticos descriptivos sólidos disueltos.*

<b>Parámetro de sólidos disueltos (mg/L)</b>	
<b>N</b>	12
<b>Rango</b>	90,45
<b>Mínimo</b>	62,31
<b>Máximo</b>	152,76
<b>Media</b>	90,85
<b>Desviación estándar</b>	28,20
<b>Varianza</b>	795,433

*Nota.* Elaboración propia con datos obtenidos en los análisis fisicoquímicos en el laboratorio.

El rango de valores para sólidos disueltos, que va desde 62.31 hasta 152.76, refleja una variabilidad significativa en la concentración de sustancias disueltas entre las muestras analizadas. El valor mínimo de 62.31 y el valor máximo de 152.76 registrados en la tabla 1, indican una diferencia significativa en la carga de sólidos disueltos totales (SDT), señalan que se encuentran dentro del límite permisible según la Norma Técnica INEN 1108:2006.

La media 90.85 sugiere que, en promedio, las muestras presentan una concentración moderada de sólidos disueltos. Sin embargo, la desviación estándar de

28.20 y la varianza de 795.433 señalan una dispersión considerable alrededor de la media, lo que indica que algunos valores son significativamente diferentes del promedio.

**Gráfico 2.**

*Sólidos disueltos totales (SDT)*



*Nota.* Eje X: muestra, Eje Y: Sólidos disueltos totales.

**Tabla 4.**
*Estadísticos descriptivos fosfatos.*

<b>Parámetro de los fosfatos (mg/L)</b>	
<b>N</b>	12
<b>Rango</b>	0,21
<b>Mínimo</b>	0,10
<b>Máximo</b>	0,31
<b>Media</b>	0,17
<b>Desviación estándar</b>	0,64
<b>Varianza</b>	0,004

*Nota.* Elaboración propia con datos obtenidos en los análisis fisicoquímicos en el laboratorio.

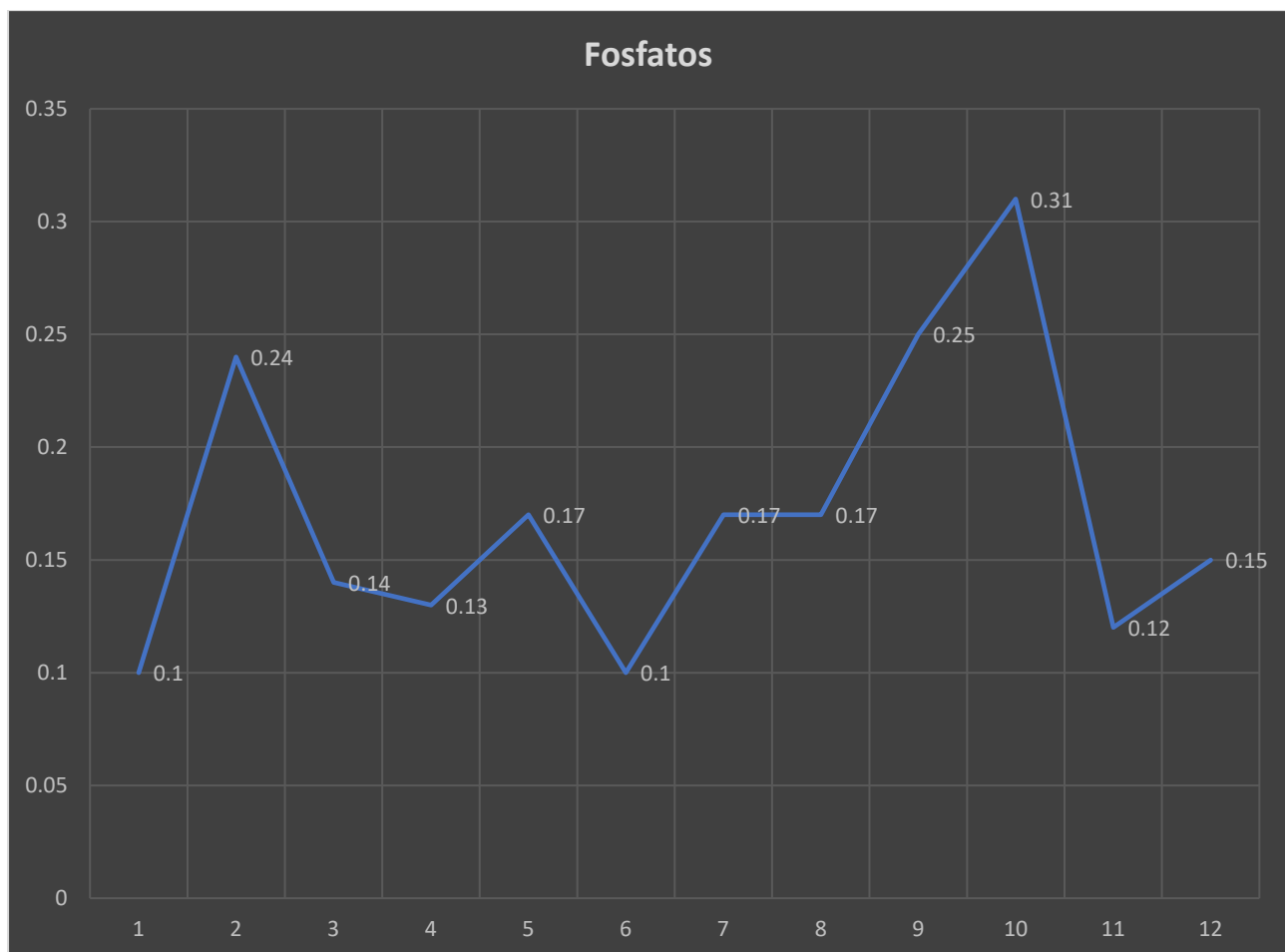
El rango de valores para fosfatos, que va desde 0.10 hasta 0.31, indica una variabilidad relativamente estrecha en la concentración de este compuesto entre las muestras analizadas. El valor mínimo 0.10 y el máximo de 0.31, registrados en la tabla 1, indican que la concentración de fosfatos en estas muestras no experimenta fluctuaciones significativas.

Un valor medio de 0.17 representa una concentración media de fosfatos moderada. Sin embargo, una desviación estándar de 0.64 y la varianza de 0.004 señalan

una dispersión considerable alrededor de la media. Este hallazgo sugiere que, a pesar de la media moderada, hay variaciones notables en las concentraciones de fosfatos entre las muestras analizadas.

**Gráfico 3.**

*Fosfatos*



*Nota.* Eje X: muestra, Eje Y: Fosfatos.

**Tabla 5.**

*Estadísticos descriptivos pH.*

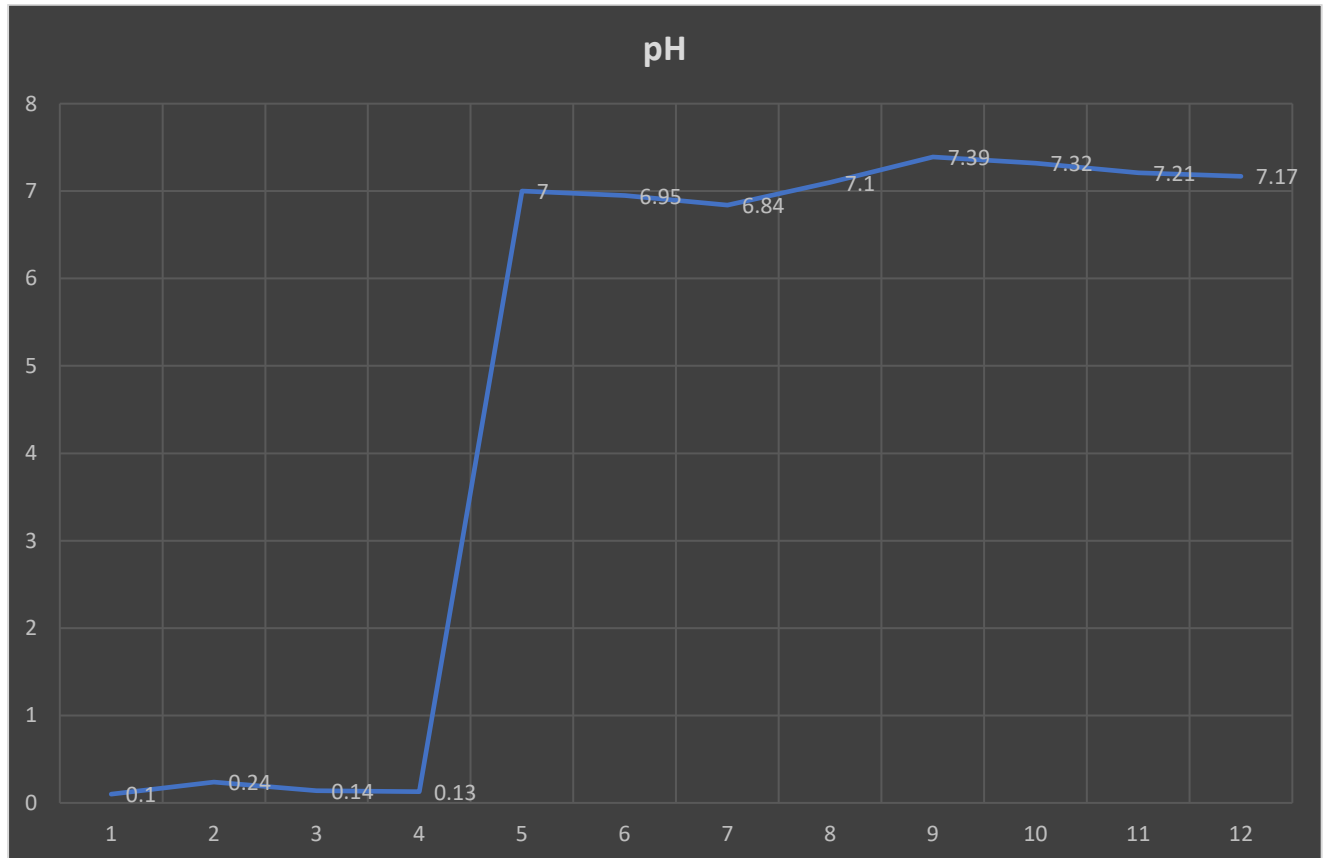
<b>Parámetro del pH (upH)</b>	
<b>N</b>	12
<b>Rango</b>	7,29
<b>Mínimo</b>	0,10
<b>Máximo</b>	7,39
<b>Media</b>	4,79
<b>Desviación estándar</b>	3,43
<b>Varianza</b>	11,801

*Nota.* Elaboración propia con datos obtenidos en los análisis fisicoquímicos del laboratorio.

El rango de valores para el pH, que va desde 0.10 hasta 7.39, destaca una amplia variabilidad en la acidez o alcalinidad de las muestras analizadas. La diferencia entre el valor mínimo y máximo se expresa en el rango de 7.29, lo que indica diferencias de pH significativas entre las muestras.

Gráfico 4.

pH.



Nota. Eje X: muestra, Eje Y: pH.

**Tabla 6.**

*Estadísticos descriptivos turbidez.*

<b>Parámetro de la turbidez (NTU)</b>	
<b>N</b>	12
<b>Rango</b>	17
<b>Mínimo</b>	1
<b>Máximo</b>	18
<b>Media</b>	6,75
<b>Desviación estándar</b>	5,048
<b>Varianza</b>	25,477

*Nota.* Elaboración propia con datos obtenidos en los análisis fisicoquímicos en el laboratorio.

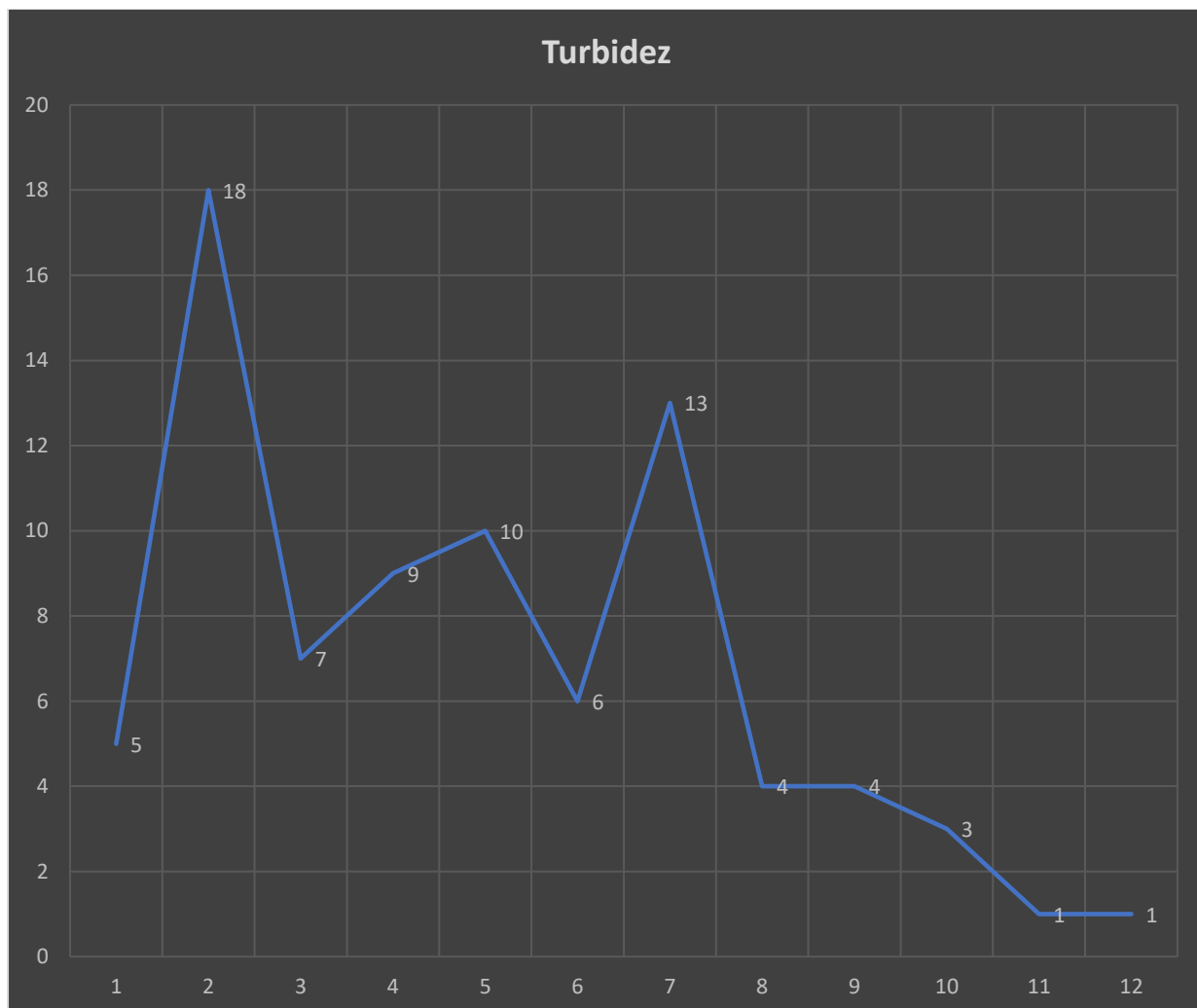
El rango de valores para la turbidez, que va desde 1 hasta 18, indica una variabilidad en la claridad visual de las muestras analizadas; en donde se evidencia una diferencia entre el valor mínimo y máximo, expresada por el rango de 17, destacando una diversidad considerable en los niveles de turbidez entre las muestras.

La media de turbidez de 6.75 sugiere un nivel moderado de claridad visual en promedio. Sin embargo, la desviación estándar de 5.048 y la varianza de 25.477 indican una dispersión considerable alrededor de la media. Este hallazgo revela una variabilidad

significativa en los niveles de turbidez, lo que podría tener implicaciones para la estética visual del agua y también para procesos biológicos y químicos en el ecosistema acuático.

**Gráfico 6.**

*Turbidez.*



*Nota.* Eje X: muestra, Eje Y: Turbidez.

Con base en los anteriores resultados y teniendo en cuenta que los parámetros que se encuentran dentro de la norma de calidad del agua potable INEN 1108 son el color y los sólidos disueltos totales (SDT); a comparación del pH, turbidez, fosfatos y coliformes fecales y totales se encuentra fuera de los límites establecidos según la norma INEN 1108, lo que permitió establecer que en estos puntos de muestreo el agua no es apta para el consumo humano.

En cuanto al análisis microbiológico se obtuvieron los siguientes resultados, en cada una de las muestras, teniendo en cuenta que la curva azul es los coliformes fecales y la línea roja son los coliformes totales. Estas muestras están expresadas en las unidades UFC/ml y NMP/ml cada una como lo indica las siguientes tablas:

**Tabla 7.**
*Coliformes Fecales.*

<b>Coliformes</b>		
<b>Fecales</b>		
<b>Muestra</b>	<b>Colonias</b>	<b>Resultados (UFC/mL)</b>
1	550	$2,5 \times 10^3$
2	343	$1,5 \times 10^3$
3	679	$3,5 \times 10^3$
4	459	$2,0 \times 10^3$
5	780	$3,5 \times 10^3$
6	345	$1,5 \times 10^3$
7	549	$2,5 \times 10^3$
8	450	$2,0 \times 10^3$
9	980	$4,5 \times 10^3$
10	550	$2,5 \times 10^3$
11	230	$1,0 \times 10^3$
12	880	$4,0 \times 10^3$

*Nota.* Elaboración propia con datos de los análisis microbiológicos.

**Tabla 8.**
*Coliformes Totales.*

<b>Coliformes</b>		
<b>Totales</b>		
<b>Muestra</b>	<b>Colonias</b>	<b>Resultados (NMP)</b>
1	65	$6,5 \times 10^{*3}$
2	65	$6,5 \times 10^{*3}$
3	75	$7,5 \times 10^{*3}$
4	80	$8 \times 10^{*3}$
5	85	$8,5 \times 10^{*3}$
6	65	$6,5 \times 10^{*3}$
7	85	$8,5 \times 10^{*3}$
8	95	$9,5 \times 10^{*3}$
9	95	$9,5 \times 10^{*3}$
10	5,5	$5,5 \times 10^{*3}$
11	80	$8 \times 10^{*3}$
12	50	$5 \times 10^{*3}$

*Nota.* Elaboración propia con datos de los análisis microbiológicos.

Las tablas proporcionan una visión integral de la calidad microbiana del agua del río Gualaquiza, utilizando dos indicadores claves: coliformes fecales y totales. Ambos análisis se centraron en la detección de bacterias y microorganismos que indican contaminación fecal y, por tanto, representan riesgo potencial para la salud pública.

La tabla de "Coliformes Fecales", se destaca la variabilidad en el crecimiento de las colonias y los coliformes totales entre las diferentes muestras. Las muestras indican niveles altos de coliformes fecales, sugiriendo posibles fuentes de contaminación fecal en esas ubicaciones específicas del río. La heterogeneidad en los resultados subraya la importancia de un muestreo exhaustivo en varios puntos para comprender la distribución espacial de la contaminación.

En cuanto a la tabla de "Coliformes totales", utilizando el método del Número más Probable (NMP). Las muestras 8, 9 y 10 exhiben los valores más altos, indicando una persistencia de la contaminación fecal. Estos resultados señalan la necesidad de medidas inmediatas para identificar y abordar las fuentes específicas de contaminación, así como para implementar estrategias de gestión del agua.

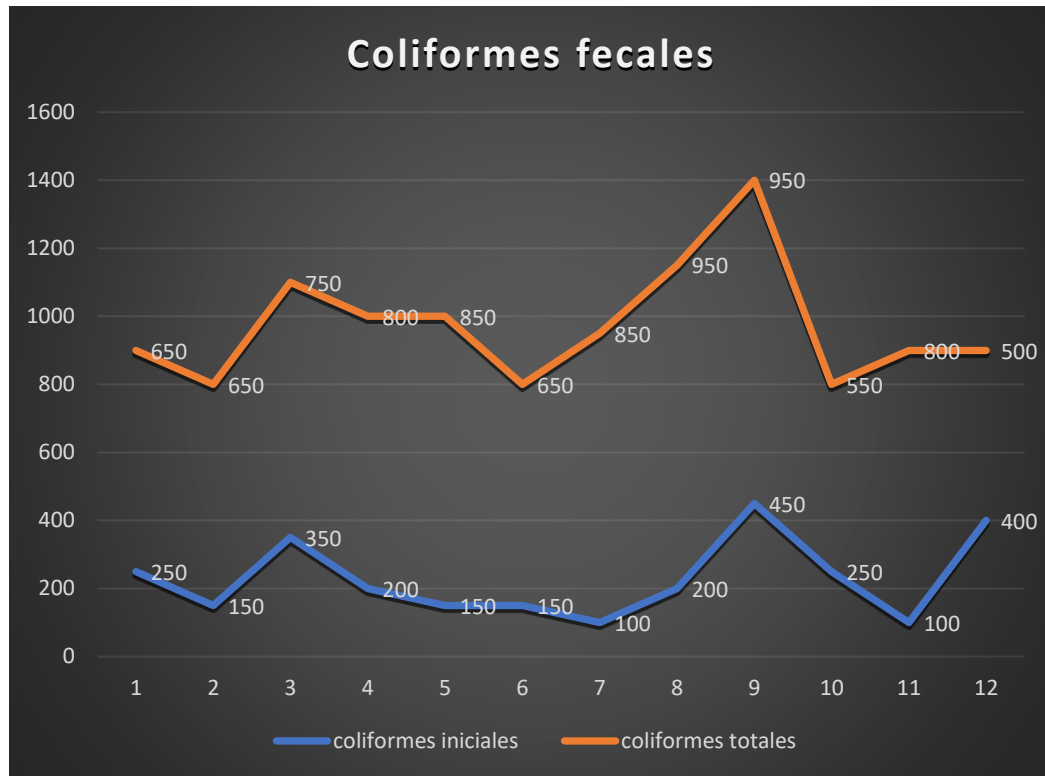
Es crucial destacar que la diferencia en las unidades y resultados entre las dos tablas no afecta la interpretación general de los datos; más bien, refleja la metodología analítica empleada. La consistencia de los coliformes fecales en ambas fases enfatiza la importancia del monitoreo continuo y sistemático del agua del río Gualaquiza.

Estos hallazgos subrayan la necesidad de acciones preventivas y correctivas para garantizar la seguridad del uso del agua para las diferentes actividades que se realizan en el río; en donde las autoridades ambientales y de salud deberían considerar implementar medidas de protección y restauración de cuencas, así como sistemas de tratamiento adecuados para garantizar la potabilidad del agua. Además, se resalta la importancia de informar a la comunidad sobre el uso del agua y la necesidad de realizar evaluaciones periódicas para proteger la salud pública y el medio ambiente.

Los valores para los coliformes fecales y totales según lo que establece la norma INEN 1108 deben estar por debajo de las  $< 2^*$  NMP/100ml respectivamente, por lo cual en nuestra investigación los resultados sobrepasan estos límites, por lo que se puede decir que estas aguas están contaminadas con heces fecales y son un peligro evidente para comunidades presentes a lo largo del río.

**Gráfico 7.**

*Coliformes totales y fecales*

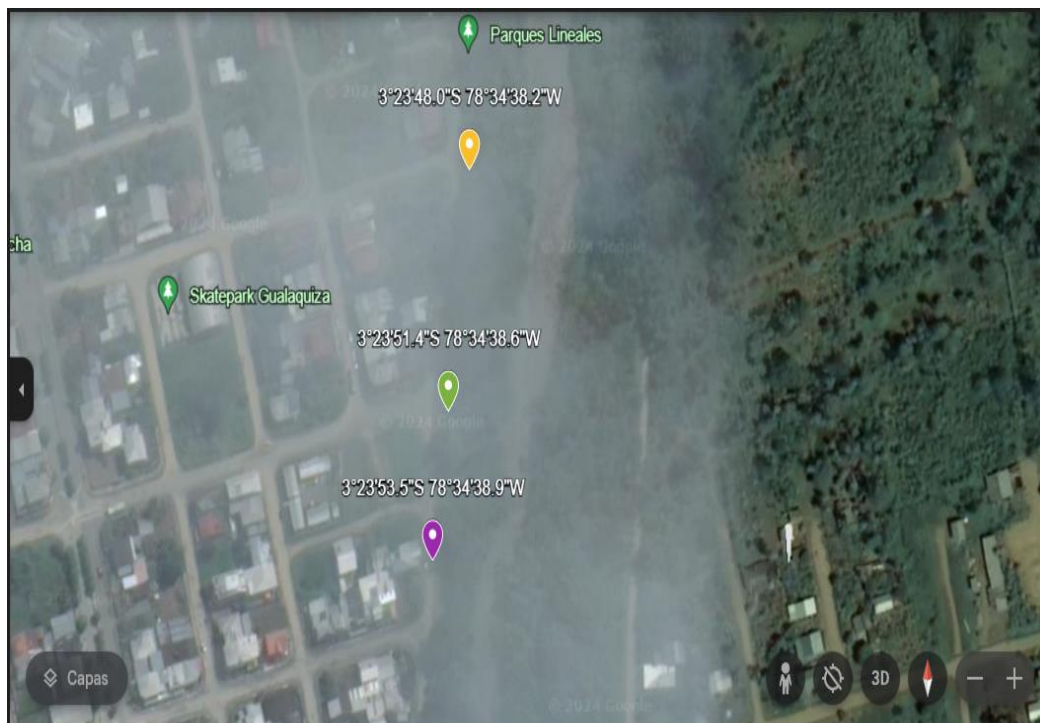


*Nota.* Eje X: número de muestras, Eje Y: valores de coliformes.

Finalmente, de acuerdo con los datos obtenidos se pudo establecer en un mapa de Google maps, los puntos en los cuales se recogieron las muestras.

## Gráfico 8.

*Mapa de contaminación.*



*Nota: Elabora en Google Earth*

El punto amarillo y verde en el mapa muestran las primeras 8 muestras recogidas en este estudio en donde de acuerdo con los valores obtenidos se registra un nivel de turbidez significativamente alto, indicando que esta agua no es apta para el consumo humano; lo que conlleva a indicar que su nivel de contaminación es elevado. Asimismo, el análisis microbiológico recuenta que el contenido de coliformes fecales es mayor en estas áreas. En cuanto a el punto morado hace referencia a las últimas 4 muestras recogidas, las cuales según los análisis tanto fisicoquímicos como microbiológicos

demonstraron una disminución de los índices de contaminación en esta zona del Río de Gualaquiza, lo que hace que esta agua no sea segura para efectuar las actividades diarias del ser humano.

En Ecuador el agua se considera potable cuando cumple los requisitos establecidos por la norma INEN 1108 la cual determina la calidad del agua, cuyas características fisicoquímicas y microbiológicas han sido tratadas con el fin de garantizar su aptitud para el consumo humano. Relacionando con los resultados de los análisis del agua del Río Gualaquiza, se evidencia que los parámetros fisicoquímicos como la turbidez, fosfatos y pH no cumplen la normativa.

En las características fisicoquímicas de este estudio se evidencio que los resultados están por encima de los límites permisibles del agua potable. De igual forma en la investigación sobre la potabilización del agua para el consumo humano en Gualaquiza “Estudio sobre la calidad del agua potable del cantón Gualaquiza” se determinó los límites permisibles para el agua potable como son el color es 0 Pt-Co, turbiedad es de 0,4 NTU, sólidos disueltos totales es de 848,5 mg/l y de pH es de 7,44 para que desde un punto de vista sanitario el agua debe de estar por debajo de estos límites (17).

En los análisis químicos uno de los compuestos estudiados fue los fosfatos que es un indicativo de contaminación de pesticidas, abonos y detergentes inorgánicos presentes en aguas residuales. Existen varios estudios científicos sobre el consumo de aguas fosfatadas que provocan el aumento de cáncer y enfermedades neurodegenerativas. Es importante recalcar que en nuestro estudio se reportó la presencia de fosfatos por lo cual el agua del río Gualaquiza no es apta para el consumo humano (17).

Según los resultados obtenidos en la investigación y los parámetros microbiológicos establecidos por las normas INEN 1108 del agua potable se puede ver que el agua del Río Gualaquiza está contaminada por lo que no es apta ni para el uso ni consumo humano porque en los resultados se observan un crecimiento excesivo de coliformes fecales y totales. Esto es un claro indicador que estas aguas están contaminadas por heces fecales que representan un riesgo para la salud humana.

## **CAPÍTULO IV**

### **CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

#### **IV.- CONCLUSIONES**

En los resultados obtenidos del análisis de la calidad del agua en el río Gualaquiza, llego a la conclusión de que el agua no es apta para el consumo humano. Los niveles bajos de pH indican una acidez excesiva, lo que podría tener efectos adversos en la salud humana. La turbidez del agua determina la presencia de sólidos suspendidos y partículas en el agua, lo que dificulta su potabilización y aumentar el riesgo de enfermedades transmitidas por el agua.

La presencia de fosfatos en niveles altos puede ser un indicativo de contaminación agrícola o industrial, lo que plantea preocupaciones sobre la calidad de agua y la seguridad alimentaria para las comunidades que depende del agua del río Gualaquiza.

En la determinación de coliformes fecales y totales se observó que estos resultados sobrepasaron los límites permisibles según la norma INEN 1108, lo cual determino que el agua del río se encuentra altamente contaminada por microorganismos que causan afecciones en la salud, indicando que el agua del río no es apta para consumir.

La combinación de estos factores señala claramente que el agua del río en Gualaquiza requiere medidas urgentes para abordar esta problemática y proteger la salud y el bienestar de las comunidades que dependen de estos recursos hídricos. Esto incluye

la implementación de sistemas de tratamiento del agua, la regulación de actividades industriales y agrícolas para prevenir la contaminación.

## **RECOMENDACIONES**

Se sugiere al Gad Cantonal de Gualaquiza establecer un programa de monitoreo continua y sistemático al que abarque varios puntos a lo largo del río. Esto permitirá resaltar cambios en la calidad del agua en el tiempo y el espacio, identificando patrones estacionales y áreas específicas con problemas. Además, la implementación de tecnologías de monitoreo en tiempo real podría proporcionar datos y respuestas inmediatos a cambios repentinos en la calidad del agua.

Dada la urgencia de la situación, se recomienda la implementación inmediata de acciones correctivas en las áreas identificadas con alta contaminación. Esto podría incluir la identificación de puntos de descarga contaminantes, restricciones en ciertas actividades humanas. Además, puede requerir medidas de tratamiento del agua para que sea segura para el consumo humano.

La creación de programas educativos dirigidos a las comunidades locales es fundamental. Estos programas deben destacar los riesgos asociados con el consumo de agua contaminada, así como promover prácticas de gestión sostenible del agua. Para lograr el éxito a largo plazo, la comunidad debe participar activamente y adoptar métodos

eficaces para reducir la contaminación del agua mediante la adopción de medidas correctivas.

Es fundamental realizar una amplia campaña de socialización dirigida a la población. Esta campaña debe enfatizar claramente que el agua del área no es segura para el consumo humano y que su ingesta representa un riesgo significativo para la salud. Se pueden emplear diversos medios de comunicación, como carteles, folletos, anuncios radiales y televisivos, así como redes sociales y reuniones comunitarias, para difundir este mensaje de manera efectiva.

## BIBLIOGRAFÍA

[1] Brousett, M., Chambi, A., Mollocondo, M., Aguilar, L., Lujano, E. Evaluación fisicoquímica y microbiológica de agua para el consumo humano. Fides et Ratio - Revista de Difusión cultural y científica de la Universidad La Salle en Bolivia, 2018; 15(15): 1-15. [http://www.scielo.org.bo/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S2071-081X2018000100005](http://www.scielo.org.bo/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2071-081X2018000100005)

[2] Grijalva, A., Jiménez, M., y Ponce, H. Contaminación del agua y aire por agentes químico. Recimundo, 2020; 4(4): 1-12. <https://www.recimundo.com/index.php/es/article/view/883>

[3] Cedeño, D. Impacto ambiental de las lagunas de tratamiento de aguas residuales. Sector Colinas San José, Ciudad de Rocafuerte. Polo del conocimiento, 2019; 5(1):257-280.

[4] UNESCO. Aguas de Latinoamérica y el Caribe: contribuciones en tiempos de COVID-19. UNESCO. 2020. <https://es.unesco.org/news/aguas-latinoamerica-y-caribe-contribuciones-tiempos-covid-19>

[5] Aguilar Sequeiros O, Navarro Alfaro B. Evaluación de la calidad de agua para consumo humano de la comunidad de Llañucancho del distrito de Abancay, provincia de Abancay 2017. Universidad Tecnológica de los Andes, 2018.  
<https://repositorio.utea.edu.pe/handle/utea/130>

[6] Baquerizo M, Acuña M, Solis-Castro M. Contaminación de los ríos: caso río Guayas y sus afluentes. Manglar. 17 de julio de 2019;16(1):63-70.

[7] Tello LG, Sánchez AA. La contaminación ambiental en los acuíferos de Ecuador. Necesidad de su reversión desde las políticas públicas con enfoque bioético. Rev iberoam bioecon cambio clim, 2019;5(9):1053-102.

[8] H. Solis: «La contaminación y sobreexplotación del agua son dos grandes retos de América Latina» [Internet]. iAgua. iAgua; 2019.  
<https://www.iagua.es/noticias/senagua/h-solis-contaminacion-y-sobreexplotacion-agua-son-dos-grandes-retos-america-latina>

[9] Pauta-Calle G, Velazco M, Gutierrez D, Vázquez G, Rivera S, Morales O, Abril A. Evaluación de la calidad del agua de los ríos de la ciudad de Cuenca, Ecuador. MSKN, 2019;10(2):76-88.  
<https://publicaciones.ucuenca.edu.ec/ojs/index.php/maskana/article/view/2670>

[10] Brito, M., Méndez, P., Alvarado, R., Cazorla, X. Evaluación de la contaminación por metales pesados del río cu chopamba, Morona Santiago. Polo del conocimiento, 2022; 7(7):1987-2013.

[11] Universidad Católica de Cuenca. Misión de la universidad.  
<https://www.ucacue.edu.ec/la-universidad/mision-y-vision/>

[12] Nugra, W., Arias, L., Torres, Silvia., Baculima, J. Análisis fisicoquímico y microbiológico del agua de riego en San Joaquín-Cuenca. Alfa revista de investigación en ciencias agronómicas y veterinaria, 2023; 7(20).  
[http://www.scielo.org.bo/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S2664-09022023000200299](http://www.scielo.org.bo/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2664-09022023000200299)

[13] Pauta G, Velazco M, Gutiérrez D, Vázquez G, Rivera S, Morales O. Evaluación de la calidad del agua de los ríos de la ciudad de Cuenca, Ecuador. Universidad de Cuenca, 2019; 10(2), 76-88. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=7345331>

[14] Carabalí A, Gómez-García J, Solano M, Llumiquinga G, Burgos C, Carrera-Villacrés D. Evaluación de la calidad de agua para riego y aprovechamiento del recurso hídrico de la quebrada Toglhuayco. 2019. Disponible en:  
<https://revistadigital.uce.edu.ec/index.php/SIEMBRA/article/view/1641>

[15] NMX-AA-017-SCFI-2021. Análisis de Agua–Medición de Color Verdadero en Aguas Naturales, Residuales, Residuales Tratadas y Marinas – Mediante Coeficientes de Absorción Espectral - Método de prueba (Cancela a la NMXAA-017-1980), 2021. <https://biblioteca.semarnat.gob.mx/janium/Documentos/Ciga/agenda/DOFsr/nNMX-AA-017-SCFI-2021.pdf>

[16] UCM-Proyecto de Innovación Nuestromedio, 2023. <https://www.ucm.es/nuestromedio/indicadores>

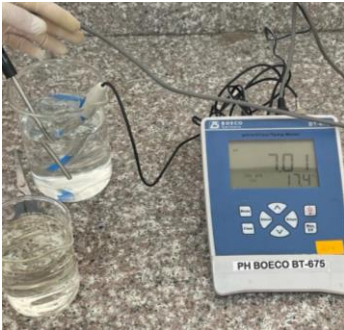
[17] Mejía Reinoso TJ. Estudio sobre la calidad del agua potable del cantón Gualaquiza [master's thesis on the Internet]. Cuenca; 2010 [cited 11 Mar. 2024]. Available from: <http://dspace.ucuenca.edu.ec/handle/123456789/2589>

## **ANEXOS**

## ANEXOS REQUERIDOS

### ANEXOS A

#### EQUIPOS EMPLEADOS PARA LOS ANÁLISIS FÍSICOQUIMICO



Equipo Ph-metro

Fuente: Laboratorio MSV



Equipo de DR/850 Colorimeter

Fuente: Laboratorio MSV



Procedimiento para fosfatos

Fuente: Laboratorio MSV

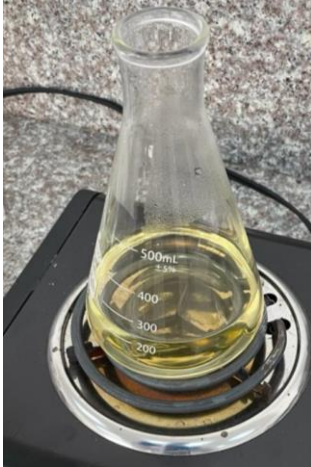


Procedimientos para sólidos totales

Fuente: Laboratorio MSV

## ANEXOS B

### EQUIPOS EMPLEADOS PARA EL ANÁLISIS MICROBIOLÓGICO.



Preparación del medio de cultivo

Fuente: Laboratorio de la Universidad



Equipo para conteo de colonias

Fuente: Laboratorio de la Universidad



Materiales para la práctica

Fuente: Laboratorio de la Universidad

**Autorización de publicación en el repositorio institucional**

**Saul Patricio Chimborazo Siguencia** portador(a) de la cédula de ciudadanía N° **0350159539** y **Angelica Concepción Lituma Viñan** portador(a) de la cédula de ciudadanía N° **0105430060**. En calidad de autores y titulares de los derechos patrimoniales del trabajo de titulación **“ANÁLISIS FISCOQUÍMICO Y MICROBIOLÓGICO: ESTUDIO COMPARATIVO DE AGUAS DEL RIO GUALAQUIZA Y AGUA POTABLE”** de conformidad a lo establecido en el artículo 114 Código Orgánico de la Economía Social de los Conocimientos, Creatividad e Innovación, reconozco a favor de la Universidad Católica de Cuenca una licencia gratuita, intransferible y no exclusiva para el uso no comercial de la obra, con fines estrictamente académicos y no comerciales. Autorizamos además a la Universidad Católica de Cuenca, para que realice la publicación de este trabajo de titulación en el Repositorio Institucional de conformidad a lo dispuesto en el artículo 144 de la Ley Orgánica de Educación Superior.

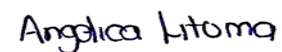
Cuenca, **09 de abril de 2024**



---

Saul Patricio Chimborazo  
Siguencia

C.I. **0350159539**



---

Angelica Concepción Lituma  
Viñan

C.I. **0105430060**