



**UNIVERSIDAD ESTATAL DE MILAGRO**  
**VICERRECTORADO DE INVESTIGACIÓN Y POSGRADO**  
**PROYECTO DE INVESTIGACIÓN Y DESARROLLO PREVIO LA OBTENCIÓN**  
**DEL TÍTULO EN:**  
**MAGÍSTER EN QUÍMICA APLICADA**

**TEMA:**  
**CALIDAD DE AGUAS SUPERFICIALES PARA EL RIEGO DE CULTIVOS**  
**AGRÍCOLAS EN LA CUENCA DEL RÍO SAN PABLO, PROVINCIA DE LOS**  
**RÍOS.**

**Autor :**  
**Sánchez Vásquez Viviana Lorena**

**Director :**  
**Yagual Muñoz Omar Daniel**

**Milagro, Octubre 2022**

## DERECHOS DE AUTOR

**Sr. Dr.**

**Fabricio Guevara Viejó**

Rector de la Universidad Estatal de Milagro

Presente.

Yo, **Sánchez Vásquez Viviana Lorena** en calidad de autor y titular de los derechos morales y patrimoniales de este informe de investigación, mediante el presente documento, libre y voluntariamente cedo los derechos de Autor de este proyecto de desarrollo, que fue realizada como requisito previo para la obtención de mi Grado, de **Magíster en Química Aplicada** como aporte a la Línea de Investigación **Desarrollo Productivo** de conformidad con el Art. 114 del Código Orgánico de la Economía Social de los Conocimientos, Creatividad e Innovación, concedo a favor de la Universidad Estatal de Milagro una licencia gratuita, intransferible y no exclusiva para el uso no comercial de la obra, con fines estrictamente académicos. Conservo a mi favor todos los derechos de autor sobre la obra, establecidos en la normativa citada.

Así mismo, autorizo a la Universidad Estatal de Milagro para que realice la digitalización y publicación de este Proyecto de Investigación en el repositorio virtual, de conformidad a lo dispuesto en el Art. 144 de la Ley Orgánica de Educación Superior.

El autor declara que la obra objeto de la presente autorización es original en su forma de expresión y no infringe el derecho de autor de terceros, asumiendo la responsabilidad por cualquier reclamación que pudiera presentarse por esta causa y liberando a la Universidad de toda responsabilidad.

Milagro, 09 noviembre del 2022



Firmado electrónicamente por:  
**VIVIANA LORENA  
SANCHEZ VASQUEZ**

Ing. Qca. Viviana Lorena Sánchez Vásquez

CI. 1204805608

## APROBACIÓN DEL DIRECTOR DEL TRABAJO DE TITULACIÓN

Yo, **Omar Daniel Yagual Muñoz** en mi calidad de director del trabajo de titulación, elaborado por **Sánchez Vásquez Viviana Lorena**, cuyo tema es “**Calidad de Aguas Superficiales para el Riego de Cultivos Agrícolas en las cuencas del Río San Pablo, Provincia de Los Ríos**”, que aporta a la Línea de Investigación **Desarrollo Productivo**, previo a la obtención del Grado **Magíster en Química Aplicada**. Trabajo de titulación que consiste en una propuesta innovadora que contiene, como mínimo, una investigación exploratoria y diagnóstica, base conceptual, conclusiones y fuentes de consulta, considero que el mismo reúne los requisitos y méritos necesarios para ser sometido a la evaluación por parte del tribunal calificador que se designe, por lo que lo **APRUEBO**, a fin de que el trabajo sea habilitado para continuar con el proceso de titulación de la alternativa de Informe de Investigación de la Universidad Estatal de Milagro.

Milagro, 09 de noviembre 2022



Firmado electrónicamente por:  
**OMAR DANIEL  
YAGUAL MUNOZ**

---

OMAR DANIEL YAGUAL MUÑOZ

C.I: 1713565560

## VICERRECTORADO DE INVESTIGACIÓN Y POSGRADO

### DIRECCIÓN DE POSGRADO

### CERTIFICACIÓN DE LA DEFENSA

El TRIBUNAL CALIFICADOR previo a la obtención del título de **MAGÍSTER EN QUÍMICA APLICADA**, presentado por **ING. SANCHEZ VASQUEZ VIVIANA LORENA**, otorga al presente proyecto de investigación denominado "CALIDAD DE AGUAS SUPERFICIALES PARA EL RIEGO DE CULTIVOS AGRÍCOLAS EN LA CUENCA DEL RÍO SAN PABLO, PROVINCIA DE LOS RÍOS", las siguientes calificaciones:

TRABAJO DE TITULACION	60.00
DEFENSA ORAL	40.00
<b>PROMEDIO</b>	<b>100.00</b>
<b>EQUIVALENTE</b>	<b>Excelente</b>



Firmado electrónicamente por:  
**FREDDY ANDRES  
ESPINOZA  
CARRASCO**

---

Mgs. ESPINOZA CARRASCO FREDDY ANDRES  
**PRESIDENTE/A DEL TRIBUNAL**



Firmado electrónicamente por:  
**DELIA DOLORES  
NORIEGA VERDUGO**

---

Mgtr. NORIEGA VERDUGO DELIA DOLORES  
**VOCAL**



Firmado electrónicamente por:  
**JUAN DIEGO  
VALENZUELA  
COBOS**

---

Ph.D. VALENZUELA COBOS JUAN DIEGO  
**SECRETARIO/A DEL TRIBUNAL**

## **DEDICATORIA**

A Dios, por darme la serenidad, y la guía para permitirme concluir con éxito el objetivo planteado, A esa mujer importante.

A mi abuelo, que desde el cielo sigue siendo ejemplo de honestidad y tenacidad, espero siempre llenarte de orgullo, con amor eterno dedicado a ti mi corazón bello.

A mi hermosa y valiente madre, que con su ejemplo me ha enseñado a luchar con perseverancia y entereza por cada sueño y cada meta que me he planteado en la vida, mis pilares, quienes han hecho de mí la mujer integra que con orgullo sé que soy.

## **AGRADECIMIENTO**

El desarrollo del presente trabajo estuvo lleno de altos y bajos, los cuales fueron superados con dedicación, empeño, trabajo duro, por eso y más agradezco a Dios por darme la capacidad que se necesitó para lograr el objetivo planteado al iniciar este proyecto y como recompensa obtener al final de este camino el mejor de los resultados.

Agradezco a mi madre, por estar siempre a mi lado, aun cuando en muchas ocasiones las adversidades que se me presentaron me hacían pensar en dar un paso a un lado, por sus sabias palabras que me motivaron a continuar, siempre lo he dicho y siempre lo mantendré, todo en la vida se lo debo a Dios y a mi madre.

A mi amado esposo por su apoyo incondicional, por la paciencia, apoyo incondicional y comprensión, a mis hermanos, a toda mi familia.

A mi tutor, master Omar Yagual por aceptar ser mi guía en el desarrollo de esta investigación, por la paciencia y su siempre oportuna ayuda, a mi amigo y compañero Oscar Caicedo por ser mi guía en este camino.

A cada persona que durante el desarrollo de este trabajo de investigación supieron aportar con un granito de arena, hoy en día es muy difícil contar con la ayuda de otras personas de forma desinteresada, gracias a quienes me extendieron la mano.

## ÍNDICE GENERAL

INDICE DE CUADROS .....	ix
INTRODUCCIÓN.....	1
CAPITULO I .....	5
EL PROBLEMA .....	5
<b>1.1    PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA .....</b>	<b>5</b>
<b>1.1.1    Problematización.....</b>	<b>5</b>
<b>1.1.2    Delimitación del problema.....</b>	<b>6</b>
<b>1.1.3    Formulación del problema .....</b>	<b>7</b>
<b>1.2    OBJETIVOS.....</b>	<b>7</b>
<b>1.2.1    Objetivo General .....</b>	<b>7</b>
<b>1.2.2    Objetivos Específicos.....</b>	<b>7</b>
<b>1.3    JUSTIFICACIÓN .....</b>	<b>7</b>
CAPÍTULO II.....	9
<b>2.1    MARCO TEÓRICO .....</b>	<b>9</b>
<b>2.1.1    GENERALIDADES - RÍO SAN PABLO .....</b>	<b>9</b>
<b>2.1.2    RECURSO AGUA Y SU IMPORTANCIA .....</b>	<b>10</b>
<b>2.1.3    CLASIFICACIÓN DE LOS CUERPOS DE AGUA.....</b>	<b>10</b>
<b>2.1.4    CALIDAD DEL AGUA .....</b>	<b>11</b>
<b>2.1.5    MARCO LEGAL .....</b>	<b>13</b>
<b>2.1.6    ÍNDICES DE CALIDAD DE AGUA ICA .....</b>	<b>13</b>
<b>2.1.7    FACTORES QUE INFLUYEN SOBRE LA CALIDAD DEL AGUA .....</b>	<b>14</b>
CAPÍTULO III.....	19
MATERIALES Y MÉTODOS.....	19
<b>3.1    MÉTODO EMPLEADO EN LA INVESTIGACIÓN.....</b>	<b>19</b>
<b>3.2    AREA DE ESTUDIO .....</b>	<b>19</b>
<b>3.3    CRITERIOS DE INVESTIGACIÓN .....</b>	<b>20</b>
<b>3.4    TRABAJO DE CAMPO – TOMA DE MUESTRAS.....</b>	<b>20</b>
<b>3.5    ANÁLISIS DE MUESTRAS .....</b>	<b>21</b>
<b>3.6    DETERMINACIÓN DE PARÁMETROS.....</b>	<b>21</b>
<b>3.6.1    DETERMINACIÓN DE PARÁMETROS FÍSICOQUÍMICOS:.....</b>	<b>21</b>
<b>3.6.2    DETERMINACIÓN DE PARÁMETROS ORGÁNICOS:.....</b>	<b>23</b>

3.6.3	DETERMINACIÓN DE PARÁMETROS INORGÁNICOS NO METÁLICOS:	
		23
3.6.4	DETERMINACIÓN DE PARÁMETROS MICROBIOLÓGICOS: .....	24
3.7	CRITERIOS PARA DETERMINACIÓN DE LA CALIDAD DE AGUA – NORMATIVA AMBIENTAL.....	24
3.8	CRITERIOS PARA DETERMINACIÓN DE LA CALIDAD DE AGUA ICA-NSF.	
		25
3.9	TIPO DE INVESTIGACIÓN.....	32
CAPÍTULO IV.....		33
RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....		33
4.1	ANÁLISIS DE RESULTADOS .....	33
4.2	RESULTADOS DE ANÁLISIS FÍSICOQUÍMICOS.....	33
4.2.1	Resultados para Ph.....	34
4.2.2	Resultados para demanda Nitritos .....	36
4.2.3	Resultados para sulfatos .....	38
4.2.4	Resultados para Coliformes fecales .....	40
4.2.5	Resultados de Índice de calidad de agua ICA.....	42
CAPITULO V.....		47
5.1	CONCLUSIONES.....	47
5.2	RECOMENDACIONES.....	49
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....		51
ANEXOS .....		54

## INDICE DE CUADROS

<b>Cuadro 1</b>	
Código y coordenadas de los puntos de muestreo de agua.	20
<b>Cuadro 2</b>	
Parámetros a analizar.	31
<b>Cuadro 3</b>	
Clasificación ICA propuesto por Brown.	32
<b>Cuadro 4</b>	
Tabla de resultados de análisis de muestras.	33, 34
<b>Cuadro 5</b>	
Resultados de análisis para pH - U de pH.	34
<b>Cuadro 6</b>	
Resultados de análisis para demanda bioquímica de nitritos mg/l.	36
<b>Cuadro 7</b>	
Resultados de análisis para sulfatos mg/l.	38
<b>Cuadro 8</b>	
Resultados de análisis para Coliformes fecales NMP/100 ml.	40
<b>Cuadro 9</b>	
ICA muestra tomada en el punto 1: Agua del río cerca de la hacienda. Amelia, antes de unirse con el río cristal.	43
<b>Cuadro 10</b>	
ICA muestra tomada en el punto 2: Río Santa Rosa – cerca de la hacienda “El Beldaco”.	43
<b>Cuadro 11</b>	
ICA muestra tomada en el punto 3: Río San Pablo a la altura de la Universidad Técnica de Babahoyo.	44
<b>Cuadro 12</b>	
ICA muestra tomada en el punto 4: Río San Pablo – sector 4 de mayo.	44
<b>Cuadro 13</b>	
ICA para los valores promedios de todas las muestras.	45
<b>Cuadro 14</b>	
Resultados del índice de calidad de agua NSF en cada punto de monitoreo.	46

## ÍNDICE DE FIGURAS

<b>Figura 1</b>	
Criterios de calidad admisibles para las aguas destinadas a uso agrícola.	25
<b>Figura 2</b>	
Función de calidad NSF Demanda Bioquímica de Oxígeno.	26
<b>Figura 3</b>	
Función de calidad NSF Porcentaje de saturación de Oxígeno Disuelto.	27
<b>Figura 4</b>	
Función de calidad NSF Coliformes Fecales.	27
<b>Figura 5</b>	
Función de calidad NSF Nitratos.	28
<b>Figura 6</b>	
Función de calidad NSF Potencial de Hidrógeno.	28
<b>Figura 7</b>	
Función de calidad NSF Temperatura.	29
<b>Figura 8</b>	
Función de calidad NSF Sólidos Totales Disueltos.	29
<b>Figura 9</b>	
Función de calidad NSF Fosfatos.	30
<b>Figura 10</b>	
Función de calidad NSF Turbidez.	30
<b>Figura 11</b>	
Resultados de pH frente a la normativa nacional.	35
<b>Figura 12</b>	
Gráfica coeficiente de determinación para pH.	35
<b>Figura 13</b>	
Resultados de nitritos frente a la normativa nacional.	37
<b>Figura 14</b>	
Gráfica coeficiente de determinación para nitritos.	38
<b>Figura 15</b>	

Resultados de sulfatos frente a la normativa nacional.	39
<b>Figura 16</b> Gráfica coeficiente de determinación para sulfatos.	40
<b>Figura 17</b> Resultados de coliformes fecales frente a la normativa nacional.	41
<b>Figura 18</b> Gráfica coeficiente de determinación para coliformes fecales.	42

## RESUMEN

El grado de contaminación de los ríos puede deberse a la influencia de materiales extraños, como basura, desechos biológicos, desechos inorgánicos como residuo de hidrocarburos, entre otros, los cuales influyen sobre la aptitud de las fuentes naturales que muchas veces son empleadas para actividades como la agricultura, como es el caso del río San Pablo, de ahí la importancia de conocer la calidad de las aguas empleadas para riego agrícola. Por esto, se ha planteado como objetivo del presente trabajo de investigación el “Evaluar la calidad para el riego de cultivos agrícolas de las aguas superficiales de la cuenca del río San Pablo”. Se tomó como referencia el TULSMA Libro VI, Anexo 1; además del cálculo del ICA-NSF. Inicialmente se tomaron muestras en 4 puntos a lo largo del río San Pablo y el río Santa Rosa, donde se ha podido identificar actividades que pueden influir en la calidad del río, incidiendo en mayor o menor grado a su contaminación. Los resultados del análisis fisicoquímicos y microbiológicos de las muestras, nos indica que se cumple con la normativa ambiental. Con el cálculo del ICA-NSF se pudo categorizar como agua de calidad “Media”, este último resultado se debe a que no se consideró uno de nueve parámetros para esta metodología. El evaluar la calidad del agua, va a permitir tanto a productores y a habitantes de la zona, a manejar eficientemente este recurso y mejorar los rendimientos agrícolas y la conservación de la fuente de agua y de los suelos.

Palabras claves: Calidad, agua de riego, río, monitoreo, índice, contaminación.

## **ABSTRACT**

The degree of contamination of rivers be due to the influence of foreign materials, such as garbage, biological waste, inorganic waste such as hydrocarbon residue, among others, which influence the suitability of natural sources that are often used for activities such as agriculture, as is the case of the San Pablo River, hence the importance of knowing the quality of water for agricultural irrigation. For this reason, the objective of this research work has been to "Evaluate the quality for the irrigation of agricultural crops of the surface waters of the San Pablo river basin". TULSMA Book VI, Annex 1 was taken as reference; in addition to calculating the ICA-NSF. Initially, samples were taken at 4 points along the San Pablo River and the Santa Rosa River, where it has been possible to identify activities that can influence the quality of the river, affecting its contamination to a greater or lesser degree. The results of the physicochemical and microbiological analysis of the samples indicate that the environmental regulations are complied with. With the calculation of the ICA-NSF, it was possible to categorize it as "Medium" quality water, this last result is due to the fact that one of the nine parameters for this methodology was not considered. Evaluating the quality of the water will allow both producers and inhabitants of the area to efficiently manage this resource and improve agricultural yields and the conservation of the water source and the soil.

**Keywords:** Quality, irrigation water, river, monitoring, index, contamination.

## INTRODUCCIÓN

El agua es un elemento fundamental e insustituible, no solo para la vida también para muchas actividades, entre ellas la producción de alimentos y el normal funcionamiento de muchos sectores socioeconómicos (industria, turismo, producción energética, etc.).(Del Valle, 2017)

Las fuentes de agua superficial son eje de desarrollo de los seres humanos que permiten el abastecimiento para las diferentes actividades socioeconómicas llevadas a cabo en los asentamientos poblacionales; no obstante, de forma paradójica muchas de estas actividades causan alteración y deterioro de las mismas.(Torres et al., 2008)

Desde épocas remotas los ríos han constituido fuente de riqueza, al proporcionar el agua imprescindible para la subsistencia y posterior desarrollo de las poblaciones humanas, propiciando la fertilidad de los suelos para la obtención de alimentos y facilitando la comunicación entre los pueblos. Sin embargo, las aguas de los ríos experimentan un deterioro en su calidad debido principalmente a su uso como receptor de los vertimientos generados en los centros poblados, las zonas industriales, las actividades agropecuarias y escorrentías.(Quiroz et al., 2017)

La calidad de cuerpos de aguas como los ríos, se encuentran en deterioro debido a las actividades antrópicas como: efluentes generados en centros poblados, áreas industriales, actividades del sector primario y escorrentías.(Espinoza, 2020)

La autodepuración en general y particularmente de las corrientes superficiales es un proceso inherente a la naturaleza misma. En los ríos y otros cuerpos receptores ésta se manifiesta cuando, de forma espontánea, sin participación directa del hombre, se restituyen de manera natural las características que existían inicialmente y que se habían modificado debido a la intrusión de un agente contaminante.(Quiroz et al., 2017)

El territorio del Ecuador se divide en 31 Sistemas Hidrográficos, conformados por 79 cuencas. Estos sistemas corresponden a las dos vertientes hídricas, 24 drenan hacia el Océano Pacífico y representan 48,07% de la superficie del territorio nacional; y 7 drenan

hacia la Región Oriental, que representa el 51,41% del territorio.(Cisneros & Pacheco, 2010)

El impacto de los vertidos industriales no se limita a su efecto sobre los ecosistemas fluviales, también puede tener repercusiones directas sobre la salud humana si el vertido industrial está localizado aguas arriba de:

Una zona recreativa de baño o de zonas de pesca comercial, recreativa o de subsistencia.

Un punto donde los agricultores extraen agua para regar campos de cultivo donde cosecharán productos de consumo humano.

Un punto donde un municipio extrae agua para uso doméstico. – Un punto donde las personas sin suministro de agua regulado y mejorado extraen agua para beber

Es vital para el desarrollo económico de un Estado contar con agua garantizada para las actividades agrícolas, pero que su uso si es en grandes cantidades o si no cuenta con una adecuada depuración posterior puede provocar conflictos internos con otros sectores o con otros Estados, cuyos intereses pueden verse afectados. (Del Valle, 2017)

La contaminación del río se debe principalmente a la introducción de materiales extraños a su naturaleza como: Basuras, desechos biológicos, combustibles, aguas residuales, que han provocado la pérdida de recursos bióticos y abióticos, ocasionando un déficit ecológico y el desajuste en la cadena alimenticia que ocurre en este hábitat.(Rivera, 2017)

El objetivo del presente trabajo es evaluar la calidad del agua del río San Pablo mediante la aplicación de lo expuesto y regulado con el TULSMA además de considerar el índice de calidad de agua ICA, tomando como referencia para el muestreo varios puntos a lo largo del cauce del río San Pablo y el río Santa Rosa, se tomaron muestras en cuatro puntos (cerca de la hcta. Amelia, antes de unirse con el río cristal, río Santa Rosa – cerca de la hacienda “El Beldaco”, río San Pablo a la altura de la Universidad Técnica de Babahoyo, río San Pablo – sector 4 de mayo), donde se ha podido identificar actividades que pueden influir en la calidad del río ya que existen vertimientos que pueden incidir en mayor o menor grado a su contaminación.

# CAPITULO I

## EL PROBLEMA

### 1.1 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

#### 1.1.1 Problematicación

Garantizar la disponibilidad de agua representa un objetivo fundamental para todos los países a nivel mundial, ya que el agua es un recurso imprescindible para el desarrollo de la vida. (Quinteros Carabalí et al., 2019)

El Ecuador goza de una amplia red hidrográfica, originada principalmente en la cordillera de los Andes con desembocadura en el río Amazonas y Océano Pacífico. (Simbaña-Farinango et al., 2019)

Los volúmenes disponibles de agua dulce para uso agrícola y urbano-industrial a nivel mundial han disminuido considerablemente debido al uso excesivo de aguas superficiales y subterráneas destinadas al riego agrícola para la producción de alimentos de una población en constante crecimiento. (Quinteros Carabalí et al., 2019)

Evaluar la calidad del agua en agroecosistemas de la agricultura familiar -que difieren en su propuesta de producción- permite explorar los efectos de las formas de apropiación de los ecosistemas y por tanto las amenazas en torno a la biocapacidad y sustentabilidad de los sistemas, así como las posibilidades de propuestas generadas desde los modos locales de hacer agricultura (tradicional), y desde los modos que tienen en su base el uso de insumos del medio en base a principios ecológicos (orgánica), frente a la propuesta de agricultura convencional o moderna. (Guilcamaigua & Chancusig, 2019)

La calidad del agua para riego está condicionada por las sales (cantidad y tipo) y sedimentos que la constituyen. Es de suma importancia conocer sus características, ya que influye en las propiedades edáficas, aumentando su salinidad y, en consecuencia, afectando el rendimiento de los cultivos. En este sentido, la tolerancia a la sal es un rasgo agrónomicamente importante que está recibiendo cada vez más atención entre los diferentes grupos de investigación en el mundo. (Masseroni et al., 2018)

Es de importancia compensar las necesidades hídricas de los cultivos que se encuentran en la región de Babahoyo una importante fuente de suministro es el río San Pablo, a todo esto es importante indicar, no existen estudios previos que proporcione información de cuál es su calidad. Por tal motivo el objetivo de este trabajo es determinar la calidad de las aguas de este curso fluvial y así determinar su aptitud para el riego agrícola.

### **1.1.2 Delimitación del problema**

Línea de investigación: Desarrollo sostenible

Sublínea de investigación: Conservación ambiental y ahorro energético

Objeto de estudio: determinar la calidad de las aguas del río San Pablo y así determinar su aptitud para el riego agrícola.

Tiempo: 3 meses

Espacio: La subcuenca del río Babahoyo tiene una superficie de 19000 kilómetros cuadrados y constituye casi un cuarto de la superficie total de la Cuenca del Guayas; está localizada en el sector central de dicha cuenca hidrográfica y básicamente la integran dos ríos que se originan en la cordillera de Los Andes: el río Catarama que nace en el extremo nor-este de la subcuenca y el río San Pablo que nace en el sur-este, estos se unen para juntos iniciar el río Babahoyo. (CEDEGE & PNUD, 1983)

El territorio de la subcuenca ha sido extensamente intervenido. Apenas un 4.04% del territorio (28,200 hectáreas) está protegido como parte de la Reserva Ecológica Illinizas (con una extensión total de 26,100 hectáreas, de las cuales 23,700 están dentro de la cuenca) y tres bosques protectores (Matiaví-Salinas, Naranjapata y Cerro Guineales-Samama-Mumbes. (Ministerio del Ambiente, 2009)

Casi la mitad de la superficie total es apta para el riego, pero lo más destacable es que, en la amplia mayoría de ellos, puede hacerse sin restricciones. (CEDEGE & PNUD, 1983)

En la cuenca del río San Pablo, provincia de Los Ríos, se han desarrollado muy pocos estudios para determinar la calidad del agua del río, es de importancia determinar la aptitud del agua de río la cual es empleada para el riego de cultivos de la zona.

Con este estudio se busca definir la línea base para el estudio de la contaminación de las aguas del río San Pablo producto de los diversos focos contaminantes que hay en su cuenca, centrando la atención en la calidad de las aguas para el riego de cultivos agrícolas.

### **1.1.3 Formulación del problema**

¿Cómo influyen las actividades cercanas a sus riberas, en la calidad del agua del río San Pablo usada como agua de riego para cultivos agrícolas de Babahoyo provincia de Los Ríos?

¿Cuán apta es el agua del río San Pablo para su uso como agua de riego de cultivos agrícolas?

## **1.2 OBJETIVOS**

### **1.2.1 Objetivo General**

Evaluar la calidad para el riego de cultivos agrícolas de las aguas superficiales de la cuenca del río San Pablo

### **1.2.2 Objetivos Específicos**

- Determinar parámetros físicos, químicos y biológicos para la caracterización de las aguas para el riego de cultivos agrícolas.
- Analizar la aptitud de las aguas en función de sus propiedades físicas, químicas y biológicas, para ser empleadas en el riego de cultivos.

## **1.3 JUSTIFICACIÓN**

¿Por qué es importante la investigación a realizar?

Implicaciones que esta tiene en la degradación de los suelos en particular y del medio ambiente en general

¿Para qué se debe realizarse el estudio?

Definición de la línea base del estudio de la contaminación de las aguas del río Babahoyo - focos contaminantes.

¿Cuáles van a ser los beneficios que realiza la investigación?

Determinación parámetros físicos, químicos y biológicos.

Clasificación la aptitud para el riego de las aguas - Propiedades físicas, químicas y biológicas.

Definición de la idoneidad de las aguas del río San Pablo - Uso en cultivos agrícolas.

Aporte científico - Referencias o bases para futuras investigaciones.

## **CAPÍTULO II**

### **2.1 MARCO TEÓRICO**

#### **2.1.1 GENERALIDADES - RÍO SAN PABLO**

El agua, recurso imprescindible e insustituible, abundante en el planeta; es un elemento con propiedades particulares, no es ácida ni básica, sin embargo, puede mostrar una u otra característica al combinarse con distintas sustancias. Su extenso rango de temperatura (0 – 100° a 1 atm) permite que se desarrolle vida en ella (Espinoza, 2020).

El Ecuador es un país eminentemente agrícola, que ha basado gran parte de su economía en esta actividad (Venegas, 2016)..

El río Babahoyo sufre de una contaminación progresiva debido a diversos factores como extraños productos químicos, microorganismos, residuos de piladoras, aguas residuales y otros. Fundamentalmente el agua se contamina por culpa de la actividad humana ya que la población va creciendo cada año, las piladoras son otra fuente de contaminación importante ya que a diario deponen miles de desechos contaminantes (basura, tamo, plásticos, etc.). (Moreira & Ramos, 2021).

En su recorrido por el Cantón Babahoyo el Río San Pablo pasa por diversos recintos como La Fortuna, Veinticuatro de Mayo, La Huaquilla, hasta llegar a su destino final que es la Ciudad de Babahoyo, donde junto al Río Catarama forman al gran Río Babahoyo. (Rivera, 2017)

El poco control ambiental ha influido en la pérdida de recursos naturales fundamentales, pese a que en el país existe una institución pública encargada de proteger al medio ambiente, como es el MAE (Ministerio de Ambiente) estos no han podido impedir al aumento de la contaminación.

Vale recalcar que el país posee un sistema de tratamiento de aguas residuales muy reducido, lo que ocasiona que ciertos alcantarillados estén estructurados para botar sus desechos directamente a los afluentes, provocando que las aguas pierdan su capacidad para purificarse de forma natural, produciendo una disminución en su calidad. (Rivera, 2017)

La carencia de concientización ambiental en los habitantes cercanos a este valioso recurso natural, ha sido un factor determinante, en la destrucción de este ecosistema; por otra parte han permitido que fabricas como Piladoras, ladrilleras y aserraderos depositen sus desechos en las riberas del río, produciendo un daño colateral a las personas que utilizan las aguas del afluente para sus actividades diarias, viéndose expuestos a enfermedades ocasionadas por este tipo de agresión a la naturaleza. (Rivera, 2017)

### **2.1.2 RECURSO AGUA Y SU IMPORTANCIA**

En el ámbito gubernamental, el agua es declarada un derecho de las personas y elemento de soberanía de una nación, la calidad de vida y subsistencia de la población junto con el funcionamiento del sistema económico es estrechamente relacionado con este recurso. (Espinoza, 2020)

Desde el punto de vista socioeconómico, es el elemento base para muchas actividades, propicia la fertilidad de los suelos para la producción de alimentos, facilita la comunicación entre los pueblos, fomenta el desarrollo de diferentes industrias, el turismo, producción energética, etc. (Quiroz et al., 2017)

### **2.1.3 CLASIFICACIÓN DE LOS CUERPOS DE AGUA**

Los cuerpos de agua presentan una estrecha interconexión, desde la atmósfera hasta los océanos mediante el ciclo hidrológico. Múltiples autores clasifican los cuerpos de agua en tres grupos:

**Ríos:** Son cuerpos de agua denominados corrientes que se caracterizan por presentar flujo unidireccional con velocidades que oscilan entre 0,1 y 1 m/s. Este flujo es altamente variable y está relacionado con las condiciones climáticas. Por esta razón, los ríos se consideran permanentemente mezclados y comúnmente, la calidad de agua se asocia al sentido del flujo.

**Lagos:** Estos sistemas acuáticos presentan velocidades relativamente bajas que oscilan entre 0.01 y 0.001 m/s. Debido a esto, el agua permanece durante varios años en el sistema y la calidad del agua está determinada por el estado trófico y los períodos de estratificación. Según (Gualdrón, 2016)

Aguas subterráneas: En este sistema el régimen de flujo es relativamente estable con respecto a la velocidad y dirección. El flujo presenta velocidades entre  $10^{-10}$  y  $10^{-3}$  m/s, estando regido por la porosidad y la permeabilidad del estrato. (Gualdrón, 2016)

Se hace mención de los tres sistemas acuáticos. Sin embargo, el presente trabajo aborda exclusivamente la calidad de agua de río.

Desde épocas remotas los ríos han constituido fuente de riqueza, al proporcionar el agua imprescindible para la subsistencia y posterior desarrollo de las poblaciones humanas, propiciando la fertilidad de los suelos para la obtención de alimentos y facilitando la comunicación entre los pueblos. Sin embargo, las aguas de los ríos experimentan un deterioro en su calidad debido principalmente a su uso como receptor de los vertimientos generados en los centros poblados, las zonas industriales, las actividades agropecuarias y escorrentías. (Quiroz et al., 2017)

En la actualidad, gran parte de los cuerpos hídricos experimentan deterioro en la calidad de sus aguas, debido a las distintas actividades antropogénicas a las que están expuestos, principalmente a las descargas de aguas residuales industriales, domésticas, escorrentías y actividades agrícolas. (Espinoza, 2020)

#### **2.1.4 CALIDAD DEL AGUA**

Garantizar la disponibilidad de agua representa un objetivo fundamental para todos los países a nivel mundial, ya que el agua es un recurso imprescindible para el desarrollo de la vida (Quinteros Carabalí et al., 2019). En las zonas áridas y semiáridas, la vida y la economía giran en torno a la disponibilidad de agua en cantidad y una calidad que permita la sustentabilidad de un modelo agrícola determinado. (Masseroni et al., 2018).

A nivel mundial se realizan esfuerzos para generar nuevos conocimientos, reorientando la inversión en ciencia y tecnología, dentro del marco y promoción de la economía verde y del desarrollo sostenible. Evidentemente a nivel mundial la actividad productiva de mayor consumo hídrico es la agricultura, particularmente la que se realiza bajo riego, que alcanza un 82% del agua consumida en el país, frente al 12% del consumo doméstico y el 6% del consumo industrial, según (Márquez et al., 2017).

Al no tener una definición clara de lo que significa la calidad de agua, ésta se encuentra sujeta a múltiples interpretaciones. El Ministerio de Medio Ambiente de España (2000) menciona que se puede entender la calidad del recurso hídrico dependiendo de los puntos de vista; Funcional, capacidad específica que tiene el agua para responder a los usos que se obtendrían de ella; Ambiental, considera aquellas situaciones que deben darse para que ésta mantenga un ecosistema equilibrado. O el conjunto de características físicas, químicas y biológicas que la definen. Determinado que, la calidad del agua está sujeta a distintos criterios de aptitud según su uso, según (Cuvi & Ruiz, 2022)

La calidad del agua para riego está condicionada por las sales (cantidad y tipo) y sedimentos que la constituyen. Es de suma importancia conocer sus características, ya que influye en las propiedades edáficas, aumentando su salinidad y, en consecuencia, afectando el rendimiento de los cultivos. En este sentido, la tolerancia a la sal es un rasgo agrónomicamente importante que está recibiendo cada vez más atención entre los diferentes grupos de investigación en el mundo (Masseroni et al., 2018).

En Ecuador se observa que en las últimas décadas se intensificó el uso del agua para la agricultura y se masificaron los productos destinados a la agroexportación, en el afán de incrementar las ganancias de los grandes capitales (Guilcamaigua & Chancusig, 2019)

La calidad en un río, se refiere a la naturaleza y concentración de las sustancias que pueden estar presentes en un momento determinado; algunas son de origen natural, pero otras son introducidas por el hombre al utilizar el cuerpo receptor como el lugar idóneo para arrojar residuos (Pauta et al., 2019).

Las principales variables para clasificar la calidad del agua desde una perspectiva agrícola son: a) concentración de sólidos disueltos o sales; b) presencia relativa de sodio; c) contenido de carbonatos y bicarbonatos; d) concentración de otros iones específicos como cloro y boro y e) presencia y concentración de Fe y Mn”, según Castellanos et al. (2002), (Guilcamaigua & Chancusig, 2019), en el Texto Unificado de Legislación Secundaria del Ministerio del Ambiente del Ecuador, TULSMA, se pueden encontrar los valores referencia para parámetros de calidad de agua para uso en actividades agrícolas y pecuarias (Libro VI). Otra forma de evaluar es partir de los criterios de calidad de agua de la OMS (Guilcamaigua & Chancusig, 2019).

### **2.1.5 MARCO LEGAL**

ACUERDO MINISTERIAL NO. 097-A. Anexo 1 del Libro VI del Texto Unificado de Legislación Secundaria del Ministerio del Ambiente: Norma de Calidad Ambiental y de Descarga de Efluentes al Recurso Agua.

Norma de Calidad Ambiental y de Descarga de Efluentes: Recurso Agua Publicado en el Registro Oficial, Edición Especial No. 387 del 04 de noviembre de 2015.

### **CRITERIOS DE CALIDAD DE AGUAS DE USO AGRÍCOLA O DE RIEGO**

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

Los criterios de calidad admisibles para las aguas destinadas a uso agrícola se presentan en la Tabla 3 del Anexo 1 del Acuerdo Ministerial No. 097A.

### **2.1.6 ÍNDICES DE CALIDAD DE AGUA ICA**

La valoración de la calidad del agua puede ser entendida como la evaluación de su naturaleza química, física y biológica en relación con la calidad natural, los efectos humanos y usos posibles. Para simplificar la interpretación de los datos de su monitoreo, existen índices de calidad de agua (ICA). (Torres et al., 2008)

La evaluación de la calidad del agua debe considerar indicadores representativos que garanticen un análisis integral del recurso hídrico, permitiendo tomar acciones para su manejo y control mediante los diferentes procesos de potabilización del agua; una de las herramientas más empleadas son los índices de calidad del agua (ICA) (Méndez-Zambrano et al., 2020)

En general, el ICA incorpora datos de múltiples parámetros físicos, químicos y biológicos, en una ecuación matemática, mediante la cual se evalúa el estado de un cuerpo de agua (Caho-Rodríguez & López-Barrera, 2017)

Entre los ICA más empleados se destaca el propuesto por (Brown et al., 1970) que es una versión modificada del Water Quality Index (WQI), desarrollada por la de la National Sanitation Foundation (ICA– NSF). (Méndez-Zambrano et al., 2020)

De acuerdo con la Organización de Cooperación de Desarrollo Económico (OECD por sus siglas en inglés), los indicadores ambientales tienen dos funciones principales:

Reducen el número de mediciones y los parámetros que normalmente se requieran para hacer una representación exacta de una situación y

Simplifican el proceso de comunicación de los resultados de la medición. (Ministerio de Agricultura y Riego et al., 2006)

El índice de Calidad de Agua fue desarrollado por la National Sanitation Foundation (NSF) de Estados Unidos, por medio del uso de la técnica de investigación Delphi de la "Rand Corporation" (Granizo & Toa, 2020)

### **2.1.7 FACTORES QUE INFLUYEN SOBRE LA CALIDAD DEL AGUA**

La calidad de agua puede depender de las variabilidades espaciales en función del uso del suelo, clima y la geología, pero también a los cambios de temporadas, estaciones, anuales y decenales. Por lo cual es necesario entender estos patrones naturales en sus múltiples escalas para poder verificar los impactos antropogénicos y los impulsados por el cambio climático (Organización Mundial de la Salud y ONU-HABITAT, 2018). (Granizo & Toa, 2020)

#### **Potencial de hidrógeno**

El pH es un índice de la concentración de los iones de hidrógeno (H) en el agua. Se define como  $-\log[H^+]$ . Cuanto mayor sea la concentración de los iones de hidrógeno en el agua, menor será el valor del pH. (Bustos, 2019)

La escala del pH es una escala logarítmica, un cambio de una unidad del pH (por ejemplo, de 6,0 a 7,0) significa un cambio de 10 veces en la concentración de los iones de hidrógeno, por lo que cuando se presenta una pequeña variación en la medida este parámetro puede afectar el equilibrio de la vida en determinado hábitat.

Los iones de hidrógeno participan en la mayoría de las reacciones químicas en el agua y el suelo. La concentración de los iones de hidrógeno (y por lo tanto, el pH) influye en la solubilidad y disponibilidad de los nutrientes, las formas iónicas de los elementos, la estabilidad de los quelatos, etc. (Cuví & Ruiz, 2022)

Un agua o suelo con un pH demasiado alto, puede resultar en deficiencias de nutrientes, principalmente de micronutrientes como el hierro. Además, mantener el pH del agua por debajo de 7,0 es también importante para prevenir la precipitación de sales. Por otra parte, un pH demasiado bajo, podría dar lugar a la toxicidad de los micronutrientes para los organismos que se nutren de esta.(Bustos, 2019)

### **Temperatura**

La temperatura es un parámetro físico con el que podemos hacer una medición las sensaciones de calor y frío. Desde el punto de vista microscópico, la temperatura se considera una representación de la energía cinética interna media de las moléculas del agua. (Cuvi & Ruiz, 2022)

Es un parámetro significativo en lo que se describe al control y estado del agua. (Cajaleón, 2020)

Además, los cambios bruscos de temperatura pueden causar un choque térmico y finalmente ocasionar la muerte de algunos animales acuáticos. La temperatura afecta a la cantidad de oxígeno que puede transportar el agua (el agua a menor temperatura transporta más oxígeno). Este parámetro también influye en la fotosíntesis de plantas y algas, y la sensibilidad de los organismos frente a los residuos tóxicos.(Bustos, 2019)

### **Oxígeno disuelto**

El oxígeno disuelto es la cantidad de oxígeno gaseoso que está disuelto en el agua. Éste es fundamental para la vida de los peces, plantas, algas y otros organismos; por eso, desde siempre, se ha considerado como un indicador de la capacidad de un recurso hídrico para mantener la vida acuática. (Bustos, 2019)

Este oxígeno se disuelve con facilidad hasta que el agua se satura. Una vez disuelto. Se difunde lentamente con el movimiento del agua. Este proceso es natural y continuamente existe intercambio de oxígeno entre el agua y el aire. Un agua turbulenta, un torrente de montaña o un lago con oleaje tendrán mayor absorción ya que la superficie del agua está mucho más expuesta al aire. Las aguas estancadas retienen y absorben menos oxígeno, además las plantas también juegan un papel fundamental, ya que durante el día captan dióxido de carbono convirtiéndolo en oxígeno. (Bustos, 2019)

### **Sólido totales disueltos**

Se refiere a la concentración de los componentes disueltos presentes en las aguas naturales, y la salinidad a la concentración total de los componentes iónicos. Su medición se da en ppm o g/L, este parámetro puede verse afectado por la temperatura y el pH o disolución de sales. Los STD, la salinidad y la conductividad eléctrica conllevan una relación al ser los parámetros que miden las soluciones disueltas en el agua. (Cajaleón, 2020)

La medición del contenido de sólidos totales disueltos nos permite estimar la cantidad de iones disueltos presentes en el agua, los cuales a su vez pueden llegar a aumentar la salinidad del suelo. Un incremento en la salinidad puede afectar la adsorción de agua para las raíces de las plantas. Este parámetro se lo utiliza como un indicador de las sales disueltas producto de los procesos naturales como la meteorización química del material geológico y las actividades relacionadas con el vertimiento de sustancias a los cuerpos hídricos. (Cuvi & Ruiz, 2022)

### **Turbidez**

La turbidez es un indicador importante para aguas de riego ya que nos permite contar con información sobre el nivel de contaminación a rasgo general del cuerpo de agua, puesto que no especifica algún contaminante en específico. La turbidez del agua es una propiedad óptica que provoca que la luz se disperse y absorba, en lugar de ser transmitida. La dispersión de la luz que atraviesa un líquido es provocada principalmente por los sólidos suspendidos. A mayor turbidez, mayor será la luz dispersa. (Cuvi & Ruiz, 2022)

### **Demanda química de oxígeno**

La DBO es una medida de la cantidad de oxígeno utilizado por los microorganismos en la estabilización de la materia orgánica biodegradable, en condiciones aeróbicas y en un periodo de cinco días a 20 °C. En aguas residuales domésticas, el valor de la DBO a cinco días representa en promedio un 65 a 70% del total de la materia orgánica oxidable. (Cuvi & Ruiz, 2022)

Al igual que en el caso de la demanda química de oxígeno, el objetivo de este parámetro es señalar la cantidad de oxígeno que emplean los microorganismos aerobios para oxidar y

degradar la materia orgánica disponibles en un cuerpo de agua natural, este proceso se realiza en un lapso de 5 días (Cajaleón, 2020)

A mayor cantidad de materia orgánica contenida en una muestra de agua, más cantidad de oxígeno necesitan los microorganismos para oxidarla o degradarla. Esta actividad biológica es provocada por los microorganismos en condiciones aeróbicas, dando como consecuencia que la materia orgánica pierda sus propiedades contaminantes. Aquí existe el intercambio del oxígeno del aire con el agua.(Cuvi & Ruiz, 2022)

Es un parámetro indispensable cuando se necesita determinar el estado o la calidad del agua de ríos, lagos, lagunas o efluentes. (Cajaleón, 2020)

### **Nitritos**

Estos 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-alfaro et al., 2017)

### **Nitratos**

Los nitratos son compuestos solubles, inodoros e incoloros, conformado molecularmente por nitrógeno y oxígeno, cuya importancia radica como elemento principal y esencial para el crecimiento de las plantas, por lo cual lo encontramos principalmente en fertilizantes. Según las reacciones químicas, el nitrato ( $\text{NO}_3^-$ ) es producto de la oxidación del nitrito ( $\text{NO}_2^-$ ), generalmente el nitrato es estable en el ambiente, pero puede ser reducido a nitrito. (Campos, 2022)

### **Sulfatos**

Los sulfatos o también conocidos como esteres del ácido sulfúrico ( $\text{SO}_4^{2-}$ ), estos se obtienen al reaccionar un ácido sulfúrico con metales, hidróxidos y carbonatos o al oxidar un sulfuro. Los sulfatos ingresan a un cuerpo natural de agua ya sea de manera natural producto de la oxidación del mineral de sulfito o como consecuencias de aguas industriales sin tratamiento o un deficiente tratamiento. (Campos, 2022)

## **Coliformes fecales**

Son específicamente llamados bacilos Gram-negativos, son las que fermentan la lactosa con producción de ácido y gas. Las bacterias Coliformes fecales constituyen parte del general grupo coliforme. La más considerada del grupo es coliforme fecal (*Escherichia coli*.) La presencia de coliformes fecales en el abastecimiento de agua es un signo de que el suministro de agua puede estar contaminado con aguas negras u otro tipo de desechos en descomposición, que perjudica el estado del agua. Generalmente, las bacterias coliformes se localizan en mayor abundancia en la capa superficial del agua o en las precipitaciones del fondo. (Cajaleón, 2020)

Las coliformes de origen fecal son un indicador de contaminación ambiental producto del cambio de cobertura vegetal y uso del suelo, debido a los asentamientos humanos cerca a los cauces de los cuerpos de agua.(Cuvi & Ruiz, 2022)

Comúnmente el grupo de organismos coliformes especialmente las fecales pueden provenir de aguas enriquecidas con nitrógeno y fosforo, efluentes industriales, material vegetal y suelos en descomposición. La Organización Panamericana de la Salud (2021) recomienda llamarlos coliformes termotolerantes puesto a que forman una estructura de resistencia denominada esporo, que les otorga la característica de resistencia al calor, a las radiaciones y a los agentes desinfectantes, debido a la presencia de altas concentraciones de calcio y ácido adípico en su estructura celular. (Cuvi & Ruiz, 2022)

## **CAPÍTULO III**

### **MATERIALES Y MÉTODOS**

#### **3.1 MÉTODO EMPLEADO EN LA INVESTIGACIÓN**

La presente investigación define como descriptiva-aplicativa, la cual se enmarca en una metodología no experimental transeccional descriptivo con un enfoque cuantitativo.

No experimental ya que en el desarrollo de la investigación no se construye ninguna situación, sino que se centra en la observación de situaciones o condiciones ya existentes.

Se habla de una metodología de trabajo transeccional, ya que para la investigación se procede a recolectar datos en un solo momento y tiempo único. El fin, es el describir variables para analizar como inciden en un momento dado.

Se emplea una metodología descriptiva ya que se procede a medir de manera independiente las variables establecidas con la mayor precisión posible.

#### **3.2 AREA DE ESTUDIO**

Para realizar el trabajo de investigación, se tomó en consideración cuatro zonas de estudio:

Punto 1: Agua del río cerca de la hacienda. Amelia, antes de unirse con el río cristal

Punto 2: Río Santa Rosa – cerca de la hacienda “El Beldaco”

Punto 3: Río San Pablo a la altura de la Universidad Técnica de Babahoyo

Punto 4: Río San Pablo – sector 4 de mayo

Se realizó la toma de 4 muestras de agua, cada punto de muestreo fue identificada con código y coordenadas geográficas, mediante Sistema de Posicionamiento Global (GPS), el trabajo de investigación se realizó durante el mes de noviembre del 2021, para la toma de muestras se contó con el servicio especializado de un laboratorio acreditado para ejecutar trabajo de muestreo y análisis físico químico y microbiológico.

### 3.3 CRITERIOS DE INVESTIGACIÓN

Para la selección de los puntos de muestreo se tomaron Criterios técnicos seleccionados con la guía del tutor Dr. Omar Yagual, tomando como pauta la carta topográfica y ciertas consideraciones entre los cuales tenemos:

Influencia de la población que habita entre las ciudades de Montalvo y Babahoyo.

Influencia del sector industrial, piladoras, empresa de compra y venta de cacao

Influencia de la presencia de lubricadoras y gasolineras en la zona entre Montalvo y Babahoyo.

Influencia de las actividades agrícolas de las facultad de ciencias agropecuarias FACIAG (prácticas estudiantiles, proyectos experimentales – tesis)

Influencias de actividades agrícolas de los habitantes de la zona entre Montalvo y Babahoyo.

**Cuadro 1.** Código y coordenadas de los puntos de muestreo de agua

Puntos de muestreo	Coordenadas
Punto 1	9793256 17M0684258
Punto 2	9802491 17M0678460
Punto 3	9801434 17M0669071
Punto 4	9799874 17M0665869

### 3.4 TRABAJO DE CAMPO – TOMA DE MUESTRAS.

El área de estudio está centrada en la zona de Babahoyo - Río San Pablo.

Se desarrolló un estudio exploratorio descriptivo en el cuerpo de agua, iniciando con la toma de muestras en puntos que ofrecían facilidad de acceso, seguridad, representatividad y un flujo permanente de agua.

El trabajo de campo inicio con los muestreos en los cuerpos de agua, en los puntos de estudio determinados (punto 1: Agua del río cerca de la hacienda. Amelia, antes de unirse con el río cristal; punto 2: Río Santa Rosa – cerca de la hacienda “El Beldaco”; punto 3: Río San Pablo a la altura de la Universidad Técnica de Babahoyo; punto 4: Río San Pablo – sector 4 de mayo). Esto, con el fin de obtener información actual de la calidad del agua de la zona de estudio.

### **3.5 ANALISIS DE MUESTRAS**

Las muestras fueron analizadas una vez llegaron a laboratorio para garantizar los resultados de los análisis, considerando los controles de preservación de muestra al momento de ser trasladados a laboratorio una vez tomadas en los puntos de muestreo.

### **3.6 DETERMINACIÓN DE PARÁMETROS.**

Para la investigación realizada se escogieron los parámetros para el análisis de las muestras tomando como referencia el TULSMA - Libro VI Anexo 2, Tabla 3, así como también el índice de Calidad de Agua "Water Quality Index" (WQI), desarrollado en 1970 por la National Sanitation Foundation (NSF). Parámetros de los niveles de calidad de agua para riego, entre los parámetros seleccionados tenemos:

Datos de muestreo: Potencial de hidrógeno (pH), Temperatura, Oxígeno disuelto % de saturación (OD).

Agregados/componentes físicos: Sólidos totales disueltos (TDS), Turbidez.

Agregados orgánicos: Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO5)

Inorgánicos no metales: Nitritos, Nitratos, Sulfatos.

Microbiológicos: Coliformes fecales.

#### **3.6.1 DETERMINACIÓN DE PARÁMETROS FISICOQUÍMICOS:**

##### **a) Determinación de pH.**

Método de ensayo 4500-H+B Electrometric Method del Standard Methods 2017, 23th edition. El método se basa en la medición potenciométrica de la actividad del ión Hidrógeno usando un electrodo de referencia a una temperatura dada. Como la actividad

del ión Hidrógeno en si no puede ser medida se transforma la lectura en una escala potenciométrica que se registra electrónicamente.

Para la determinación del pH de las muestras, se utilizó un pHmetro previamente calibrado con sus respectivas soluciones de buffer para pH en 4, 7 y 10. Esta variable se midió en cada punto de la toma de muestras. Primero se enjuagó el electrodo con agua destilada, se tomó una cantidad de la muestra en un vaso de precipitación o un vaso esterilizado en el que se colocó el electrodo del pHmetro para hacer la lectura. Luego se procedió al enjuague del electrodo con agua destilada para posteriores lecturas

#### **b) Determinación de temperatura**

La determinación del valor de la temperatura de las muestras, se registró la indicada por el pHmetro empleado para determinar el valor del pH en las muestras.

#### **c) Determinación de oxígeno disuelto.**

Método de ensayo 4500-O G. MEMBRANE ELECTRODE METHOD. Standard Methods 2017, 23th edition. Manual de usuario oxigenómetros YSI. Manual de usuario oxigenómetros HACH

La determinación del valor del oxígeno disuelto de las muestras se utilizó un oxigenómetro. Los electrodos de membrana para medición de oxígeno se componen de dos electrodos metálicos en contacto con un electrolito de soporte separado de la solución de ensayo por una membrana selectiva logrando una reacción espontánea.

La corriente de difusión es linealmente proporcional a la concentración de oxígeno molecular.

#### **d) Determinación sólidos totales disueltos.**

Método de ensayo 2540 C, Standard methods 2017, 23th edition

Filtrar una muestra homogénea o bien mezclada, por un filtro estándar de fibra de vidrio; posteriormente, evaporar un volumen conocido de la muestra de agua filtrada en una cápsula previamente pesada a peso constante y secar a una temperatura de 103- 105°C en

un plato calentador. El aumento en comparación con el peso del plato pre pesado vacío representa el total del sólido.

#### **e) Determinación turbidez**

Método de ensayo 2130 B Method Nephelometric, Standard methods 2017, 23RD edition

El método nefelométrico consiste en usar fuente de luz para la iluminación de la muestra y uno o más detectores fotoeléctricos con un dispositivo de lectura para indicar la intensidad de la luz dispersada a 90° a la trayectoria de la luz incidente.

La turbidez causa dispersión e interferencia de los rayos luminosos capaz de ser remitida y transmitida a través de la muestra y su medición se expresa en las unidades de NTU (Unidades de Turbidez Nefelométricas). Mientras más alta la intensidad de la dispersión de la luz más alta la turbidez.

### **3.6.2 DETERMINACIÓN DE PARÁMETROS ORGÁNICOS:**

#### **a) Determinación de demanda bioquímica de oxígeno.**

La demanda bioquímica de oxígeno DBO<sub>5</sub> se realizó en las botellas o frascos winkler (color ámbar) de 300 ml, en la cual se debe de contener agua de dilución (agua destilada y ácido glutámico) y una alícuota de 2 ml de la muestra de agua a analizar que debe ser suministrada cepas o semillas (nutrientes y bacterias) para proceder a una incubación a 20°C por 5 días, el valor de la DBO corresponderá a la diferencia entre el OD inicial y el OD al final del quinto día de incubación.

### **3.6.3 DETERMINACIÓN DE PARÁMETROS INORGÁNICOS NO METÁLICOS:**

#### **a) Determinación de nitritos**

Método de ensayo 4500-NO<sub>2</sub>-B Colorimetric Method. Standard Methods 2017, 23 th edition. Hach method 8507.

El reactivo en polvo Nitriver 3 reacciona con nitritos en presencia de ácido sulfámico formando una sal por diazotación dando un compuesto de color rosado proporcional al contenido de nitritos los mismos que pueden ser medidos a 507 nm.

#### **b) Determinación de sulfatos.**

Método de ensayo 4500 SO42-E, Standard Methods 2017, 23th edition

Hach Methods 8051.

Los iones de sulfatos ( $\text{SO}_4^{2-}$ ) en la muestra reaccionan con bario en el SulfaVer 4 y forman un precipitado de sulfato de bario. La cantidad de turbidez formada es proporcional a la concentración de sulfato. Los resultados del ensayo se miden a 450 nm.

#### **c) Determinación de nitratos.**

Método de ensayo 4500-NO2-B Colorimetric Method. Standard Methods 2017, 23 th edition. Hach method 8507.

El reactivo en polvo Nitriver 5 es aplicado a la muestra, el cadmio metálico reduce a nitritos los nitratos de la muestra. El ion de nitrito reacciona en un medio ácido con el ácido sulfanílico para formar una sal intermedia de diazonio. Esta sal se une al ácido gentísico para formar un producto de color ámbar. Los resultados del ensayo se miden a 500 nm.

### **3.6.4 DETERMINACIÓN DE PARÁMETROS MICROBIOLÓGICOS:**

#### **a) Determinación coliformes fecales**

Método de ensayo 9223B. Enzyme Substrate Test, Standard Methods 2017, 23th edition

Instructivo de análisis Colilert 18 proporcionado por el proveedor

Colilert 18 detecta de manera simultánea los coliformes totales y E coli o coliformes fecales en el agua. Se basa en la Defined Substrate Technology (Tecnología de substrato definido DST). Cuando los coliformes totales o los coliformes fecales metabolizan el indicador de Colilert 18 la muestra se vuelve de color amarillo. Cuando E. Coli metaboliza el indicador MUG de nutrientes de Colilert 18, la muestra además fluoresce.

### **3.7 CRITERIOS PARA DETERMINACIÓN DE LA CALIDAD DE AGUA – NORMATIVA AMBIENTAL.**

Se establecieron 4 puntos de muestreo para agua natural de río, debido a que la zona de estudio a través de los años se ha visto influenciada por el asentamiento de habitantes y de ciertas actividades comerciales como servicio de lubricadoras y gasolineras, se realizó toma de muestras de agua escogidas de acuerdo a lo establecido en el TULSMA para criterio de

calidad de aguas destinadas para uso agrícola dispuesta por la autoridad ambiental nacional Ministerio del Ambiente. Las zonas y puntos de muestreo fueron escogidas tomando los criterios de investigación guiados por lo establecido en la normativa nacional, criterios de calidad de aguas uso agrícola o de riego (apartado 5.1.3 de TULSMA)

<b>TABLA 3: CRITERIOS DE CALIDAD DE AGUAS PARA RIEGO AGRICOLA</b>			
<b>PARAMETRO</b>	<b>EXPRESADO COMO</b>	<b>UNIDAD</b>	<b>CRITERIO DE CALIDAD</b>
Aceites y grasas	PelículaVisible		Ausencia
Aluminio	Al	mg/l	5,0
Arsénico	As	mg/l	0,1
Berilio	Be	mg/l	0,1
Boro	B	mg/l	0,75
Cadmio	Cd	mg/l	0,05
Cinc	Zn	mg/l	2,0
Cobalto	Co	mg/l	0,01
Cobre	Cu	mg/l	0,2
Coliformes fecales	NMP	NMP/100ml	1000
Cromo	Cr <sup>+6</sup>	mg/l	0,1
Flúor	F	mg/l	1,0
Hierro	Fe	mg/l	5,0
Huevos de parásitos			Ausencia
Litio	Li	mg/l	2,5
Materia flotante	Visible		Ausencia
Mercurio	Hg	mg/l	0,001
Manganeso	Mn	mg/l	0,2
Molibdeno	Mo	mg/l	0,01
Níquel	Ni	mg/l	0,2
Nitritos	NO <sub>2</sub>	mg/l	0,5
Oxígeno Disuelto	OD	mg/l	3
pH	pH		6-9
Plomo	Pb	mg/l	5,0
Selenio	Se	mg/l	0,02
Sulfatos	SO <sub>4</sub> <sup>-2</sup>	mg/l	250
Vanadio	V	mg/l	0,1

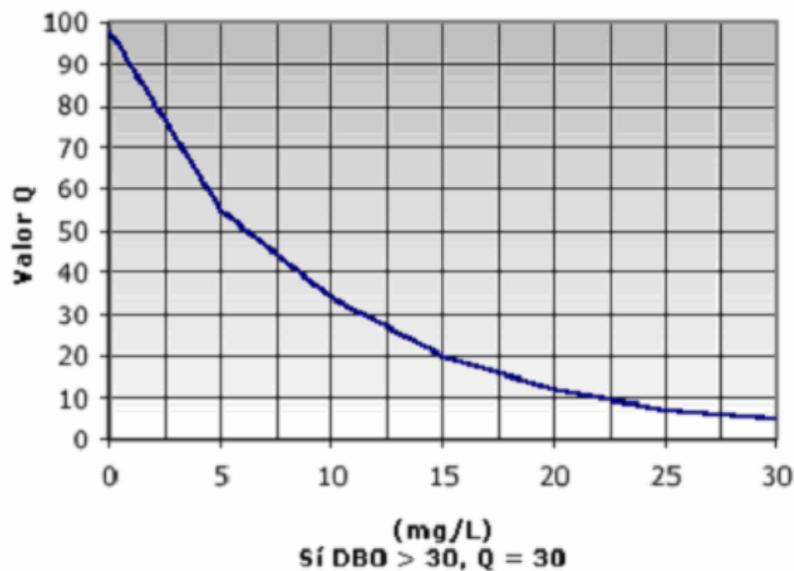
**Figura 1.** Criterios de calidad admisibles para las aguas destinadas a uso agrícola.

La toma de muestras se realizó acorde a lo establecido en la norma técnica aplicada por el laboratorio que realizó el trabajo de muestreo y análisis de las muestras, INEN 2169-2176:2013-PG-GQM-09, empleando 4 botellas plásticas de poliestireno de 1000 ml para determinación de parámetros físicos, botella de 100 ml para análisis de nutrientes.

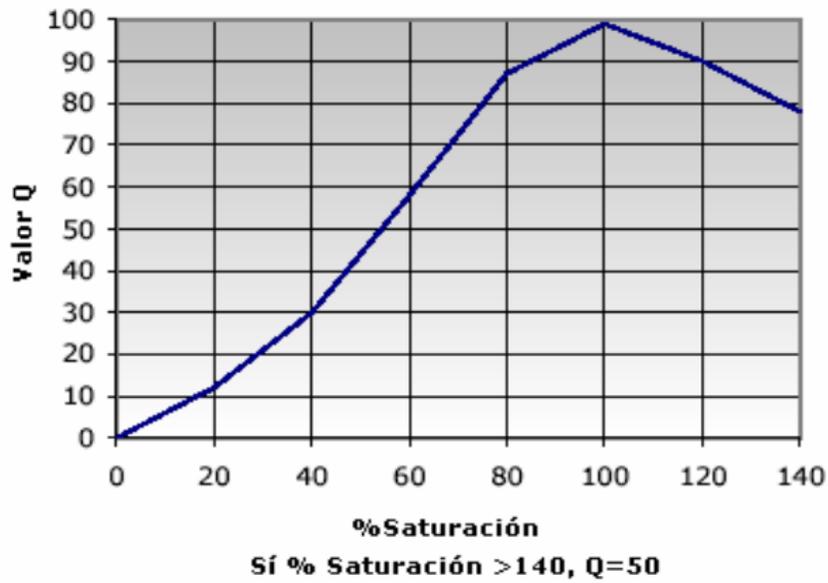
### **3.8 CRITERIOS PARA DETERMINACIÓN DE LA CALIDAD DE AGUA ICA-NSF.**

Una vez obtenido los resultados de los analisis realizados a las muestras de aguas, se procedio a hacer el cálculo del índice de calidad de agua “Water Quality Index” (WQI), el cual fue desarrollado por la National Sanitation Foundation(NFS) de estados unidos, la cual considera varios parámetro como el pH, temperatura, oxígeno disuelto, demanda bioquímica de oxígeno sólidos totales disueltos, turbidez, nitratos, fosfatos y coliformes fecales.(Méndez-Zambrano et al., 2020).

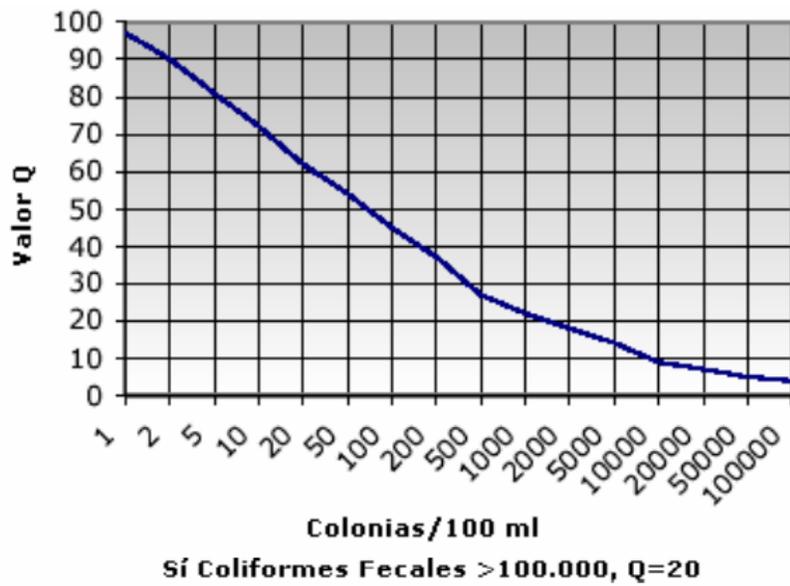
Esta información se la obtuvo mediante formulas, para lo que se requiere los datos obtenidos a partir del analisis de las muestras tomadas en los puntos establecidos previamente para el estudio. Inicialmente se trabajó con las curvas ya establecidas para obtener los valores de Q, el cual va disminuyendo a medida que aumenta la contaminación del cuerpo de agua. Para la determinación de los valores de Q se trabajó con las graficas establecidas por Brown (1970), que responden a cada parámetro analizado(Granizo & Toa, 2020):



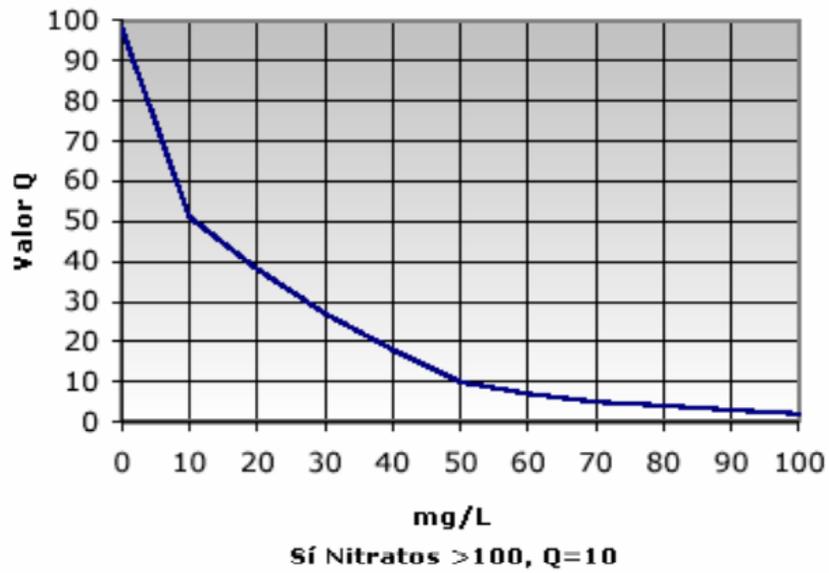
**Figura 2.** Función de calidad NSF Demanda Bioquímica de Oxígeno



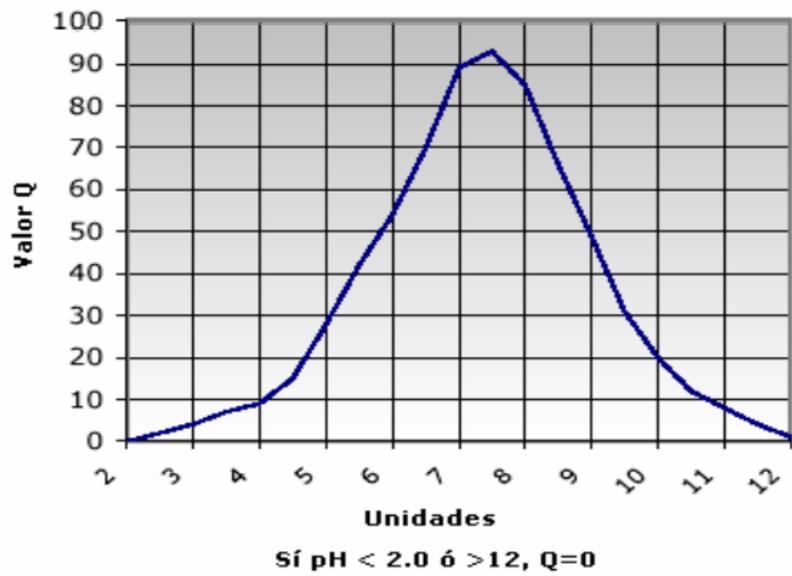
**Figura 3.** Función de calidad NSF Porcentaje de saturación de Oxígeno Disuelto



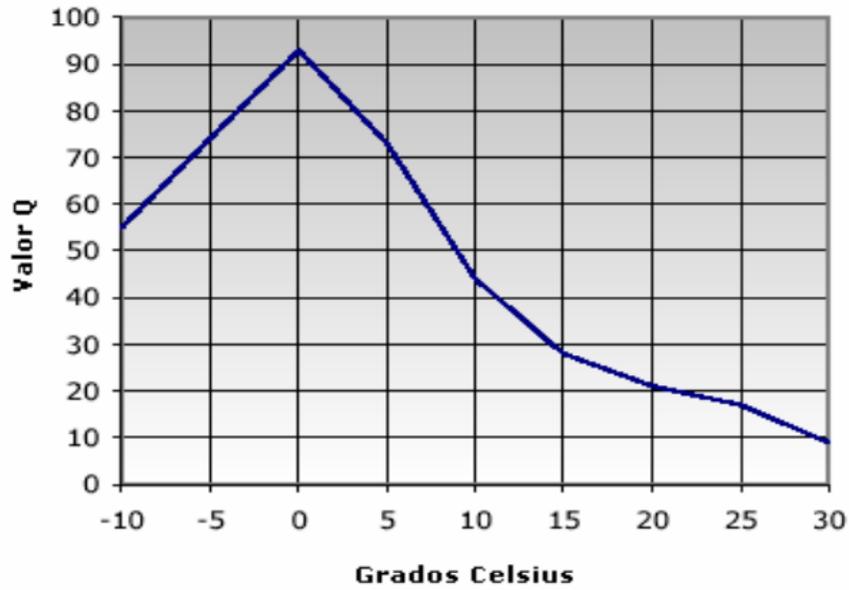
**Figura 4.** Función de calidad NSF Coliformes Fecales



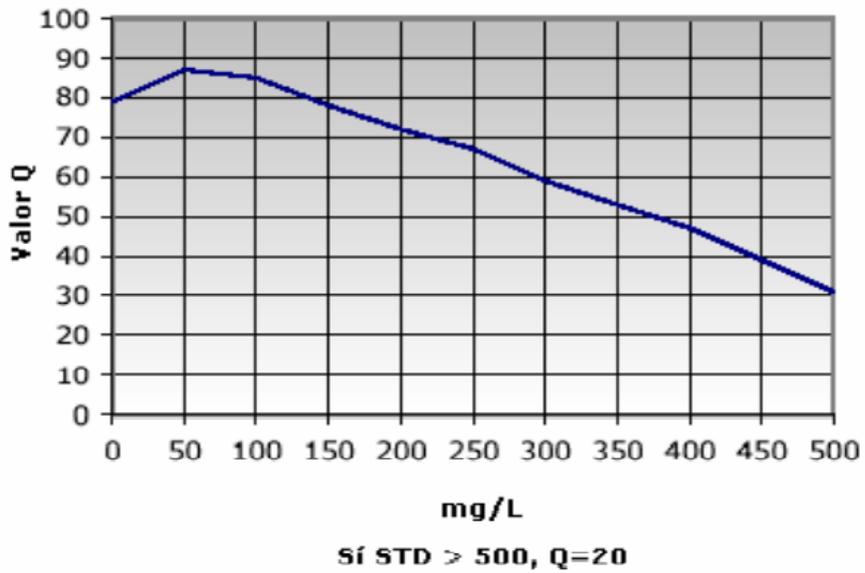
**Figura 5.** Función de calidad NSF Nitratos



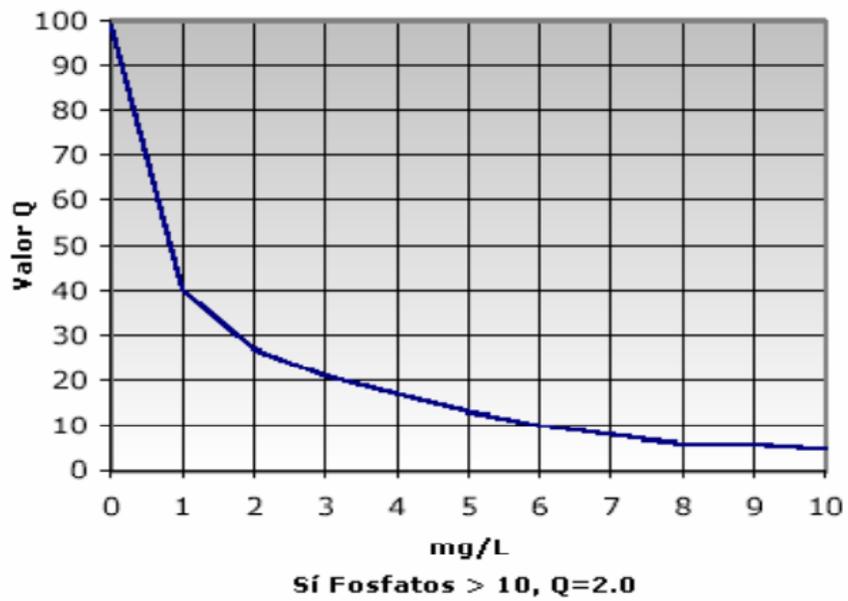
**Figura 6.** Función de calidad NSF Potencial de Hidrógeno



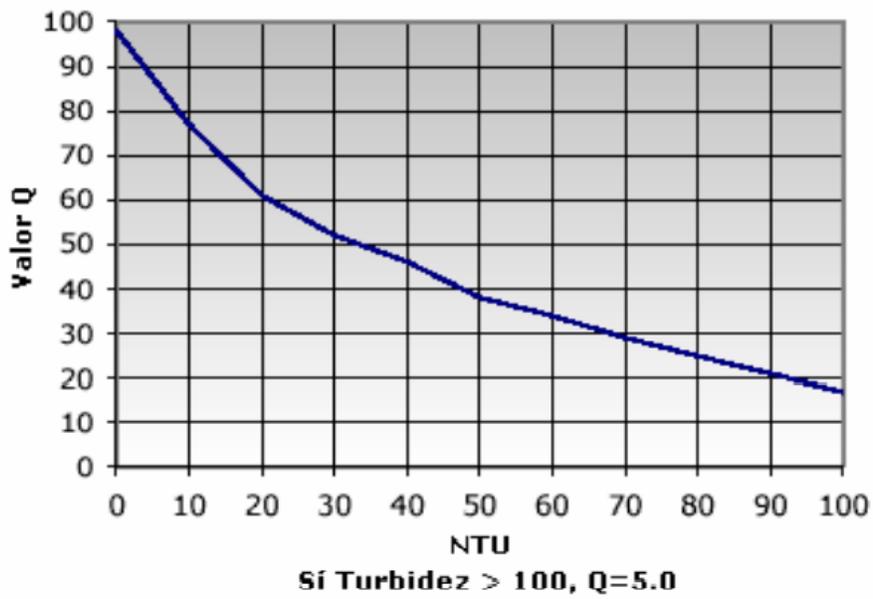
**Figura 7.** Función de calidad NSF Temperatura



**Figura 8.** Función de calidad NSF Sólidos Totales Disueltos



**Figura 9.** Función de calidad NSF Fosfatos



**Figura 10.** Función de calidad NSF Turbidez

El índice se calculó aplicando la fórmula propuesta por la NSF la cual se fundamenta en el promedio aritmético ponderado de 9 variables, esto a través de la ecuación. (Cahorro-Rodríguez & López-Barrera, 2017):

$$ICA - NSF = \sum_{i=1}^{i=n} Q_i * W_i$$

Donde:

$Q_i$ , corresponde al factor de escala de la variable, depende de la magnitud de la variable y es independiente de las restantes.

$W_i$ , representa el factor de importancia o ponderación de la variable  $i$  respecto a las restantes variables que conforman el índice. (Granizo & Toa, 2020)

**Cuadro 2.** Parámetros a analizar

Parámetro	Peso NSF (W)
pH	0.11
Temperatura	0.1
Oxígeno disuelto	0.17
Demanda Bioquímica de Oxígeno DBO5	0.11
Sólidos Totales Disueltos	0.07
Turbidez	0.08
Nitratos	0.1
Fosfatos	0.1
Coliformes Fecales	0.16

Fuente: Granizo y Toa, 2020

Acorde a el resultado obtenido de la aplicación de la formula para el cálculo del ICA-NSF, se le analizan los resultados con ayuda de la escala de clasificación del indice de calidad del agua ICA-NSF, según (Méndez-Zambrano et al., 2020):

**Cuadro 3.** Clasificación ICA propuesto por Brown

Descripción	Rango
Excelente	91 – 100
Buena	71 – 90
Regular	51 – 70
Mala	26 - 50
Muy mala	0 - 25

Fuente: Mendez-Zambrano et al., 2020)

### **3.9 TIPO DE INVESTIGACIÓN**

El tipo de investigación que se llevó a cabo es cuantitativa, ya que se recolectó información no solo sobre la influencia de ciertas actividades sobre el área de estudio, sino que se procedio a la toma de muestras y posterior analisis de las condiciones de los puntos de agua para la obtención de datos que fueron analizados.

La modalidad de la ivestigación que se aplicó fue de campo, ya que se necesitó dirigir al lugar de la investigación para la generación de datos.

La información presentada en la presente investigación, fue recolectada y seleccionada a traves de un análisis de contenido.

## CAPÍTULO IV

### RESULTADOS Y DISCUSIÓN

#### 4.1 ANÁLISIS DE RESULTADOS

Se realiza un análisis comparativo con las normativas vigentes criterios de calidad admisibles para las aguas destinadas a uso agrícola, que se presentan en la Tabla 3. del Anexo 2 del Libro VI del TULSMA, Parámetros de los niveles de calidad de agua para riego. Se hicieron los cálculos para conocer el índice de calidad del agua ICA-NSF. Además se realiza análisis estadístico descriptivo de los resultados obtenidos.

#### 4.2 RESULTADOS DE ANÁLISIS FÍSICOQUÍMICOS.

Resultados de análisis de las muestras de agua de río en los cuatro diferentes puntos de monitoreo,

**Cuadro 4.** Tabla de resultados de análisis de muestras.

Parámetro	Unidad	Resultados				Criterio de calidad
		M1	M2	M3	M4	
Potencial de Hidrógeno, in situ	U de pH	7,59	7,49	7,54	7,16	6 - 9
Temperatura, in situ	°C	30,00	29,40	28,40	28,80	---
Oxígeno disuelto in situ, % saturación	%	72,50	69,90	72,90	67,10	---
Sólidos torales disueltos (TDS)	mg/l	88,00	76,00	84,00	104,00	---
Turbidez	NTU	9,22	15,80	13,60	26,10	---
Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO5)	mg O2/l	5,85	2,76	2,67	3,54	---

Nitritos	mg/l	0,10	0,07	0,08	0,14	0,5
Nitratos	mg/l	0,16	0,23	0,21	0,22	---
Sulfatos	mg/l	9,00	9,00	9,00	12,00	250
Coliformes fecales	NMP/100 ml	161,00	110,00	41,00	200,00	1000

Fuente: Elaboración propia.

#### 4.2.1 Resultados para pH.

Para la variable de pH se trabajó con un estimado de 12 datos, donde los valores están en un rango de 7,15 a 7,59 U de pH.

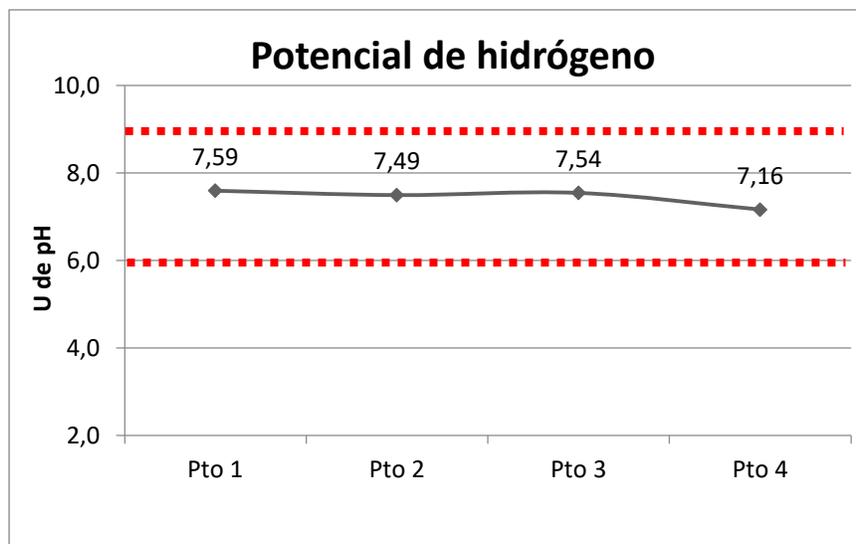
**Cuadro 5.** Resultados de análisis para pH - U de pH.

	<b>M1</b>	<b>M2</b>	<b>M3</b>	<b>M4</b>
<b>1</b>	7,58	7,49	7,53	7,16
<b>2</b>	7,59	7,49	7,54	7,15
<b>3</b>	7,59	7,48	7,54	7,16
<b>Prom</b>	7,59	7,49	7,54	7,16

Fuente: Elaboración propia.

#### **Análisis frente a la normativa nacional:**

Las muestras analizadas presentan valores promedio de 7,59 para M1, 7,49 para M2, 7,54 para M3, 7,16 para M4, en general los valores de pH presenta un valor mínimo de 7,15 y un valor máximo de 7,59. De acuerdo a lo establecido en Tabla 3., Parámetros de los niveles de calidad de agua para riego, del Anexo 2 del Libro VI del TULSMA, se establece un rango para un criterio de calidad de los valores de potencial de hidrógeno entre 6 y 9, lo que significa que las muestras analizadas cumple con los criterios de calidad de la normativa ecuatoriana para el parámetro de pH.

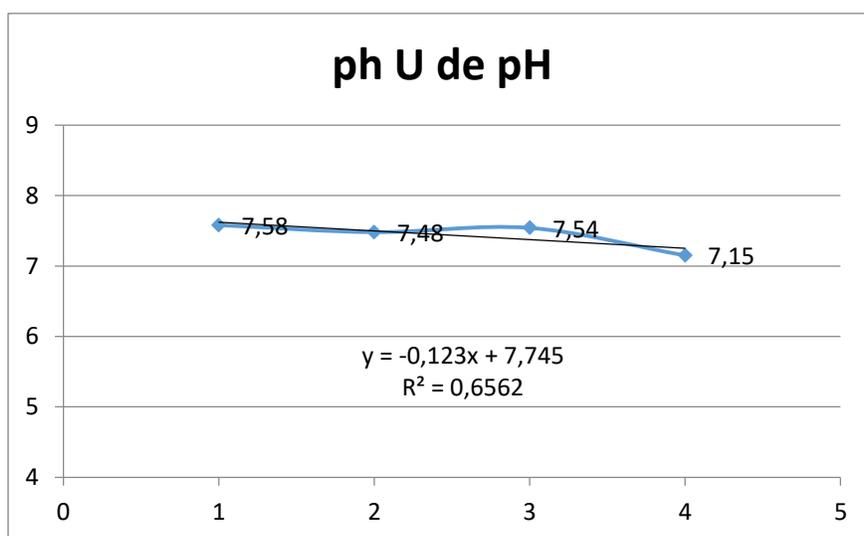


----- Límite permisible

**Figura 11.** Resultados de pH frente a la normativa nacional.

Analizando la estadística de los datos obtenidos en cada punto de monitoreo, se pudo identificar 4 diferentes grupos con una desviación estándar de 0,005; de estos se considera el más idóneo el valor del grupo estadístico D de 7,15 ya que niveles de pH cercanos a 6 mejoran la estabilidad en ciertos procesos biológicos.

Los valores obtenidos en cada punto son independientes y no guardan una relación entre ellas a pesar de encontrarse en rangos muy cercanos, lo que nos indica que no son dependientes entre ellos, esto es respaldado con el valor de R2 coeficiente de determinación 0,6562 (véase figura 12) es decir que el 65,62 % de la varianza de los valores de pH pueden diferir unas con otras acorde al punto donde fueron tomadas las muestras.



**Figura 12.** Diagrama de dispersión y rectas de regresión para pH.

En el eje de las X se hace referencia a los promedios de los valores obtenidos en cada punto de muestreo, esto es obtenido al ingresar los valores de cada grupo al estadístico Ststgraphic , programa que nos proporcionó los valores de la desviación estándar de los promedios de cada punto de muestreo.

#### 4.2.2 Resultados para nitritos

Para la variable de nitritos se trabajó con un estimado de 12 datos, donde los valores están en un rango de 0,07 a 0,14 mg/l.

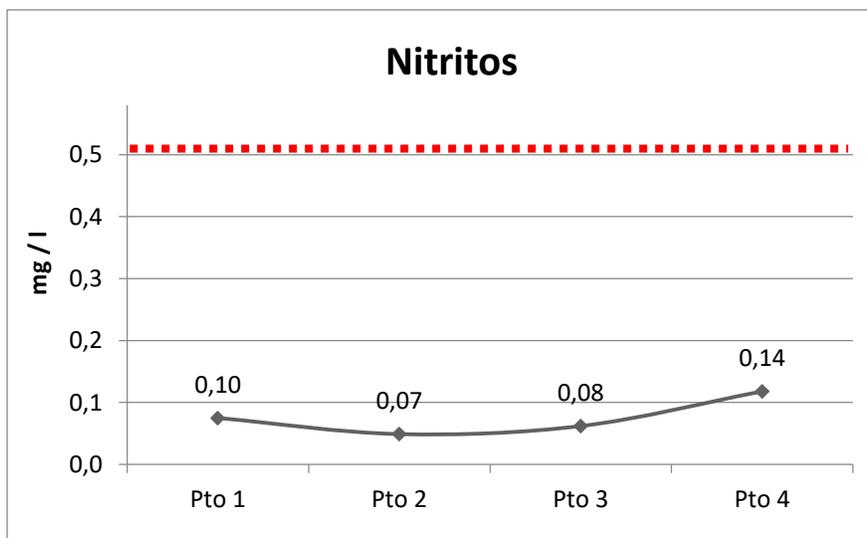
**Cuadro 6.** Resultados de análisis para demanda bioquímica de nitritos mg/l.

	<b>M1</b>	<b>M2</b>	<b>M3</b>	<b>M4</b>
<b>1</b>	0,10	0,07	0,08	0,14
<b>2</b>	0,10	0,06	0,08	0,13
<b>3</b>	0,09	0,07	0,07	0,14
<b>Prom</b>	0,10	0,07	0,08	0,14

Fuente: Elaboración propia.

#### **Análisis frente a la normativa nacional:**

Las muestras analizadas presentan valores promedio de 0,10 para M1, 0,07 para M2, 0,08 para M3, 0,14 para M4, en general los valores de nitritos presenta un valor mínimo de 0,06 y un valor máximo de 0,14. De acuerdo a lo establecido en Tabla 3., Parámetros de los niveles de calidad de agua para riego, del Anexo 2 del Libro VI del TULSMA, se establece un rango para un criterio de calidad de los valores de nitrito por debajo de 0,5 mg/l, lo que significa que las muestras analizadas cumple con los criterios de calidad de la normativa ecuatoriana para el parámetro de nitrito.

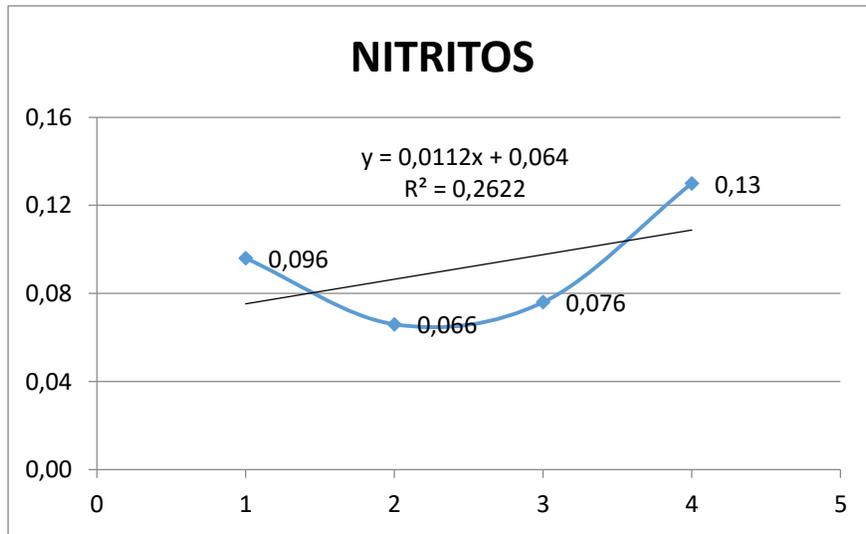


■ ■ ■ ■ Límite permisible

**Figura 13.** Resultados de nitritos frente a la normativa nacional

Analizando la estadística de los datos obtenidos en cada punto de monitoreo, se pudo identificar 4 diferentes grupos con un valor de  $\pm 0,005$  correspondiente a la desviación estándar, de estos se considera el más idóneo el valor del grupo estadístico C de  $0,066 \text{ mg/l}$  ya que un alto contenido de compuestos nitrogenados podría afectar a las plantas y animales actuando como agentes tóxicos.

Los valores obtenidos en cada punto son independientes y no guardan una relación entre ellas a pesar de encontrarse en rangos muy cercanos, lo que nos indica que no son dependientes entre ellos, esto es respaldado con el valor de  $R^2$  coeficiente de determinación  $0,2622$  (véase figura 14) es decir que el  $26,22\%$  de la varianza de los valores de nitritos, es decir que pueden diferir unas con otras acorde al punto donde fueron tomadas las muestras.



**Figura 14.** Diagrama de dispersión y rectas de regresión para nitritos.

En el eje de las X se hace referencia a los promedios de los valores obtenidos en cada punto de muestreo, esto es obtenido al ingresar los valores de cada grupo al estadístico Ststgraphic , programa que nos proporcionó los valores de la desviación estándar de los promedios de cada punto de muestreo.

#### 4.2.3 Resultados para sulfatos.

Para la variable de sulfatos se trabajó con un estimado de 12 datos, donde los valores están en un rango de 9,00 a 12,00 mg/l.

**Cuadro 7.** Resultados de análisis para sulfatos mg/l.

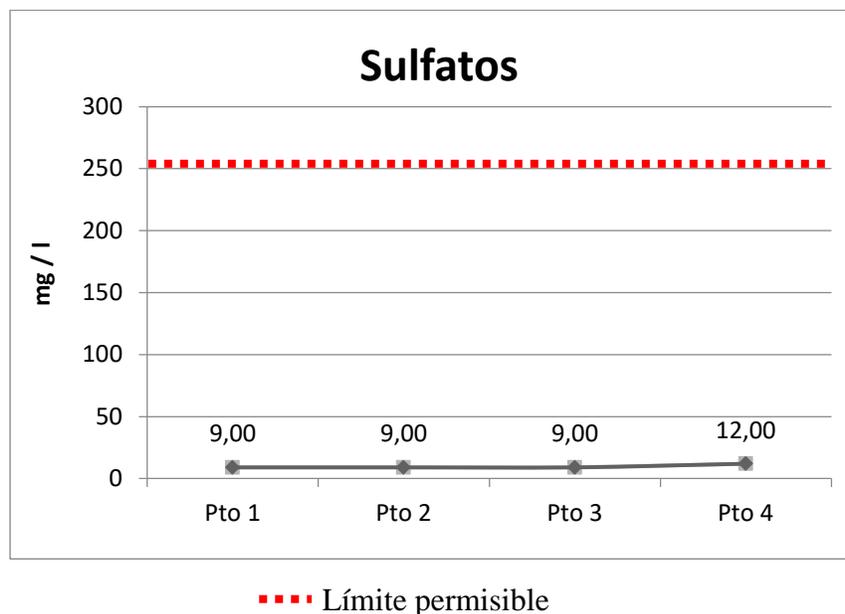
	M1	M2	M3	M4
<b>1</b>	9,01	9,00	9,00	12,01
<b>2</b>	8,99	9,00	8,99	12,00
<b>3</b>	9,01	8,99	9,01	12,00
<b>Prom</b>	9,00	9,00	9,00	12,00

Fuente: Elaboración propia.

#### Análisis frente a la normativa nacional:

Las muestras analizadas presentan valores promedio de 9,00 para M1, 9,00 para M2, 9,00 para M3, 12,00 para M4, en general los valores de sulfatos presenta un valor mínimo de

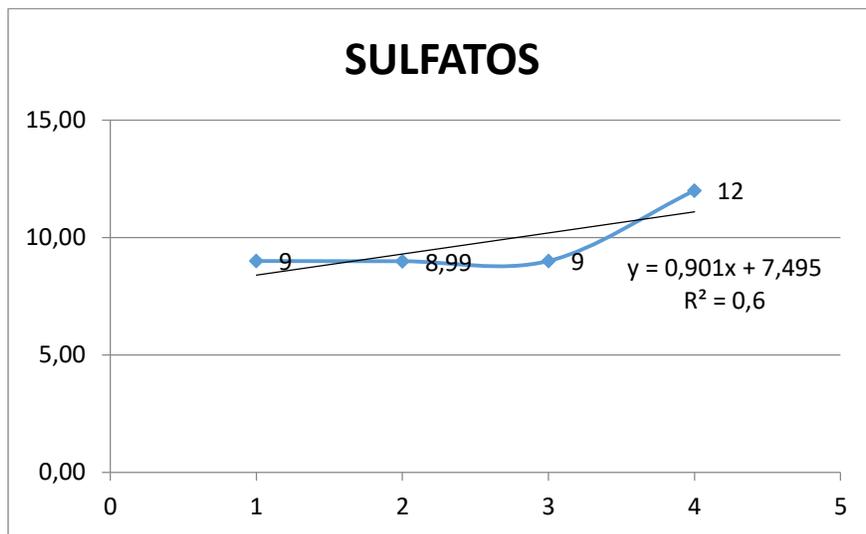
8,99 y un valor máximo de 12,01. De acuerdo a lo establecido en Tabla 3., Parámetros de los niveles de calidad de agua para riego, del Anexo 2 del Libro VI del TULSMA, se establece un rango para un criterio de calidad de los valores de sulfato por debajo de 250 mg/l, lo que significa que las muestras analizadas cumple con los criterios de calidad de la normativa ecuatoriana para el parámetro de sulfato.



**Figura 15.** Resultados de sulfatos frente a la normativa nacional

Analizando la estadística de los datos obtenidos en cada punto de monitoreo, se pudo identificar 4 diferentes grupos con un valor que está entre un  $\pm 0,01$  y  $\pm 0,005$  correspondiente a la desviación estándar, de estos se considera el más idóneo el valor del grupo estadístico C de 9,00 mg/l.

Los valores obtenidos en cada punto son independientes y no guardan una relación entre ellas a pesar de encontrarse en rangos muy cercanos, lo que nos indica que no son dependientes entre ellos, esto es respaldado con el valor de  $R^2$  coeficiente de determinación 0,6000 (véase figura 16) es decir que el 60,00% de la varianza de los valores de sulfatos, es decir que pueden diferir unas con otras acorde al punto donde fueron tomadas las muestras.



**Figura 16.** Diagrama de dispersión y rectas de regresión para sulfatos.

En el eje de las X se hace referencia a los promedios de los valores obtenidos en cada punto de muestreo, esto es obtenido al ingresar los valores de cada grupo al estadístico Sttgraphic , programa que nos proporcionó los valores de la desviación estándar de los promedios de cada punto de muestreo.

#### 4.2.4 Resultados para Coliformes fecales

Para la variable de sulfatos se trabajó con un estimado de 12 datos, donde los valores están en un rango de 41 a 200 NMP/100 ml.

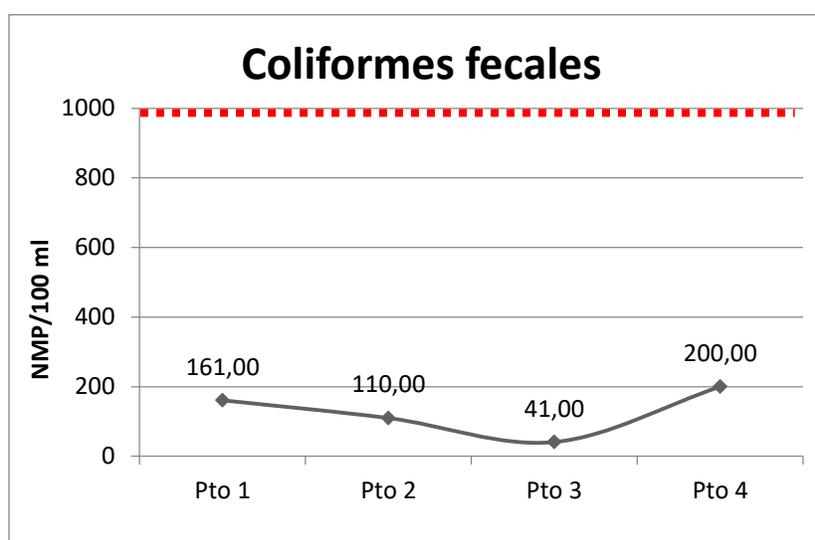
**Cuadro 8.** Resultados de análisis para Coliformes fecales NMP/100 ml.

	M1	M2	M3	M4
<b>1</b>	161,00	110,00	41,00	200,00
<b>2</b>	161,00	110,00	41,00	200,00
<b>3</b>	161,00	110,00	41,00	200,00
<b>Prom</b>	161,00	110,00	41,00	200,00

Fuente: Elaboración propia.

**Análisis frente a la normativa nacional:**

Las muestras analizadas presentan valores promedio de 161,00 para M1, 110,00 para M2, 41,00 para M3, 200,00 para M4, en general los valores de Coliformes fecales presenta un valor mínimo de 41,00 y un valor máximo de 200,00. De acuerdo a lo establecido en Tabla 3., Parámetros de los niveles de calidad de agua para riego, del Anexo 2 del Libro VI del TULSMA, se establece un rango para un criterio de calidad de los valores de coliformes fecales por debajo de 1000 NMP/100 ml, lo que significa que las muestras analizadas cumple con los criterios de calidad de la normativa ecuatoriana para el parámetro de coliformes fecales.



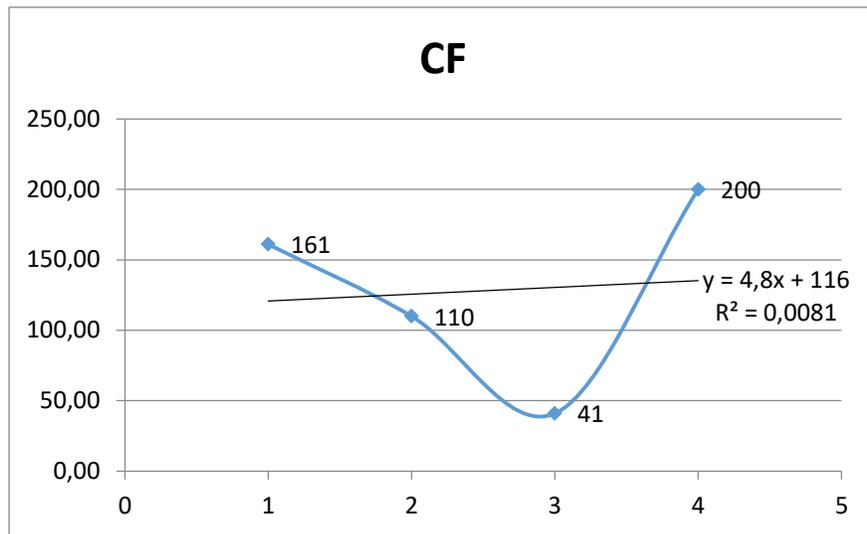
----- Límite permisible

**Figura 17.** Resultados de coliformes fecales frente a la normativa nacional.

Analizando la estadística de los datos obtenidos en cada punto de monitoreo, se pudo identificar 4 diferentes grupos con un valor de  $\pm 0,0$  correspondiente a la desviación estándar, de estos se considera el más idóneo el valor del grupo estadístico C de 41 NMP ya que representa una disminución en la contaminación por parte de descargas de aguas residuales domésticas o desechos orgánicos.

Los valores obtenidos en cada punto son independientes y no guardan una relación entre ellas a pesar de encontrarse en rangos muy cercanos, lo que nos indica que no son dependientes entre ellos, esto es respaldado con el valor de  $R^2$  coeficiente de determinación 0,0081 (véase figura 18) es decir que el 0,81% de la varianza de los valores de coliformes

fecales, es decir que pueden diferir unas con otras acorde al punto donde fueron tomadas las muestras.



**Figura 18.** Diagrama de dispersión y rectas de regresión para coliformes fecales.

En el eje de las X se hace referencia a los promedios de los valores obtenidos en cada punto de muestreo, esto es obtenido al ingresar los valores de cada grupo al estadístico Ststgraphic , programa que nos proporcionó los valores de la desviación estándar de los promedios de cada punto de muestreo.

#### 4.2.5 Resultados de Índice de calidad de agua ICA.

Además, se procedió a determinar el índice de calidad aplicando la metodología empleada en Estados Unidos ICA-NSF

$$ICA - NSF = \sum_{i=1}^{i=n} Q_i * W_i$$

Los datos obtenidos del cálculo del índice de calidad ICA-NSF para las muestras de los cuatro diferentes puntos seleccionados para el estudio fueron de 57,64 para la muestra del primer punto, 59,64 la muestra del segundo punto, 62,76 la muestra del tercer punto y

56,02 la muestra del cuarto punto, estos valores nos indica que en los cuatro puntos se tiene un índice de calidad en la categoría de media, se debe tener presente que no se incluyó el valor del contenido de fosfatos para cada muestra analizada, el cual representaría una ponderación que aumentaría el valor del ICA, con lo que obtendríamos un índice más significativo y representativo del grado de contaminación y la calificación de la calidad del agua podría tener un valor más aceptable en esta escala de calificación.

**Cuadro 9.** ICA muestra tomada en el punto 1: Agua del río cerca de la hacienda. Amelia, antes de unirse con el río cristal.

Parámetro	Resultado	Unidades	Valor-Q	Wi	Subtotal
pH	7,59	U de pH	94	0,11	10,34
Temperatura	30,00	°C	9	0,10	0,9
OD	72,50	%	73	0,17	12,41
TDS	88,00	mg/l	85	0,07	5,95
Turbidez	9,22	NTU	78	0,08	6,24
DBO	5,85	mg O <sub>2</sub> /l	50	0,11	5,50
CF	161	NMP/1000 ml	40	0,16	6,40
Nitratos	0,16	mg/l	99	0,10	9,90
<b>Índice de calidad de agua Pto 1:</b>					<b>57,64</b>

Fuente: Elaboración propia.

**Cuadro 10.** ICA muestra tomada en el punto 2: Río Santa Rosa – cerca de la hacienda “El Beldaco”.

Parámetro	Resultado	Unidades	Valor-Q	Wi	Subtotal
pH	7,49	U de pH	93	0,11	10,23
Temperatura	29,40	°C	9,5	0,10	0,95
OD	69,90	%	70	0,17	11,90
TDS	76,00	mg/l	85	0,07	5,95
Turbidez	18,80	NTU	69	0,08	5,52

DBO	2,76	mg O2/l	75	0,11	8,25
CF	110	NMP/1000 ml	44	0,16	7,04
Nitratos	0,23	mg/l	98	0,10	9,80
Fosfatos	---	---	---	0,10	---
<b>Índice de calidad de agua Pto 2:</b>					<b>59,64</b>

Fuente: Elaboración propia.

**Cuadro 11.** ICA muestra tomada en el punto 3: Río San Pablo a la altura de la Universidad  
Técnica de Babahoyo

Parámetro	Resultado	Unidades	Valor-Q	Wi	Subtotal
pH	7,54	U de pH	94	0,11	10,34
Temperatura	28,40	°C	10	0,10	1,00
OD	72,90	%	74	0,17	12,58
TDS	84,00	mg/l	86	0,07	6,02
Turbidez	13,60	NTU	72	0,08	5,76
DBO	2,67	mg O2/l	74	0,11	8,14
CF	41	NMP/1000 ml	57	0,16	9,12
Nitratos	0,21	mg/l	98	0,10	9,80
<b>Índice de calidad de agua Pto 3:</b>					<b>62,76</b>

Fuente: Elaboración propia.

**Cuadro 12.** ICA muestra tomada en el punto 4: Río San Pablo – sector 4 de mayo

Parámetro	Resultado	Unidades	Valor-Q	Wi	Subtotal
pH	7,16	U de pH	91	0,11	10,01
Temperatura	28,80	°C	10	0,10	1,00
OD	67,10	%	66	0,17	11,22
TDS	104,00	mg/l	85	0,07	5,95
Turbidez	26,10	NTU	56	0,08	4,48

DBO	3,54	mg O2/l	68	0,11	7,48
CF	200	NMP/1000 ml	38	0,16	6,08
Nitratos	0,22	mg/l	98	0,10	9,80
<b>Índice de calidad de agua Pto 4:</b>					<b>56,02</b>

Fuente: Elaboración propia.

Al realizar el cálculo del ICA - NSF del promedio de los resultados de los parámetros de los cuatro puntos de monitoreo, se obtuvo un valor de 59,73 del Índice general de calidad del agua, que nos indica que esta fuente de agua es de calidad “Media”, esto tomando en consideración que no se incluyó el valor del contenido de fosfatos para cada muestra analizada, el cual representaría una ponderación que aumentaría el valor del ICA y por ende se estima que la calificación de la calidad del agua podría tener un valor más aceptable en esta escala de calificación.

**Cuadro 13.** ICA para los valores promedios de todas las muestras.

Parámetro	Promedio de Resultados	Unidades	Valor-Q	Wi	Subtotal
pH	7,45	U de pH	92	0,11	9,13
Temperatura	29,15	°C	11	0,10	1,10
OD	70,60	%	74	0,17	12,58
TDS	88,00	mg/l	85	0,07	5,95
Turbidez	16,93	NTU	68	0,08	5,44
DBO	3,71	mg O2/l	70	0,11	7,70
CF	128	NMP/1000 ml	44	0,16	7,04
Nitratos	0,21	mg/l	98	0,10	9,80
<b>Índice general de calidad de agua del promedio:</b>					<b>59,73</b>

Fuente: Elaboración propia.

**Cuadro 14.** Resultados del índice de calidad de agua NSF en cada punto de monitoreo

Puntos de muestreo	Ubicación	ICA - NSF	Clasificación
Punto 1	Agua del río cerca de la hacienda. Amelia, antes de unirse con el río cristal.	57,64	Media
Punto 2	Río Santa Rosa – cerca de la hacienda “El Beldaco”	59,64	Media
Punto 3	Río San Pablo a la altura de la Universidad Técnica de Babahoyo	62,76	Media
Punto 4	Río San Pablo – sector 4 de mayo	56,02	Media

Fuente: Elaboración propia.

## CAPITULO V

### 5.1 CONCLUSIONES

El presente trabajo de investigación tiene como objetivo principal el Evaluar la calidad para el riego de cultivos agrícolas de las aguas superficiales de la cuenca del río San Pablo, ubicado en la ciudad de Babahoyo, esto se realizó a través del análisis físico químicos y microbiológico de muestras de aguas de la fuente natural estudiada; los resultados obtenidos nos proporcionó información de importancia en cuanto a la calidad del agua comparada con la normativa ambiental Libro Vi, Anexo 1, tabla 3. Criterios de calidad admisibles para las aguas destinadas a uso agrícola, se pudo concluir que las variables del pH, nitritos, sulfatos y coliformes fecales se encuentran dentro de los rangos o valores establecidos por la normativa, por lo cual se concluye que el agua en el puntos 1: Agua del río cerca de la hacienda. Amelia, antes de unirse con el río cristal, punto 2: Río Santa Rosa – cerca de la hacienda “El Beldaco”, punto 3: Río San Pablo a la altura de la Universidad Técnica de Babahoyo, y punto 4: Río San Pablo – sector 4 de mayo, cumplen con la normativa ambiental ecuatoriana.

Considerando que, las concentraciones de CF en el agua tomada en el punto 1 (aguas cerca a la hacienda la Amelia) y en el punto 4 (río San Pablo en el sector de la ciudadela 4 de mayo), son valores que aumentan significativamente en relación al punto 2 (río Santa Rosa, cerca de la hacienda “El Beldaco”) y al punto 3 (río San Pablo a la altura de la Universidad Técnica de Babahoyo), este aumento en los resultados se los relacionan con el hecho de que en estos puntos se encuentran muy cercanos a la influencia de pobladores de la ciudad de Babahoyo, en el punto 4 y en el punto 1 cerca a la hacienda El Beldaco se percibe cierto asentamiento de personas, a lo que se atribuye el posible vertimiento de aguas residuales domésticas hacia el río sin ningún tratamiento previo, aun así, los valores obtenidos están dentro del límite máximo permisible, haciendo posible su uso para fines de riego en los cultivos de la zona.

El pH esta en valores entre 7,16 y 7,59 U de pH, esto es un buen indicio de la calidad del agua, ya que junto a la temperatura y el oxígeno disuelto, influye sobre la estabilidad de procesos biológicos, por consiguiente esto favorece el desarrollo de microorganismos que intervienen en el proceso de degradación de la materia orgánica, así como también en el

proceso de fotosíntesis de plantas y algas las cuales contribuyen a la cantidad de oxígeno disponible.

Los valores de nitritos en todos los puntos son muy bajos, están en un rango de 0,07 mg/l y 0,14 mg/l, esto es debido a que es muy inestable en el ambiente ya que pasan por el proceso de nitrificación y desnitrificación. Los cuatro puntos de muestreo cumplen con la normativa ambiental en lo que corresponde al parámetro de nitritos.

Los sulfatos pueden ser considerados, junto a los cloruros, como componentes de alto riesgo contaminante ya que estos contribuyen a la salinidad de las aguas. Las muestras analizadas contienen cantidades inferiores a las establecidas como límites máximos permisibles por la normativa ambiental ecuatoriana 250 mg/l, por lo que al presentarse valores entre 9,00 mg/l y 12 mg/l de sulfatos, se cumple con los estándares de calidad establecidos.

Los valores de la demanda bioquímica de oxígeno, están entre un 2,67% en el punto 3 (río San Pablo a la altura de la Universidad Técnica de Babahoyo) como valor mínimo y con un valor máximo de 5,85 % en el punto 4 (río San Pablo, sector 4 de mayo), esto corresponde a la cantidad de oxígeno disuelto en el agua, el que es necesario para la oxidación aeróbica de las sustancias orgánicas presentes en el agua, por tanto es un indicador de la calidad general del agua y de la contaminación orgánica. La contaminación orgánica causaría en las plantas una acumulación de los mismos en las raíces o extremidades de los vegetales, y esto repercutiría en los consumidores.

El oxígeno disuelto se encuentra en un rango de valores entre 67,10% y 72,90 %, lo que podemos considerar como un indicador de la calidad del agua ya que de contar con niveles muy bajos o nulos de oxígeno disuelto, esto indicaría una posible contaminación elevada, condiciones sépticas de materia orgánica contaminante o una intensa actividad bacteriana (consumo de oxígeno disuelto) y esto afectaría a los procesos de respiración, procesos de fotosíntesis y la preservación de la vida acuática.

La temperatura es un factor que condiciona el comportamiento de los componentes internos del agua, según (Bocanegra & Guerrero, 2015) la temperatura afecta la solubilidad de los gases, lo cual es importante, ya que un aumento de la misma, disminuye la solubilidad del

oxígeno en el agua, además, afecta la velocidad de sedimentación de los sólidos. En los resultados obtenidos, la temperatura presenta valores considerables entre 28,80 y 30,0 °C.

Los valores obtenidos para la temperatura, oxígeno disuelto, sólidos totales disueltos, nitratos, demanda bioquímica de oxígeno, turbidez, no se pudieron validar con la normativa ambiental Libro VI, Anexo 1, tabla 3. Criterios de calidad admisibles para las aguas destinadas a uso agrícola, puesto que no los considera como variables críticas a considerar acorde a su uso, esto se consideró una limitante para un análisis más completo de la calidad del agua para riego.

Se puede evidenciar que en el punto 4, los resultados presentan una diferencia en cuanto a los valores correspondientes a los sólidos totales disueltos, la turbidez y los coliformes fecales, esto se debe a que esta muestra fue tomada en el río San Pablo sector 4 de mayo, el cual forma parte de la zona urbana de la ciudad, zona en la que se ve la influencia de moradores que hacen uso de la fuente de agua para sus actividades diarias de limpieza, además de que en el punto de toma de muestra se encuentra muy cerca varias lubricadoras y una distribuidora de gasolina. Estas cuentan con sus tratamientos de aguas previos a enviar su efluente al cuerpo de agua receptor, lo cual aporta en que a pesar de que son valores más altos a diferencia de los otros tres puntos, estos cumplen con la normativa ambiental en lo que respecta a coliformes fecales, pH, Nitritos y sulfatos.

En cada uno de los puntos de muestreo se hizo la determinación del índice de calidad del agua ICA-NSF, con lo que puede establecerse que en los cuatro puntos la calidad del agua está en la categoría “regular”, en general los parámetros empleados para este criterio de calidad no inciden en gran manera con el resultado, el resultado obtenido se ve influenciado por la ausencia del valor de los fosfatos, por tal motivo se infiere en que si contáramos con estos valores, el índice de calidad del agua podría estar en la categoría de “buena”.

## **5.2 RECOMENDACIONES**

Tomando en consideración los resultados obtenidos durante el desarrollo de la investigación, además del respaldo bibliográfico que permitió la ejecución del estudio, se plantea las siguientes recomendaciones:

Ampliar los periodos de recolección de muestras, tener un mínimo de 2 jornadas de monitoreo al año, para tener valores que representen la época lluviosa y la época seca de la zona de estudio.

Ampliar el número de parámetros a analizar por muestras, considerando la tabla 3 y 4 de la normativa ambiental ecuatoriana, en donde se incluya la conductividad eléctrica, sales, bicarbonatos, cloruros, entre otros.

Identificar zonas cercanas donde se pueda aplicar este tipo de estudio, en el que se consideren los asentamientos de personas en las zonas externas de las ciudades con acceso a una fuente de río que puedan estar influyendo en la calidad del agua que pueda ser empleada para riego agrícola.

Trabajar a través de las autoridades pertinentes, ya sea municipio o ministerio de ambiente, para un estudio de las aguas de ríos que son empleadas para riego agrícola, así como crear una cultura de cuidado de los cuerpos de agua en los sectores donde se detecten problemas en cuanto a la calidad del agua.

Crear conciencia en la ciudadanía y sobre todo entre los moradores de los sectores elegidos como puntos de monitoreo, en el cuidado de los cuerpos de agua como el río.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Bocanegra, S., & Guerrero, M. (2015). *Calidad de agua para uso agrícola y conservación de recursos en la Cuenca Baja del Río Moche, Julio- Diciembre 2014. La Libertad.*
- Bolaños-alfaro, J. D., Cordero-castro, G., & Segura-araya, G. (2017). *Determinación de nitritos, nitratos, sulfatos y fosfatos en agua potable como indicadores de contaminación ocasionada por el hombre , en dos cantones de Alajuela ( Costa Rica ) Determination of nitrites , nitrates , sulfates and contamination caused by hu.* <https://doi.org/10.18845/tm.v30i4.3408>
- Bustos, M. (2019). *ANÁLISIS QUÍMICO DE COMPOSICIÓN DE AGUAS NATURALES PARA ESTABLECER LINEA BASE EN LAGO TORO DEL PARQUE NACIONAL HUERQUEHUE.*
- Caho-Rodríguez, C. A., & López-Barrera, E. A. (2017). Determinación del Índice de Calidad de Agua para el sector occidental del humedal Torca-Guaymaral empleando las metodologías UWQI y CWQI. *Producción + Limpia*, 12(2), 35–49. <https://doi.org/10.22507/pml.v12n2a3>
- Cajaleón, L. (2020). *DETERMINACIÓN DE LOS PARÁMETROS FÍSICOQUÍMICOS Y MICROBIOLÓGICOS DE LA CALIDAD DEL AGUA EN LA LAGUNA MANCAPOZO, PARA CONSUMO HUMANO, LA ESPERANZA, AMARILIS - HUÁNUCO AGOSTO - NOVIEMBRE 2019.*
- Campos, O. (2022). *EFFECTO DE Eichhornia crassipes M y Lemna minor L EN LA EXTRACCIÓN DE NITRATOS, SULFATOS Y FOSFATOS EN AGUAS RESIDUALES DOMÉSTICAS DE LA CIUDAD DE JAÉN, PROVINCIA JAÉN, DEPARTAMENTO CAJAMARCA.*
- CEDEGE, & PNUD. (1983). Plan Regional Integrado de la Cuenca del Río Guayas y la Península de Santa Elena. *Propuesta Del Plan Hidráulico Regional*, 1, 64.
- Cisneros, F., & Pacheco, E. (2010). Investigación en agua y suelo como recursos estratégicos. In *XII Congreso Ecuatoriano de la Ciencia del Suelo.*
- Cuvi, M., & Ruiz, D. (2022). *EVALUACIÓN DE LA CALIDAD DEL AGUA PARA RIEGO EN LAS ÉPOCAS SECA Y LLUVIOSA DE LOS CANALES ALUMIS, NORTE, JIMENEZ CEVALLOS, BELISARIO QUEVEDO, LA MARTÍNEZ Y EL RÍO SAN JUAN DE PATOA, UBICADOS EN LA PROVINCIA DE COTOPAXI, PERIODO 2021-2022.*
- Del Valle, J. (2017). El agua, un recurso cada vez más estratégico. *El Agua: ¿fuente de Conflicto o Cooperación?*, N° 186, 71–118. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=6115630>
- Espinoza, K. (2020). *Evaluación de la calidad de agua y metales traza del río Jubones en el cantón Pasaje, provincia de El Oro, Ecuador (Vol. 3, Issue 2017).* <http://repositorio.unan.edu.ni/2986/1/5624.pdf>
- Granizo, R., & Toa, V. (2020). *Determinación del índice de calidad de agua (ICA-NSF) de*

*las fuentes de agua resultantes de un plan de manejo de páramos, parroquia Sucre, cantón Patate.*

<https://repositorio.uea.edu.ec/xmlui/bitstream/handle/123456789/734/T.AGROP.B.UEA.1159.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

- Gualdrón, L. (2016). *Evaluación de la calidad de agua de ríos de Colombia usando parámetros físicoquímicos y biológicos.*
- Guilcamaigua, D., & Chancusig, E. (2019). *Evaluación De La Calidad Del Agua De Riego En Tres Agrosistemas: Tradicional, Orgánico Y Convencional.* 1–24.
- Márquez, R., Pinto, A., & Toro, D. (2017). La gobernanza del agua para riego en el Ecuador contemporáneo. *Mikarimin. Revista Científica Multidisciplinaria*, 3(1), 9–24. <http://45.238.216.13/ojs/index.php/mikarimin/article/view/562>
- Masseroni, M. L., Aumassanne, Carolina Manuela Sartor, P. D., Zamora, C. D., & Fontanella, D. R. (2018). *CALIDAD DEL AGUA PARA RIEGO: SITUACIÓN HISTÓRICA Y ACTUAL DEL RÍO COLORADO (COMUNICACIÓN BREVE) Maria.* 40(2), 44–53.
- Méndez-Zambrano, P., Arcos-Logroño, J., & Cazorla-Vinueza, X. (2020). Determinación del índice de calidad del agua (NSF) del río Copueno ubicado en Cantón Morona. *Dominio de Las Ciencias*, 6(2), 734–746.
- Ministerio de Agricultura y Riego, R., Autoridad nacional del Agua, A., & Secretaria General, S. (2006). *METODOLOGÍA PARA LA DETERMINACIÓN DEL ÍNDICE DE CALIDAD DE AGUA ICQ-PE APLICADO A LOS CUERPOS DE AGUA CONTINENTALES SUPERFICIALES.* (Vol. 1999, Issue December).
- Ministerio del Ambiente. (2009). *Estudio de vulnerabilidad actual a los riesgos climáticos en el sector de los recursos hídricos en las cuencas de los Ríos Paute, Jubones, Catamayo, Chone, Portoviejo y Babahoyo* (Issue April 2014). <http://web.ambiente.gob.ec/sites/default/files/users/dhermida/estudiovulnerabilidad.pdf>
- Moreira, J. A., & Ramos, J. F. (2021). EVALUACIÓN DE COAGULANTE A PARTIR DEL ALMIDON DE PAPA (*Solanum tuberosum*) para el tratamiento de aguas en el río Babahoyo. In *Paper Knowledge . Toward a Media History of Documents.*
- Pauta, G., Velasco, M., Gutiérrez, D., Vázquez, G., Rivera, S., Morales, Ó., & Abril, A. (2019). Evaluación de la calidad del agua de los ríos de la ciudad de Cuenca, Ecuador. *Maskana*, 10(2), 76–88. <https://doi.org/10.18537/mskn.10.02.08>
- Quinteros Carabalí, J. A., Gómez-García, J., Solano, M., Llumiquinga, G., Burgos, C., & Carrera-Villacrés, D. (2019). Evaluación de la calidad de agua para riego y aprovechamiento del recurso hídrico de la quebrada Togllahuayco. *Siembra*, 6(2), 046–057. <https://doi.org/10.29166/siembra.v6i2.1641>
- Quiroz, L., Izquierdo, E., & Menéndez, C. (2017). Aplicación del índice de calidad de agua en el río Portoviejo, Ecuador. *Revista de Ingeniería Hidráulica y Ambiental*, 38(3), 41–51 p.

- Rivera, N. (2017). *Contaminación ambiental, su influencia en el desarrollo turístico del río San Pablo del cantón Babahoyo*.
- Simbaña-Farinango, K., Romero-Estévez, D., Yáñez-Jácome, G., Benavides, D., & Navarrete, H. (2019). Evaluación de la calidad del agua del río Pita (Ecuador), implicación para la conservación de la vida acuática y silvestre. In *infoANALÍTICA* (Vol. 7, Issue 2, pp. 71–93). <https://doi.org/10.26807/ia.v7i2.104>
- Torres, P., Cruz, C., & Patiño, P. (2008). Índice de calidad de agua en fuentes superficiales utilizadas en la producción de agua para consumo humano, una revisión crítica. *Ingenierías Universidad de Medellín*, 8(15), 79–94. <https://doi.org/10.1039/9781788012669-00386>
- Venegas, J. M. (2016). Evaluación del contenido de metales pesados en las aguas y el sedimento del río Babahoyo, en el tramo comprendido entre las localidades de Babahoyo y Samborondón. *Escuela Superior Politécnica Del Litoral*. <http://dspace.esPOCH.edu.ec/bitstream/123456789/6378/1/98T00109.pdf>

# ANEXOS



## INFORME DE ENSAYOS

N° 86267-1



8626712082021000000 Ilima



SANCHEZ VASQUEZ VIVIANA LORENA

Representante Legal: ---

Dirección: Clemente Baquerizo / Calderon S/N y Garcia Moreno y Juan X Marcos, Tel. 0969165237

Atención: Ing. Viviana Sánchez

Guayaquil, 2021-12-17

### DATOS DE LA MUESTRA

<b>Punto e Identificación de la Muestra:</b>	AGUA DEL RÍO CERCA A LA HCD.A. AMELIA. ANTES DE UNIRSE CON EL RÍO CRISTAL
<b>Fecha/Hora/Lugar de Toma de Muestra:</b>	2021/12/08 / 12:35 / SECTOR LAS JUNTAS
<b>Fecha/Hora Recepción Muestras:</b>	2021/12/08 / 17:26
<b>Matriz de la muestra:</b>	Agua Natural
<b>LM de acuerdo a la Norma</b>	ANEXO 1 LIBRO VI TULSMA ACUERDO MINISTERIAL 097A (2015-11) TABLA 3. CRITERIOS DE CALIDAD DE AGUA PARA RIEGO AGRÍCOLA

### DATOS DE MUESTREO

PARÁMETRO	RESULTADO	UNIDADES	U K=2	C.C.	MÉTODO	ANALIZADO POR
Potencial de Hidrógeno, in situ	7,59	Unidades de pH	0,30	6 - 9	PEE-GQM-FQ-41	2021/12/08 AF
Temperatura in situ	30,0	oC	4,2	---	PEE-GQM-FQ-02	2021/12/08 AF
Oxígeno Disuelto in situ, % Saturación	72,50	%	7,05	---	PEE-GQM-FQ-65	2021/12/08 AF

### AGREGADOS/COMPONENTES FISICOS

PARÁMETRO	RESULTADO	UNIDADES	U K=2	C.C.	MÉTODO	ANALIZADO POR
Sólidos Totales Disueltos	88,00	mg/l	13,41	---	PEE-GQM-FQ-70	2021/12/13 NS
Turbidez	9,22	NTU	1,02	---	PEE-GQM-FQ-25	2021/12/09 DF

### AGREGADOS ORGANICOS

PARÁMETRO	RESULTADO	UNIDADES	U K=2	C.C.	MÉTODO	ANALIZADO POR
Demanda Bioquímica de Oxígeno (3)	5,85	mgO <sub>2</sub> /l	---	---	PEE-GQM-FQ-05	2021/12/09 LS

### INORGANICOS NO METALES

PARÁMETRO	RESULTADO	UNIDADES	U K=2	C.C.	MÉTODO	ANALIZADO POR
Nitritos (3)	0,095	mg/l	---	0,5	PEE-GQM-FQ-14	2021/12/10 DF
Sulfatos (3)	9	mg/l	---	250	PEE-GQM-FQ-28	2021/12/09 DF

### MICROBIOLOGÍA

PARÁMETRO	RESULTADO	UNIDADES	U K=2	C.C.	MÉTODO	ANALIZADO POR
Coliformes Fecales	161,00	NMP/100 ml	---	1000	PEE-GQM-MB-69	2021/12/09 SP

### SIMBOLOGÍA:

--- No Aplica  
 <L.D. Menor al Límite Detectable  
 N.E. No efectuado  
 S.M. Standard Methods  
 U K=2 Incertidumbre Nivel de Confianza 95,45%

E.P.A. Environmental Protection Agency  
 P.E.E. Procedimiento específico de ensayo de GQM  
 G.R. Grados de Restricción  
 L.M.P. Límite Máximo Permissible  
 V.L.P. Valor Límite Permissible

V.M.R. Valor Máximo Referencial  
 C.C. Criterios de Calidad  
 V.M. Valor Máximo  
 V.M.P. Valor Máximo Permissible

### NOMENCLATURA:

- (1) Parámetro NO INCLUIDO en el alcance de acreditación ISO 17025 por el SAE.
- (2) Parámetro subcontratado NO ACREDITADO, competencia evaluada Cap. 5 Manual de Calidad de GQM
- (3) Parámetro acreditado cuyo resultado está FUERA DEL ALCANCE de acreditación.
- (4) Parámetro subcontratado ACREDITADO, ver alcance en [www.acreditacion.gob.ec](http://www.acreditacion.gob.ec)

### IMPORTANTE:

Los resultados de este informe de ensayo sólo son aplicables a las muestras analizadas; PROHIBIDA su reproducción total o parcial sin autorización escrita de GQM.

### DESCARGO DE RESPONSABILIDAD:

La información del lugar de toma, punto e identificación de la muestra es proporcionada por el cliente a GQM previo a su monitoreo o recepción.

Si la muestra es entregada por el cliente, sus resultados aplican a la muestra tal como se recibió.

**SANCHEZ VASQUEZ VIVIANA LORENA**

Representante Legal: ---

Dirección: Clemente Baquerizo / Calderon S/N y Garcia Moreno y Juan X Marcos, Tel. 0969 165 237

Atención : Ing. Viviana Sánchez

Guayaquil, 2021-12-17

**DATOS DE TOMA / RECEPCIÓN DE MUESTRA**

<b>Punto e identificación de la Muestra:</b>	AGUA DEL RÍO CERCA A LA HCDA. AMELIA. ANTES DE UNIRSE CON EL RÍO CRISTAL
<b>Fecha/Hora Lugar de Toma de Muestra:</b>	2021/12/08 / 12:35 / SECTOR LAS JUNTAS
<b>Fecha/Hora Recepción Muestras:</b>	2021/12/08 / 17:26
<b>Matriz de la muestra:</b>	Agua Natural
<b>Responsable de Toma de Muestra / Tipo de Muestra:</b>	GRUPO QUIMICO MARCOS C. LTDA / a franco / Puntual
<b>Duración de Actividad:</b>	---
<b>Coordenadas Geográficas:</b>	9793256 17M0684258
<b>Norma Técnica Aplicada:</b>	INEN 2169-2176: 2013 – PG-GQM-09
<b>Temperatura de Recepción de Muestra (Equipo):</b>	3.1 °C / EI-517
<b>Condiciones Ambientales del Monitoreo:</b>	CUANDO EL MUESTREO ES REALIZADO POR GQM, LOS DATOS SE REGISTRAN EN SU ACTA DE TOMA DE MUESTRAS QUE ESTA A DISPOSICIÓN DEL CLIENTE.
<b>Muestreo Actividad Acreditada:</b>	Muestreo de Aguas Naturales y Residuales. Parámetros: DBO, DQO, Aceites y Grasas, TPH, Fenoles, ST y SST.
<b>LPM de acuerdo a la Norma</b>	ANEXO 1 LIBRO VI TULSMA ACUERDO MINISTERIAL 097A (2015-11) TABLA 3. CRITERIOS DE CALIDAD DE AGUA PARA RIEGO AGRÍCOLA

**MEMORIA FOTOGRÁFICA**



Digitally signed by  
**LAURA MERCEDES YANQUI MOREIRA**  
 Date: 2021-12-17 10:30:01-05:00

**Q.F. LAURA YANQUI M.**  
 Coordinadora de calidad

**IMPORTANTE:**

Los resultados de este informe de ensayo sólo son aplicables a las muestras analizadas; PROHIBIDA su reproducción total o parcial sin autorización escrita de GQM.

INCERTIDUMBRE DE MUESTRO/TOMA DE MUESTRA:

En caso de ser requerida, se encuentra disponible como una desviación de repetibilidad(s)

DESCARGO DE RESPONSABILIDAD:

La información del lugar de toma, punto e identificación de la muestra es proporcionada por el cliente a GQM previo a su monitoreo o recepción.

Si la muestra es entregada por el cliente, sus resultados aplican a la muestra tal como se recibió.



**SANCHEZ VASQUEZ VIVIANA LORENA**

Representante Legal: ---

Dirección: Clemente Baquerizo / Calderon S/N y Garcia Moreno y Juan X Marcos, Tel. 0969165237

Atención : Ing. Viviana Sánchez

Guayaquil, 2021-12-17

**DATOS DE LA MUESTRA**

Punto e Identificación de la Muestra:	RÍO SANTA ROSA - CERCA A LA HCDA. B BLDACO
Fecha/Hora Lugar de Toma de Muestra:	2021/12/08 / 13:16 / BABAHOYO - SECTOR SANTA ROSA
Fecha/Hora Recepción Muestras:	2021/12/08 / 17:26
Matriz de la muestra:	Agua Natural
LRM de acuerdo a la Norma	ANEXO 1 LIBRO VI TULSMA ACUERDO MINISTERIAL 097A (2015-11) TABLA 3. CRITERIOS DE CALIDAD DE AGUA PARA RIEGO AGRÍCOLA

**DATOS DE MUESTREO**

PARÁMETRO	RESULTADO	UNIDADES	U K=2	C.C.	MÉTODO	ANALIZADO POR
Potencial de Hidrógeno, in situ	7,49	Unidades de pH	0,29	6 - 9	PEE-GQM-FQ-41	2021/12/08 AF
Temperatura in situ	29,4	oC	4,1	---	PEE-GQM-FQ-02	2021/12/08 AF
Oxígeno Disuelto in situ, % Saturación	69,90	%	6,79	---	PEE-GQM-FQ-65	2021/12/08 AF

**AGREGADOS/COMPONENTES FISICOS**

PARÁMETRO	RESULTADO	UNIDADES	U K=2	C.C.	MÉTODO	ANALIZADO POR
Sólidos Totales Disueltos	76,00	mg/l	11,58	---	PEE-GQM-FQ-70	2021/12/13 NS
Turbidez	15,80	NTU	1,75	---	PEE-GQM-FQ-25	2021/12/09 DF

**AGREGADOS ORGANICOS**

PARÁMETRO	RESULTADO	UNIDADES	U K=2	C.C.	MÉTODO	ANALIZADO POR
Demanda Bioquímica de Oxígeno (3)	2,76	mgO2/l	---	---	PEE-GQM-FQ-05	2021/12/09 LS

**INORGANICOS NO METALES**

PARÁMETRO	RESULTADO	UNIDADES	U K=2	C.C.	MÉTODO	ANALIZADO POR
Nitritos (3)	0,069	mg/l	---	0,5	PEE-GQM-FQ-14	2021/12/10 DF
Sulfatos (3)	9	mg/l	---	250	PEE-GQM-FQ-28	2021/12/09 DF

**MICROBIOLOGÍA**

PARÁMETRO	RESULTADO	UNIDADES	U K=2	C.C.	MÉTODO	ANALIZADO POR
Coliformes Fecales	110,00	NMP/100 ml	---	1000	PEE-GQM-MB-69	2021/12/09 SP

**SIMBOLOGÍA:**

--- No. Aplica	E.P.A. Environmental Protection Agency	V.M.R. Valor Máximo Referencial
<LD Menor al Límite Detectable	P.E.E. Procedimiento específico de ensayo de GQM	C.C. Criterios de Calidad
N.E. No efectuado	G.R. Grados de Restricción	V.M. Valor Máximo
S.M. Standard Methods	L.M.P. Límite Máximo Permissible	V.M.P. Valor Máximo Permissible
U K=2 Incertidumbre Nivel de Confianza 95,45%	V.L.P. Valor Límite Permissible	

**NOMENCLATURA:**

- (1) Parámetro NO INCLUIDO en el alcance de acreditación ISO 17025 por el SAE.
- (2) Parámetro subcontratado NO ACREDITADO, competencia evaluada Cap. 5 Manual de Calidad de GQM.
- (3) Parámetro o resultado cuyo resultado está FUERA DEL ALCANCE de acreditación.
- (4) Parámetro subcontratado ACREDITADO, ver alcance en [www.acreditacion.gub.ec](http://www.acreditacion.gub.ec)

**IMPORTANTE:**

Los resultados de este informe de ensayo sólo son aplicables a las muestras analizadas; PROHIBIDA su reproducción total o parcial sin autorización escrita de GQM.

**DESCARGO DE RESPONSABILIDAD:**

La información del lugar de toma, punto e identificación de la muestra es proporcionada por el cliente a GQM previo a su monitoreo o recepción.

Si la muestra es entregada por el cliente, sus resultados aplican a la muestra tal como se recibió.



**SANCHEZ VASQUEZ VIVIANA LORENA**

Representante Legal: ---

Dirección: Clemente Baquerizo / Calderon S/N y Garcia Moreno y Juan X Marcos, Tel. 0969165237

Atención : Ing. Viviana Sánchez

**Guayaquil, 2021-12-17**

**DATOS DE TOMA / RECEPCIÓN DE MUESTRA**

<b>Punto e identificación de la Muestra:</b>	RÍO SANTA ROSA - CERCA A LA HCDA. BELDAGO
<b>Fecha/Hora Lugar de Toma de Muestra:</b>	2021/12/08 / 13:16 / BABAHUYO - SECTOR SANTA ROSA
<b>Fecha/Hora Recepción Muestras:</b>	2021/12/08 / 17:26
<b>Matriz de la muestra:</b>	Agua Natural
<b>Responsable de Toma de Muestra / Tipo de Muestra:</b>	GRUPO QUIMICO MARCOS C. LTDA / a franco / Puntual
<b>Duración de Actividad:</b>	---
<b>Coordenadas Geográficas:</b>	98Q2491 17M0678460
<b>Norma Técnica Aplicada:</b>	INEN 2169-2176: 2013 - PG-GQM-09
<b>Temperatura de Recepción de Muestra (Equipo):</b>	3.1 °C / EI-517
<b>Condiciones Ambientales del Monitoreo:</b>	CUANDO EL MUESTREO ES REALIZADO POR GQM, LOS DATOS SE REGISTRAN EN SU ACTA DE TOMA DE MUESTRAS QUE ESTA A DISPOSICIÓN DEL CLIENTE.
<b>Muestreo Actividad Acreditada:</b>	Muestreo de Aguas Naturales y Residuales. Parámetros: DBO, DQO, Aceites y Grasas, TPH, Fenóles, ST y SST.
<b>LPM de acuerdo a la Norma</b>	ANEXO 1 LIBRO VI TULSMA ACUERDO MINISTERIAL 097A, [2015-11] TABLA 3. CRITERIOS DE CALIDAD DE AGUA PARA RIEGO AGRÍCOLA

**MEMORIA FOTOGRÁFICA**



Digitally signed by  
**LAURA MERCEDES YANQUI MOREIRA**  
Date: 2021-12-17 10:30:01-05:00

**Q.F. LAURA YANQUI M.**  
Coordinadora de calidad

**IMPORTANTE:**

Los resultados de este informe de ensayo solo son aplicables a las muestras analizadas; PROHIBIDA su reproducción total o parcial sin autorización escrita de GQM.

**INCERTIDUMBRE DE MUESTREO/TOMA DE MUESTRA:**

En caso de ser requerida, se encuentra disponible como una desviación de repetibilidad(1)

**DESCARGO DE RESPONSABILIDAD:**

La información del lugar de toma, punto e identificación de la muestra es proporcionada por el cliente a GQM previo a su monitoreo o recepción.

Si la muestra es entregada por el cliente, sus resultados aplican a la muestra tal como se recibió.



SANCHEZ VASQUEZ VIVIANA LORENA

Representante Legal: ---

Dirección: Clemente Baquerizo / Calderon S/N y Garcia Moreno y Juan X Marcos, Tel. 0969165237

Atención: Ing. Viviana Sánchez

Guayaquil, 2021-12-17

**DATOS DE LA MUESTRA**

Punto e Identificación de la Muestra:	AGUA DE RÍO A LA ALTURA DE LA FACIAG UTB
Fecha/Hora/Lugar de Toma de Muestra:	2021/12/08 / 13:50 / BABAHOYO
Fecha/Hora Recepción Muestras:	2021/12/08 / 17:26
Matriz de la muestra:	Agua Natural

LPM de acuerdo a la Norma	ANEXO 1 LIBRO VI TULSMA, ACUERDO MINISTERIAL 097A (2015-11) TABLA 3. CRITERIOS DE CALIDAD DE AGUA PARA RIEGO AGRÍCOLA
---------------------------	---

**DATOS DE MUESTREO**

PARÁMETRO	RESULTADO	UNIDADES	U K=2	C.C.	MÉTODO	ANALIZADO POR
Potencial de Hidrógeno, in situ	7,54	Unidades de pH	0,30	6 - 9	PEE-GQM-FQ-41	2021/12/08 AF
Temperatura in situ	28,4	oC	4,0	---	PEE-GQM-FQ-02	2021/12/08 AF
Oxígeno Disuelto in situ, % Saturación	72,90	%	7,09	---	PEE-GQM-FQ-65	2021/12/08 AF

**AGREGADOS/COMPONENTES FÍSICOS**

PARÁMETRO	RESULTADO	UNIDADES	U K=2	C.C.	MÉTODO	ANALIZADO POR
Sólidos Totales Disueltos	84,00	mg/l	12,80	---	PEE-GQM-FQ-70	2021/12/13 NS
Turbidez	13,60	NTU	1,51	---	PEE-GQM-FQ-25	2021/12/09 DF

**AGREGADOS ORGANICOS**

PARÁMETRO	RESULTADO	UNIDADES	U K=2	C.C.	MÉTODO	ANALIZADO POR
Demanda Bioquímica de Oxígeno (3)	2,67	mgO <sub>2</sub> /l	---	---	PEE-GQM-FQ-05	2021/12/09 LS

**INORGANICOS NO METALES**

PARÁMETRO	RESULTADO	UNIDADES	U K=2	C.C.	MÉTODO	ANALIZADO POR
Nitritos (3)	0,082	mg/l	---	0,5	PEE-GQM-FQ-14	2021/12/10 DF
Sulfatos (3)	9	mg/l	---	250	PEE-GQM-FQ-28	2021/12/09 DF

**MICROBIOLOGÍA**

PARÁMETRO	RESULTADO	UNIDADES	U K=2	C.C.	MÉTODO	ANALIZADO POR
Coliformes Fecales	41,00	NMP/100 ml	---	1000	PEE-GQM-MB-69	2021/12/09 SP

**SIMBOLOGÍA:**

--- No Aplica	E.P.A. Environmental Protection Agency	V.M.R. Valor Máximo Referencial
<LD Menor al Límite Detectable	P.E.E. Procedimiento específico de ensayo de GQM	C.C. Criterios de Calidad
N.E. No efectuado	G.R. Grados de Restricción	V.M. Valor Máximo
S.M. Standard Methods	L.M.P. Límite Máximo Permisible	V.M.P. Valor Máximo Permisible
U K=2 Incertidumbre Nivel de Confianza 95,45%	V.L.P. Valor Límite Permisible	

**NOMENCLATURA:**

- (1) Parámetro NO INCLUIDO en el alcance de acreditación ISO 17025 por el SAE.
- (2) Parámetro subcontratado NO ACREDITADO, competencia evaluada Cap. 5 Manual de Calidad de GQM
- (3) Parámetro acreditado cuyo resultado está FUERA DEL ALCANCE de acreditación.
- (4) Parámetro subcontratado ACREDITADO, ver alcance en [www.acreditacion.gub.ec](http://www.acreditacion.gub.ec)

**IMPORTANTE:**

Los resultados de este informe de ensayo sólo son aplicables a las muestras analizadas; PROHIBIDA su reproducción total o parcial sin autorización escrita de GQM.

**DESCARGO DE RESPONSABILIDAD:**

La información del lugar de toma, punto e identificación de la muestra es proporcionada por el cliente a GQM previo a su monitoreo o recepción.

Si la muestra es entregada por el cliente, sus resultados aplican a la muestra tal como se recibió.



SANCHEZ VASQUEZ VIVIANA LORENA

Representante Legal: ---

Dirección: Clemente Baquerizo / Calderon S/N y Garcia Moreno y Juan X Marcos, Tel. 0969165237

Atención : Ing. Viviana Sánchez

Guayaquil, 2021-12-17

**DATOS DE TOMA / RECEPCIÓN DE MUESTRA**

Punto e identificación de la Muestra:	AGUA DE RÍO A LA ALTURA DE LA FACIAG UTB
Fecha/Hora Lugar de Toma de Muestra:	2021/12/08 / 13:50 / BABAHUYO
Fecha/Hora Recepción Muestras:	2021/12/08 / 17:26
Matriz de la muestra:	Agua Natural
Responsable de Toma de Muestra / Tipo de Muestra:	GRUPO QUIMICO MARCOS C. LTDA / a franco / Puntual
Duración de Actividad:	---
Coordenadas Geográficas:	9801434 17M0669071
Norma Técnica Aplicada:	INEN 2169-2176: 2013 – PG-GQM-09
Temperatura de Recepción de Muestra (Equipo):	3.1 C° / EI-517
Condiciones Ambientales del Monitoreo:	CUANDO EL MUESTREO ES REALIZADO POR GQM, LOS DATOS SE REGISTRAN EN SU ACTA DE TOMA DE MUESTRAS QUE ESTA A DISPOSICIÓN DEL CLIENTE.

Muestreo Actividad Acreditada: Muestreo de Aguas Naturales y Residuales. Parámetros: DBO, DQO, Aceites y Grasas, TPH, Fenoles, ST y SST.

LPM de acuerdo a la Norma

ANEXO 1 LIBRO VI TULSMA ACUERDO MINISTERIAL 097A (2015-11) TABLA 3. CRITERIOS DE CALIDAD DE AGUA PARA RIEGO AGRÍCOLA

**MEMORIA FOTOGRÁFICA**



Digitally signed by  
LAURA MERCEDES YANQUI MOREIRA  
Date: 2021-12-17 10:30:01-05:00

**Q.F. LAURA YANQUI M.**  
Coordinadora de calidad

**IMPORTANTE:**

Los resultados de este informe de ensayo sólo son aplicables a las muestras analizadas; PROHIBIDA su reproducción total o parcial sin autorización escrita de GQM.

INCERTIDUMBRE DE MUESTREO/TOMA DE MUESTRA:

En caso de ser requerida, se encuentra disponible como una de las opciones de repetibilidad(y)

DESCARGO DE RESPONSABILIDAD:

La información del lugar de toma, punto e identificación de la muestra es proporcionada por el cliente a GQM previo a su monitoreo o recepción.

Si la muestra es entregada por el cliente, sus resultados aplican a la muestra tal como se recibió.



**SANCHEZ VASQUEZ VIVIANA LORENA**

Representante Legal: ---

Dirección: Clemente Baquerizo / Calderon S/N y Garcia Moreno y Juan X Marcos, Tel. 0969165237

Atención: Ing. Viviana Sánchez

Guayaquil, 2021-12-17

**DATOS DE LA MUESTRA**

<b>Punto e Identificación de la Muestra:</b>	AGUA DE RÍO DEL SECTOR 4 DE MAYO
<b>Fecha/Hora Lugar de Toma de Muestra:</b>	2021/12/08 / 14:10 / BABAHOYO SECTOR 4 DE MAYO
<b>Fecha/Hora Recepción Muestras:</b>	2021/12/08 / 17:26
<b>Matriz de la muestra:</b>	Agua Natural

<b>LPM de acuerdo a la Norma</b>	ANEXO 1 LIBRO VI TULSMA ACUERDO MINISTERIAL 097A (2015-11) TABLA 3. CRITERIOS DE CALIDAD DE AGUA PARA RIEGO AGRÍCOLA
----------------------------------	--

**DATOS DE MUESTREO**

PARÁMETRO	RESULTADO	UNIDADES	U K=2	C.C.	MÉTODO	ANALIZADO POR
Potencial de Hidrógeno, in situ	7,16	Unidades de pH	0,28	6 - 9	PEE-GQM-FQ-4.1	2021/12/08 AF
Temperatura in situ	28,8	oC	4,1	---	PEE-GQM-FQ-0.2	2021/12/08 AF
Oxígeno Disuelto in situ, % Saturación	67,10	%	6,52	---	PEE-GQM-FQ-6.5	2021/12/08 AF

**AGREGADOS/COMPONENTES FÍSICOS**

PARÁMETRO	RESULTADO	UNIDADES	U K=2	C.C.	MÉTODO	ANALIZADO POR
Sólidos Totales Disueltos	104,00	mg/l	15,85	---	PEE-GQM-FQ-7.0	2021/12/13 NS
Turbidez	26,10	NTU	2,90	---	PEE-GQM-FQ-2.5	2021/12/09 DF

**AGREGADOS ORGANICOS**

PARÁMETRO	RESULTADO	UNIDADES	U K=2	C.C.	MÉTODO	ANALIZADO POR
Demanda Bioquímica de Oxígeno (3)	3,54	mgO <sub>2</sub> /l	---	---	PEE-GQM-FQ-0.5	2021/12/09 LS

**INORGANICOS NO METALES**

PARÁMETRO	RESULTADO	UNIDADES	U K=2	C.C.	MÉTODO	ANALIZADO POR
Nitritos	0,138	mg/l	0,028	0,5	PEE-GQM-FQ-1.4	2021/12/10 DF
Sulfatos (3)	12	mg/l	---	250	PEE-GQM-FQ-2.8	2021/12/09 DF

**MICROBIOLOGÍA**

PARÁMETRO	RESULTADO	UNIDADES	U K=2	C.C.	MÉTODO	ANALIZADO POR
Coliformes Fecales	200,00	NMP/100 ml	---	1000	PEE-GQM-MB-69	2021/12/09 SP

**SIMBOLOGÍA:**

--- No Aplica  
 <LD Menor al Límite Detectable  
 N.E. No efectuado  
 S.M. Standard Methods  
 U Ki2 Incertidumbre Nivel de Confianza 95,45%

E.P.A. Environmental Protection Agency  
 P.E.E. Procedimiento específico de ensayo de GQM  
 G.R. Grados de Restricción  
 L.M.P. Límite Máximo Permissible  
 V.L.P. Valor Límite Permissible

V.M.R. Valor Máximo Referencial  
 C.C. Criterios de Calidad  
 V.M. Valor Máximo  
 V.M.P. Valor Máximo Permissible

**NOMENCLATURA:**

- (1) Parámetro NO INCLUIDO en el alcance de acreditación ISO 17025 por el SAE.
- (2) Parámetro subcontratado NO ACREDITADO, competencia e idoneidad Cap. 5 Manual de Calidad de GQM
- (3) Parámetro acreditado cuyo resultado está FUERA DEL ALCANCE de acreditación.
- (4) Parámetro subcontratado ACREDITADO, ver alcance en [www.acreditacion.gob.ec](http://www.acreditacion.gob.ec)

**IMPORTANTE:**

Los resultados de este informe de ensayo sólo son aplicables a las muestras analizadas; PROHIBIDA su reproducción total o parcial sin autorización escrita de GQM.

**DESCARGO DE RESPONSABILIDAD:**

La información del lugar de toma, punto e identificación de la muestra es proporcionada por el cliente a GQM previo a su monitoreo o recepción.

Si la muestra es entregada por el cliente, sus resultados aplican a la muestra tal como se recibió.



**SANCHEZ VASQUEZ VIVIANA LORENA**

Representante Legal: ---

Dirección: Clemente Baquerizo / Calderon S/N y Garcia Moreno y Juan X Marcos, Tel. 0969165237

Atención: Ing. Viviana Sánchez

Guayaquil, 2021-12-17

**DATOS DE TOMA / RECEPCIÓN DE MUESTRA**

**Punto e Identificación de la Muestra:** AGUA DE RÍO DEL SECTOR 4 DE MAYO  
**Fecha/Hora Lugar de Toma de Muestra:** 2021/12/08 / 14:10 / BABAHOYO SECTOR 4 DE MAYO  
**Fecha/Hora Recepción Muestras:** 2021/12/08 / 17:26  
**Matriz de la muestra:** Agua Natural  
**Responsable de Toma de Muestra / Tipo de Muestra:** GRUPO QUIMICO MARCOS C. LTDA / a franco / Puntual  
**Duración de Actividad:** ---  
**Coordenadas Geográficas:** 9799874 17M0665869  
**Norma Técnica Aplicada:** INEN 2169-2176: 2013 - PG-GQM-09  
**Temperatura de Recepción de Muestra (Equipo):** 3.1 °C / EI-517  
**Condiciones Ambientales del Monitoreo:** CUANDO EL MUESTREO ES REALIZADO POR GQM, LOS DATOS SE REGISTRAN EN SU ACTA DE TOMA DE MUESTRAS QUE ESTÁ A DISPOSICIÓN DEL CLIENTE.  
Muestreo Actividad Acreditada: Muestreo de Aguas Naturales y Residuales. Parámetros: DBO, DQO, Aceites y Grasas, TPH, Fenoles, ST y SST.

LPM de acuerdo a la Norma

ANEXO 1 LIBRO VI TULSMA ACUERDO MINISTERIAL 097A (2015-11) TABLA 3. CRITERIOS DE CALIDAD DE AGUA PARA RIEGO AGRÍCOLA

**MEMORIA FOTOGRÁFICA**



Digitally signed by  
LAURA MERCEDES YANQUI MOREIRA  
Date: 2021-12-17 10:30:01-05:00

**Q.F. LAURA YANQUI M.**  
Coordinadora de calidad

**IMPORTANTE:**

Los resultados de este informe de ensayo sólo son aplicables a las muestras analizadas; PROHIBIDA su reproducción total o parcial sin autorización escrita de GQM.

**INCERTIDUMBRE DE MUESTREO/TOMA DE MUESTRA:**

En caso de ser requerida, se encuentra disponible como una desviación de repetibilidad(%)

**DESCARGO DE RESPONSABILIDAD:**

La información del lugar de toma, punto e identificación de la muestra es proporcionada por el cliente a GQM previo a su monitoreo o recepción.

Si la muestra es entregada por el cliente, sus resultados aplican a la muestra tal como se recibió.