



**UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA EN CIENCIAS AGROPECUARIAS Y**  
**AMBIENTALES**  
**CARRERA DE INGENIERÍA EN RECURSOS NATURALES RENOVABLES**

**EVALUACIÓN DE LA CALIDAD DEL AGUA DE LAS FUENTES DE DESCARGA**  
**EN LA ACEQUIA LA VICTORIA, CANTÓN ANTONIO ANTE**

**TRABAJO DE TITULACIÓN PARA OBTENER EL TÍTULO DE INGENIERO/A EN**  
**RECURSOS NATURALES RENOVABLES**

**AUTORA:**

**MALDONADO CÓRDOVA DIANA CRISTINA**

**DIRECTOR:**

**Ing. Eleonora Melissa Layana Bajana Msc**

**Ibarra, 2023**



## UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE BIBLIOTECA UNIVERSITARIA

### AUTORIZACIÓN DE USO Y PUBLICACIÓN A FAVOR DE LA UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

#### 1. IDENTIFICACIÓN DE LA OBRA

En cumplimiento del Art. 144 de la Ley de Educación Superior, hago la entrega del presente trabajo a la Universidad Técnica del Norte para que sea publicado en el Repositorio Digital Institucional, para lo cual pongo a disposición la siguiente información:

DATOS DE CONTACTO			
CÉDULA DE IDENTIDAD:	1004480719		
APELLIDOS Y NOMBRES:	Maldonado.Córdova Diana Cristina		
DIRECCIÓN:	Atuntaqui - Imbabura		
EMAIL:	dcmaldonadoc@utn.edu.ec		
TELÉFONO FIJO:	2909 757	TELÉFONO MÓVIL:	0962757249

DATOS DE LA OBRA	
TÍTULO:	EVALUACIÓN DE LA CALIDAD DEL AGUA DE LAS FUENTES DE DESCARGA EN LA ACEQUIA LA VICTORIA, CANTÓN ANTONIO ANTE
AUTOR:	Maldonado Córdova Diana Cristina
FECHA DE APROBACIÓN: DD/MM/AAAA	24 de julio de 2023
PROGRAMA:	<input checked="" type="checkbox"/> PREGRADO <input type="checkbox"/> POSGRADO
TÍTULO POR EL QUE OPTA:	Ingeniera en Recursos Naturales Renovables
ASESOR /DIRECTOR:	Ing. Eleonora Melissa Layana Bajana Msc

#### 2. CONSTANCIAS

La autora manifiesta que la obra objeto de la presente autorización es original y se la desarrolló, sin violar derechos de autor de terceros, por lo tanto, la obra es original y que es la titular de los derechos patrimoniales, por lo que asume la responsabilidad sobre el contenido de la misma y saldrá en defensa de la Universidad en caso de reclamación por parte de terceros.

Ibarra, a los 24 días del mes de julio de 2023

EL AUTOR:

Maldonado Córdova Diana Cristina



**CERTIFICACIÓN ENTREGA TRABAJO TITULACIÓN**  
**TRIBUNAL TUTOR**

Ibarra, 24 julio 2023

Para los fines consiguientes, CERTIFICAMOS que la señorita DIANA CRISTINA MALDONADO CÓRDOVA autor/a del trabajo de titulación: "EVALUACIÓN DE LA CALIDAD DEL AGUA DE LAS FUENTES DE DESCARGA EN LA ACEQUIA LA VICTORIA, CANTÓN ANTONIO ANTE", estudiante de la Carrera de **INGENIERÍA RECURSOS NATURALES RENOVABLES** entrega el documento en digital.

Atentamente,

**TRIBUNAL DE GRADO**

**FIRMA**

MSc. Melissa Layana B.  
**DIRECTOR TRABAJO TITULACIÓN**

MSc. Renato Oquendo A.  
**MIEMBRO TRIBUNAL TUTOR TRABAJO DE TITULACIÓN**

MSc. Santiago Cabrera  
**MIEMBRO TRIBUNAL TUTOR TRABAJO DE TITULACIÓN**



**CERTIFICACIÓN TRIBUNAL TUTOR TRABAJO DE  
TITULACIÓN**

Ibarra, 24 julio 2023.

Para los fines consiguientes, una vez revisado el documento en formato digital el trabajo de titulación: “EVALUACIÓN DE LA CALIDAD DEL AGUA DE LAS FUENTES DE DESCARGA EN LA ACEQUIA LA VICTORIA, CANTÓN ANTONIO ANTE”, de autoría de la señorita **DIANA CRISTINA MALDONADO CÓRDOVA** estudiante de la Carrera de **INGENIERÍA RECURSOS NATURALES RENOVABLES** el tribunal tutor **CERTIFICAMOS** que el/la autor/a o autores ha procedido a incorporar en su trabajo de titulación las observaciones y sugerencia realizadas por este tribunal.

Atentamente,

**TRIBUNAL TUTOR**

**FIRMA**

MSc. Melissa Layana B.  
**DIRECTOR TRABAJO TITULACIÓN**

MSc. Renato Oquendo A.  
**MIEMBRO TRIBUNAL TUTOR TRABAJO DE TITULACIÓN**

MSc. Santiago Cabrera  
**MIEMBRO TRIBUNAL TUTOR TRABAJO DE TITULACIÓN**

## AGRADECIMIENTO

*Quisiera comenzar este capítulo de agradecimientos expresando mi más profunda gratitud a mi madre, Josefina Maldonado. A ti, mami, te debo mucho más que el amor por la naturaleza. Tu constante apoyo, amor incondicional y paciencia han sido la base sobre la que he construido cada logro. Gracias por enseñarme que el esfuerzo y la perseverancia pueden superar cualquier barrera.*

*A mi familia, cada uno de ustedes ha jugado un papel integral en este viaje. Gracias por sus palabras de aliento, por las innumerables veces que escucharon mis preocupaciones y por su apoyo en los momentos duros de mi vida.*

*A mis amigos, quiero agradecerles por su apoyo y amistad a lo largo de este camino. Su compañía y risas han sido un escape necesario de las presiones del trabajo académico y me han permitido mantener el equilibrio necesario para seguir adelante.*

*A la Ingeniera Melissa Layana, mi directora de Tesis, le debo un agradecimiento especial. Su conocimiento, paciencia y mentoría me han permitido crecer tanto personal como profesionalmente. Su apoyo y orientación han sido invaluable para llevar a cabo esta investigación.*

*A mis asesores de Tesis, su experiencia y orientación han sido cruciales para el desarrollo de este trabajo. Sus perspectivas y consejos han enriquecido mi investigación y han hecho posible que esta tesis sea lo que es.*

*Finalmente, quiero agradecer a la Junta de Agua de la Acequia la Victoria y al Gobierno Provincial de Imbabura. Su cooperación y asistencia en los recorridos han sido de gran ayuda para la recopilación de datos y la comprensión de la problemática estudiada. Su compromiso con la investigación es verdaderamente inspirador. Este viaje no hubiera sido posible sin la colaboración y apoyo de todos ustedes. Por ello, desde el fondo de mi corazón, gracias*

***Diana Maldonado***

## **DEDICATORIA**

*Esta Tesis la dedico, ante todo, a mi madre, Josefina Maldonado. Su apoyo y determinación son la inspiración detrás de cada página. Ha sido mi medicina en los momentos más oscuros. Su amor ha sido la fuerza motriz que me ha permitido llegar hasta aquí.*

*A mi sobrina, Aurora Maldonado, espero que este trabajo pueda ser un ejemplo de lo que se puede lograr con dedicación y perseverancia. Tu tía no sólo ha escrito estas páginas, sino que ha vivido cada palabra, cada lucha, cada victoria. A medida que emprendas tu propio viaje como estudiante, recuerda que el camino no siempre es fácil, pero cada obstáculo superado te hace más fuerte. Espero que mi travesía pueda servirte de guía en la tuya.*

*Finalmente, me dedico este logro a mí misma. Durante este viaje he aprendido a valorar mi resistencia, mi paciencia y mi capacidad para superar las dificultades.*

*Esta Tesis no sólo es el producto de mi trabajo académico, sino también de mi crecimiento personal. Cada capítulo es un recordatorio de lo que he superado y de lo lejos que he llegado.*

*Gracias a todos los que me han acompañado en este viaje. Este logro es tanto mío como suyo. En estas páginas he dejado una parte de mí, con la esperanza de que pueda ser de ayuda para aquellos que emprendan un camino similar en el futuro.*

***Diana Maldonado***

## ÍNDICE DE CONTENIDO

RESUMEN .....	9
ABSTRACT.....	10
Capítulo I .....	11
Introducción .....	11
1.1. Antecedentes .....	11
1.2 Problema de Investigación y Justificación.....	13
1.2 Pregunta(s) Directriz (ces) de la Investigación .....	14
1.3 Objetivos .....	15
1.3.1. <i>Objetivo general</i> .....	15
1.3.2 <i>Objetivos específicos</i> .....	15
1.3 Hipótesis .....	15
Capítulo II .....	16
Revisión Literatura.....	16
2.1. Contaminación del agua.....	16
<b>Capítulo III</b> .....	23
<b>Metodología</b> .....	23
<b>3.1 Descripción del Área de Estudio</b> .....	23
3.1.1. <i>Clima</i> .....	24
3.1.2. <i>Agricultura</i> .....	24
<b>3.2. Métodos</b> .....	24
3.2.1. <i>Delimitación de las estaciones de muestreo en la acequia “La Victoria”</i> .....	24
3.2.1.1. <b>Diagrama Ombrotérmico</b> .....	25
3.2.1.2. <b>Mapa de uso de suelo</b> .....	25
3.2.1.3. <b>Estaciones de muestreo</b> .....	26
3.2.2. <i>Determinación los parámetros fisicoquímicos y microbiológicos de la acequia La Victoria</i> .....	26
3.2.2.1. <b>Toma de muestras</b> .....	27
3.2.2.2. <b>Procedimiento de muestreo in-situ y ex-situ</b> .....	28
3.2.2.4. <b>Análisis de parámetros físicoquímicos y microbiológicos</b> .....	30
3.2.2.5. <b>Análisis estadísticos</b> .....	30
3.2.2.6. <b>Patrones de distribución de parámetros</b> .....	31

3.2.3. <i>Propuesta técnica que permita mejorar la calidad de agua de la acequia la Victoria.</i> .....	31
2.3 <b>Materiales y Equipos</b> .....	32
<b>Capítulo IV</b> .....	33
<b>Resultados y Discusión</b> .....	33
<b>4.1. Delimitación de las Estaciones de Muestreo</b> .....	33
4.1.1. <i>Diagrama Ombrotérmico</i> .....	33
4.1.2. <i>Mapa de uso de suelo</i> .....	34
4.1.3. <i>Fuentes de Contaminación</i> .....	36
4.1.4. <i>Estaciones de muestreo</i> .....	40
<b>4.2. Determinación los parámetros fisicoquímicos y microbiológicos de la acequia La Victoria</b> .....	44
4.2.1. <i>Análisis de parámetros físico-químicos y microbiológicos.</i> .....	45
4.2.2. <i>Análisis estadístico</i> .....	68
<b>4.3. Propuesta de conservación de la acequia la Victoria</b> .....	69
4.3.1. <i>Programas de conservación de la acequia La Victoria</i> .....	72
<b>Capítulo V</b> .....	78
<b>Conclusiones y Recomendaciones</b> .....	78
<b>Conclusiones</b> .....	78
<b>Recomendaciones</b> .....	79
<b>REFERENCIAS</b> .....	80



**UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA EN CIENCIAS AGROPECUARIAS Y**  
**AMBIENTALES**  
**CARRERA DE INGENIERÍA EN RECURSOS NATURALES RENOVABLES**

**EVALUACIÓN DE LA CALIDAD DEL AGUA DE LAS FUENTES DE DESCARGA**  
**EN LA ACEQUIA LA VICTORIA, CANTÓN ANTONIO ANTE**

Maldonado Córdova Diana Cristina

**RESUMEN**

El deterioro de la calidad de las fuentes de agua en Ecuador se ven fuertemente presionadas por actividades antrópicas, alterando la composición física, química y biológica de estos cuerpos de agua. El presente estudio tuvo como objetivo evaluar la calidad del agua de las fuentes de descarga en la acequia la Victoria, cantón Antonio Ante. Para ello, se realizó el diagrama ombrotérmico con datos meteorológicos del INAMHI, además se realizó un mapa de uso de suelo en el periodo 1990-2013 (23 años) para determinar zonas susceptibles a contaminación, y, por último, se tomaron muestras de agua en 5 puntos de zonas agrícolas e industriales para analizar parámetros fisicoquímicos en laboratorio y aplicar herramientas estadísticas PCA. Como resultados se evidenció un aumento en los niveles de contaminación del agua durante la época lluviosa, debido a actividades antrópicas identificadas en 8 puntos, siendo las zonas agrícola y pecuaria con mayor impacto, seguido del estiércol vacuno y porcino, descargas de agua residual y desechos plásticos, por lo que los análisis de los parámetros DQO, DBO<sub>5</sub> y fosfatos sobrepasaron los valores máximos permisibles según el TULSMA y la EPA. En este sentido se propuso 2 programas: biorremediación y capacitación sobre el correcto manejo y conservación de la acequia la Victoria.

**Palabras clave:** Contaminación del agua, actividades antrópicas, parámetros fisicoquímicos, análisis.

## ABSTRACT

The degradation of the quality of water sources in Ecuador is highly pressured by anthropic activities for industrial, altering the physical, chemical and biological composition of these body's of water. The objective of this study was to evaluate the water quality of the discharge sources in the La Victoria irrigation ditch, Antonio Ante canton. For this reason, an ombrothermal diagram was made with meteorological data requested from INAMHI, a land use map was made for the period 1990-2013 (23 years) to determine areas susceptible to contamination, and, finally, water samples were taken at 5 points in agricultural and industrial areas to analyze physicochemical parameters in the laboratory and apply statistical tools PCA. The results showed an increase in water pollution levels during the rainy season, due to anthropogenic activities identified at 8 points, with the agricultural and livestock areas having the greatest impact, followed by cattle and pig manure, wastewater discharges and plastic waste, Therefore, the analyses of the parameters COD, BOD<sub>5</sub> and phosphates exceeded the maximum permissible values according to the TULSMA and the EPA. In this way, two programs were proposed: bioremediation and training on the correct management and conservation of the La Victoria irrigation ditch.

**Key words:** Water quality, water pollution, anthropic activities, physicochemical parameters, analysis, bioremediation, conservation.

# Capítulo I

## Introducción

### 1.1. Antecedentes

Conforme nuestros antepasados iban desarrollando sus habilidades comenzando a mantener una vida nómada hace 70000 A.C en el paleolítico nuestros antecesores realizaban pequeños asentamientos junto a cuerpos de agua, en el neolítico hace unos 10000 A.C el ser humano inicia un estilo de vida sedentario asentándose definitivamente y formando aldeas, desarrollando actividades de cultivo y cría de animales junto a fuentes de agua reflejando la importancia de este recurso (Sachs, 2020). Considerando que en el mundo existen 1 386 000 000 km<sup>3</sup> de agua y de este volumen tan solo el 0.06% es agua dulce que puede ser utilizada debido a su fácil acceso, por otra parte, el agua subterránea contiene alrededor de 0.54% del líquido vital existente, no obstante, más del 50% se encuentra en una zona difícil de acceder debido, a la profundidad en la que se suscita (aproximadamente 800m) haciéndola una zona complicada y costosa de ingresar (Lozano, 2013).

Hoy en día conforme la población crece la demanda por agua aumenta a la velocidad del 1% por año en relación de los habitantes, actividades económicas, el consumo descontrolado de productos, entre otros factores (Navarro, 2011). A partir de los años 90s en América Latina las fuentes hídricas iniciaron un proceso de contaminación, debido a diversas actividades humanas, estimando que en el transcurso de los años la calidad del agua termine deteriorándose aún más, amenazando la calidad y estado de vida de las personas que realizan sus actividades en torno a este recurso vital, generando problemas de salud, ambientales y de desarrollo sostenible (Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura, 2018).

Navarro (2011) en su estudio, “reparación social del agua y sus usos”, menciona que a pesar de ser el agua un elemento tan relevante para los seres vivos, debido a sus propiedades la cual, permite el desarrollo y permanencia de la vida en el planeta, se somete a conflictos sociales y ambientales. Un estudio previo realizado por Sevillano (2018) señala que un aproximado de siete millones de personas sufren enfermedades a causa de la polución presente en el agua; y estimando que en el año 2050 alrededor de 2500 millones de personas sentirán la crisis por la falta de agua.

La presión que ejerce las actividades antrópicas y el crecimiento de la población en las fuentes de agua generan contaminación e incertidumbre en la seguridad alimentaria, puesto que el agua es un insumo extremadamente necesario para la elaboración de alimentos (Solgi et al., 2022), de acuerdo con la Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (2011) el 70% de la extracción de agua dulce de la Tierra se direcciona a la agricultura y parte de este monto al riego. No obstante, el 41% del agua a nivel mundial destinada a regadío no cumple con los parámetros de calidad ambiental y límites establecidos (ONU, 2020).

Las causas que provocan la contaminación de las fuentes de agua en Ecuador consiste en el crecimiento industrial, procesos agrícolas, fuentes superficiales de aguas contaminadas las cuales generan una gran tamaño de residuos que son depositados en los canales de agua; los niveles de DBO (demanda bioquímica de oxígeno), nitrógeno y fósforo que con frecuencia son altos en las zonas urbanas, también implican un problema pues en límites superiores a los establecidos generan problemas en la dinámica del canal (Guanokuiza & Antúnez, 2019).

El envenenamiento que es producido en los cuerpos de agua del país por lo general, según estudios de Pozo (2020) es debido, a las aguas servidas descargadas por parte de los municipios las cuales provienen del sector doméstico e industrial, provenientes del sistema de alcantarillado, que no posee un proceso de tratamiento anticipado, siendo un problema de relevancia con necesidad de una breve solución.

La UNESCO (2017) afirma que el 1% de las aguas contaminadas están compuestas por sólidos suspendidos, disueltos o coloides. También menciona, si en caso de no llevar un tratamiento adecuado las aguas residuales, pueden generar los siguientes efectos: i) efectos nocivos para la salud de los seres humanos; ii) efectos negativos hacía el medio ambiente; iii) reacción desfavorable para las actividades económicas. A pesar de no tener los estudios suficientes sobre el estado de calidad del agua de los canales enfocados al uso agrícola en el país, existen estudios en los cuales se demuestra la presencia de nitrógeno, fósforo, pesticidas y alguno de dudosa procedencia (Galárraga, 2000).

En cuanto a la acequia de La Victoria, canal de riego ubicado en Otavalo y Antonio Ante cantones de la provincia de Imbabura, el cual suministra de agua de riego a la zona agrícola del último cantón mencionado, en el estudio elaborado por Sevillano, (2018) se

encuentran valores que sobre pasan al límite establecido de coliformes fecales por la reforma del Texto Unificado de legislación Secundario del Ministerio del Ambiente, agua y Transición Ecológica en el libro VI, de igual manera los parámetros conformados por amonio, DBO y DQO (demanda química de oxígeno) superan los rangos máximos aceptables que propone el Acuerdo Ministerial 097.

## **1.2 Problema de Investigación y Justificación**

A nivel mundial el agua posee una absoluta relevancia, debido a los usos y actividades que se pueden ejecutar con este insumo para el beneficio de la humanidad, sin embargo, y a pesar del interés que se tiene por el agua, es el recurso más contaminado, desperdiciado y sobre explotado en la actualidad (Dey, 2022). Conforme aumenta la presión industrial y la expansión urbana, el agua se deteriora a una mayor velocidad, causando consecuencias inmediatas como la degradación de los ecosistemas acuáticos generando un alza en las enfermedades que se desarrollan en fuentes de aguas contaminadas (UNESCO, 2017).

Sin embargo, a la creciente demanda del agua, las fuentes que ya se encuentran contaminadas por aguas residuales son una alternativa que consiste en la “reutilización, reciclado y recuperación del recurso”, las cuales son utilizadas para el riego de sistemas agropecuarios, siendo la solución a la escasez del agua de varias comunidades (UNESCO, 2017), sin tomar en cuenta el peligro y consecuencias que puede presentar dicha elección en la salud de las personas y el ambiente, a causa de los contaminantes microbianos (UNESCO, 2020).

Lo antes mencionado presenta relación con el caso a estudiar, debido a que hoy en día la falta de opciones de agua de riego en buenas condiciones hace que los agricultores opten por el uso de la acequia la Victoria la cual muestra indicios de contaminación por descargas directas de aguas residuales desde el origen, pues en su punto de inicio es abastecido por el río Jatuyacu un canal contaminado a causa de poluciones emitidas por procesos industrial (Sevallos, 2018).

Conociendo esta realidad, el presente trabajo de investigación busca brindar datos, que permitan conocer la calidad de agua en la que se encuentra la acequia La Victoria, con respecto a los parámetros físicos, químicos y microbiológicos. El siguiente estudio se localiza en Antonio Ante debido, que es el cantón que utiliza la mayor cantidad de agua proveniente de la

acequia La Victoria que a su vez se ramifica del río Jatunyacu el cual contiene sustancias como pesticidas y fungicidas emitidos por los sectores agrícolas de las comunidades de Otavalo (Sevillano, 2018).

Mediante los hallazgos encontrados, la presente investigación busca generar una propuesta técnica que permita optimizar la calidad y estado del agua de la acequia la Victoria, puesto que según Sevillano (2018) riega cerca de 560 hectáreas con un flujo de 172 l/s a 400 l/s disponibles para riego, suministrando agua de riego a más de 3 000 agricultores de los cuales sus productos son distribuidos a los mercados mayoristas de Ambato, Riobamba, Pichincha e Imbabura (Plan de Desarrollo y Ordenamiento Territorial de Antonio Ante, 2020).

De acuerdo con el Plan de Creación de Oportunidades 2021- 2025, en el objetivo tres correspondiente al Eje de Economía y los objetivos 11, 12, 13 del Eje de Transición Ecológica, menciona la relevancia un adecuado sistema de riego con el fin de generar una producción agropecuaria de calidad. El siguiente trabajo de titulación, propone establecer una estrategia de manejo en caso de encontrar un factor de contaminación relevante, evaluando bajo el método científico el estado de calidad de los componentes físicos, químicos y microbiológicos de la acequia La Victoria, la cual es utilizada para el regadío de muchos productos agrícolas de la zona. Garantizando como derecho el desarrollo integral y un buen estado de salud de las personas.

Finalmente, el presente trabajo se encuentra ligado a los planes de investigación del Gobierno Provincial de Imbabura, el cual aportó con equipos e insumos para la medición de algunos parámetros necesarios para culminar la investigación.

## **1.2 Pregunta(s) Directriz (ces) de la Investigación**

¿En qué situación se encuentra la calidad de agua de la acequia La Victoria?

¿La acequia La Victoria cumple con los parámetros de calidad de agua, apto para el uso en la agricultura?

## **1.3 Objetivos**

### ***1.3.1. Objetivo general***

Evaluar la calidad del agua de las fuentes de descarga en la acequia la Victoria, cantón Antonio Ante.

### ***1.3.2 Objetivos específicos***

- Caracterizar puntos de muestreo de acuerdo con las condiciones de uso y aprovechamiento que se da en la acequia La Victoria.
- Determinar los parámetros fisicoquímicos y microbiológicos de los puntos de muestreo de la acequia La Victoria, ubicados en el Cantón Antonio Ante.
- Elaborar una propuesta técnica que permita mejorar la calidad del agua de la acequia la Victoria.

## **1.3 Hipótesis**

Hipótesis nula ( $H_0$ ): Los rangos de calidad del agua en la Acequia la Victoria presentan relaciones significativas en las estaciones de muestreo, tanto en época seca y lluviosa.

Hipótesis alternativa ( $H_a$ ): Los rangos de calidad del agua en la Acequia la Victoria no presentan relaciones significativas las estaciones de muestreo, tanto época seca y lluviosa.

## **Capítulo II**

### **Revisión Literatura**

En el siguiente capítulo, se muestra la revisión de la literatura usada en el desarrollo del trabajo de investigación.

#### **2.1. Contaminación del agua**

EL estado de los ríos y cuerpos de agua ha cambiado significativamente debido a la presencia de actividades antrópicas como: ganado, asentamientos humanos, carreteras y captaciones de agua. La creciente demanda de agua que es esencial para la agricultura, la ganadería y el consumo doméstico, ha dado lugar a una intensa competencia por los recursos hídricos. En este contexto, se deben realizar estudios periódicos que se centren en las características físicas, químicas y bacteriológicas del agua para asegurar su calidad (Geris et al., 2022).

Asimismo, la fuente de suministro de agua se basa principalmente en la circulación continua de la misma, la composición química del agua de los ríos varía significativamente debido al resultado de las interacciones entre la precipitación, el suelo y las rocas, así como las contribuciones de las actividades humanas. Se pueden aplicar varias medidas para mantener la calidad del agua, garantizar la conservación de las fuentes de agua y gestionar adecuadamente los recursos hídricos (Murgueitio et al., 2015).

##### ***2.1.1 Fuentes de contaminación***

Si bien consta que las actividades ganaderas en las zonas rurales al liberar diversas sustancias en las fuentes de agua, como: sedimentos, pesticidas, estiércol animal, lixiviados, basura y otras fuentes de materia orgánica e inorgánica, degradan progresivamente la calidad del agua y, por ende, afecta a todo ser vivo que la ingiera (Farias et al., 2019). A continuación, se describen otras fuentes de contaminación:

**Agricultura:** es una de las principales actividades contaminantes que requieren agua dulce y utiliza un equivalente del 70% de los recursos hídricos superficiales del mundo. Como menciona la FAO (2011), del agua perdida por evapotranspiración, el agua agrícola se recicla como agua superficial y/o subterránea. De esta manera, la agricultura es el mayor causante de



la contaminación del agua, ya que vierte contaminantes y sedimentos a las aguas superficiales y/o subterráneas donde se utilizan productos de tipo agrícola en los monocultivos, lo que magnifica más el problema.

**Contaminación química:** los herbicidas, pesticidas y fertilizantes son compuestos altamente tóxicos provenientes de la agricultura que afectan la composición del agua, ya sea para uso doméstico, industrial o para riego. Los insecticidas contienen propiedades de baja solubilidad en agua y alto contenido de grasa tales como los organoclorados, se bioacumulan en el tejido adiposo de los animales que ingieren esta agua contaminada; según Farias et al. (2019), estas concentraciones en los tejidos animales se pueden biomagnificarse de acuerdo con su progreso en toda la cadena alimenticia provocando daños irreparables en los organismos vivos.

**Contaminación biológica:** las aguas contaminadas con materia orgánica pueden presentar las siguientes características físicas: turbia, mal olor, corrosiva y antiestética, sin embargo, el efecto más notable del agua contaminada en los humanos es la propagación de enfermedades. Como menciona Farias et al. (2019), la fiebre del tifus en el hemisferio occidental y el cólera en el hemisferio oriental fueron las principales causas de deterioro de salud por agua contaminada en un período de la historia de la civilización por tener pésimas condiciones sanitarias.

### ***2.1.2 Monitoreo de agua***

El monitoreo de la calidad del agua se determina en el análisis y evaluación de diferentes parámetros del agua para ciertos usos, ya sea doméstico, agrícolas o de la industria (Behmel, 2016). El objetivo principal del monitoreo es analizar una muestra específica de agua que sea representativa al área de estudio para determinar su estado, composición y alteración.

### ***2.1.3. Parámetros Físico, Químicos y Microbiológicos***

El muestreo de agua para determinar estos parámetros consiste en tomar una porción representativa de la microcuenca en la que se analiza los diferentes componentes físicos, químicos y microbianos. Además, tiene como objetivo comprender de mejor manera cómo los factores antropogénicos y los procesos naturales están influyendo e impactando las microcuencas y otros cuerpos de agua. Los parámetros que generalmente se consideran en un análisis de agua son los siguientes:

### ***2.1.3.1. Parámetros físicos***

**Caudal:** Espinosa & Carreño (2015) definen al caudal de un río como cantidad de agua que fluye por un punto en un momento específico, lo influye directamente en otros parámetros del agua, por lo que contribuye información muy valiosa e importante para los estudios hidrológicos de la cuenca. Por ello, este estudio tuvo como objetivo establecer la relación entre el caudal o volumen y la calidad del agua, cuyos resultados veremos en los siguientes apartados.

**Temperatura:** Dey et al. (2021) considera este parámetro como un elemento transcendental de la calidad del agua, debido a que afecta directamente las propiedades del agua, influye en la vida acuática alterando las concentraciones de oxígeno, las tasas de reacción química, y también se involucra en procesos importantes como la actividad bacteriana.

**Turbidez:** La turbidez del agua o turbiedad describe las propiedades ópticas o los efectos causados por la dispersión o interferencia de los rayos de luz cuando pasan a través de una muestra de agua Dey et al. (2021), es decir, las propiedades ópticas de una suspensión que refleja la luz. Las mediciones de turbidez son importantes para el agua potable humana y varias industrias de procesamiento de alimentos y bebidas (Dey et al., 2021).

**Conductividad:** La conductividad es una propiedad del agua que transfiere energía eléctrica en base a la concentración de sales y residuos orgánicos, se ha descubierto que este parámetro disminuye cuando las muestras contaminadas se mezclan con otros productos químicos de tipo domésticos, agrícolas e industriales. La variación en la conductividad eléctrica aporta información sobre la productividad primaria, la descomposición de la materia orgánica, y también identifica el origen de las fuentes de contaminación (Ospina, García, Gordillo & Tovar, 2016).

### ***2.1.3.2. Parámetros Químicos***

**Potencial de hidrógeno:** El potencial de hidrógeno o pH es una medida de acidez de una sustancia, determinada por el número de iones de hidrógeno libres (H<sup>+</sup>) en la sustancia. La acidez se considera una propiedad muy importante del agua, puesto que compara los iones más solubles en la misma. El resultado de la medición del pH se determina considerando el número

de protones (H<sup>+</sup>) e iones de hidróxido (OH<sup>-</sup>). El pH del agua es neutro alrededor de 7 cuando el número de protones es igual al número de iones de hidróxido (Aguirre, González & Guerrero, 2015).

**Oxígeno Disuelto:** El nivel de oxígeno disuelto (OD) en aguas naturales y aguas residuales están determinados por: la actividad física, química y bioquímica del cuerpo de agua. La baja disponibilidad de oxígeno limita la capacidad de los cuerpos de agua para autopurificarse. Por consiguiente, niveles altos de oxígeno en el agua muestran buena salud y, por lo contrario, niveles bajos de oxígeno disuelto evidencian una mala calidad del agua (Aguirre, González, & Guerrero, 2015).

**Demanda bioquímica de oxígeno (DBO<sub>5</sub>):** este parámetro se define comúnmente como la cantidad de oxígeno que requieren las bacterias para estabilizar la materia orgánica fácilmente degradable en condiciones aeróbicas (Sierra, 2001). Este parámetro está relacionado con la cantidad del oxígeno disuelto consumido por los microorganismos en procesos de oxidación bioquímica de la materia orgánica. El DBO<sub>5</sub> Se usa comúnmente para contaminantes orgánicos y es aplicable tanto a aguas superficiales como a aguas residuales.

**Nitratos (NO<sub>3</sub>):** Por lo general, las concentraciones de nitrato en cuerpos de agua normalmente son bajas, pero pueden aumentar debido a filtraciones y escorrentías de tierras agrícolas, o contaminación de desechos de origen antrópico y animal a través de la oxidación de amoníaco y fuentes similares. El agua contaminada con NO<sub>3</sub> suele generarse como residuo orgánico, los desechos orgánicos pueden ser de origen humano como las aguas residuales, o de origen animal debido a la introducción de ganado (Ojeda, 2005).

Ojeda (2005) argumenta que los aportes de NO<sub>3</sub> en los suelos agrícolas se pueden originar de la mineralización de nitrógeno por humo, estiércol, etc., y de la adición de fertilizantes nitrogenados. Varios estudios han confirmado el potencial de contaminación agrícola, encontrando una correlación positiva entre el aumento de la actividad agrícola y la contaminación del agua por nitratos.

**Fosfatos (PO<sub>4</sub><sup>3-</sup>):** Los compuestos de fósforo son fitonutrientes que provocan el crecimiento de algas en las aguas superficiales. La eutrofización puede ocurrir dependiendo de la concentración de fosfato presente en el agua. Tan solo 1 gramo de fosfato de fósforo (PO<sub>4</sub><sup>3-</sup>

P) puede inducir el crecimiento de algas de hasta 100 gramos (Pütz, 2008). Los compuestos de fosfato que se encuentran en las aguas residuales o se vierten directamente a las aguas superficiales se originan a partir de fertilizantes, desechos humanos y animales, detergentes y agentes de limpieza arrastrados del suelo por el agua y el viento.

**Sólidos disueltos totales (TSD):** los sólidos totales es el resultado de los sólidos disueltos y suspendidos que están presentes en una muestra de agua. Los sólidos disueltos totales (SD), siendo una medida de materia orgánica e inorgánica, se utilizan especialmente para estudiar la calidad del agua en ríos, lagos y arroyos. Los SD no se considera un contaminante significativo, pero es un indicador de la salinidad en el agua. Casilla (2014) alude que los sólidos en suspensión son sustancias presentes en la fase sólida del agua en forma de coloides o partículas muy finas que pueden causar la turbidez del agua.

### ***2.1.3.3. Parámetros microbiológicos***

El nombre común de coliformes comprende grupos de bacterias que poseen ciertas propiedades bioquímicas y se muestran como indicadores de contaminación de agua y alimentos. Este grupo de bacterias se localizan en plantas, suelo, animales (incluidos los humanos), superficies de agua y sedimentos. Se divide en coliformes totales y coliformes fecales, este grupo incluye los géneros: *Escherichia*, *Klebsiella*, *Enterobacter* y *Citrobacter* (Ramos, Vidal, Vilardey, & Saavedra, 2008).

**Coliformes fecales:** Las pruebas bacteriológicas del agua generalmente verifican la presencia de coliformes. Los coliformes fecales, como *E. coli*, son excelentes indicadores debido a su presencia persistente en la flora intestinal de humanos y otros animales de sangre caliente, *E. coli* es un patógeno que puede causar diarrea, especialmente en niños pequeños y ancianos.

Los coliformes no solo se originan en las heces humanas, sino que también pueden originarse en animales de sangre fría y persistir en el suelo. Por lo tanto, la presencia de *E. coli* en aguas superficiales muestra contaminación por heces humanas o animales, erosión del suelo o viceversa, o una combinación de estas tres fuentes (Dey et al., 2021).

## **2.2. Marco legal**

Las leyes y directrices legales que se ejecutan actualmente en Ecuador se basan en el sistema jerárquico establecido en el artículo 425 de la Constitución de la República, las cuales sustentan y se relacionan con el presente trabajo de investigación y se mencionan a continuación.

### ***2.2.1. Constitución de la República del Ecuador***

De acuerdo con la Constitución de la República del Ecuador (2008), es de interés nacional proteger todos los elementos del medio ambiente natural y todos los seres vivos, por lo que el artículo 12, Título II de Derechos establece: "Los derechos humanos al agua son fundamentales e inalienables. El agua es un patrimonio nacional estratégico de uso público, inalienable, esencial, inviolable y vital para la vida". Asimismo, el artículo 15 señala que "El Estado promoverá el uso de tecnologías ambientales limpias y fuentes de energía alternativas ambientalmente amigables en los sectores público y privado, Como resultado, se compromete el derecho al agua."

### ***2.2.2. Código Orgánico de Organización, Autonomía y Descentralización Regional (COOTAD)***

Conforme menciona el artículo 133 de la Ley Orgánica de Organización, Autonomía y Descentralización Regional (2018), es competencia netamente de los gobiernos autónomos descentralizados de las provincias de establecer, planificar, mantener y operar sistemas de riego; además, el artículo 136 hace referencia al derecho de la gestión ambiental, en donde las comunidades autónomas desarrollarán sistemas integrales de gestión de residuos para controlar y manejar los residuos contaminantes que se vierten a los ríos.

### ***2.2.3. Código Orgánico Ambiental (CODA)***

Como señala el Código Orgánico Ambiental (2017), el artículo 196 sobre la calidad y condición de los constituyentes no biológicos establece que: "el tratamiento de aguas residuales urbanas y rurales es competencia de los gobiernos autónomos descentralizados, y deberán estar dotados de la infraestructura técnica para la instalación de sistemas de alcantarillado (...) en conformidad con la ley y los reglamentos técnicos que al efecto se expidan". Igualmente, se

debe incentivar el tratamiento de las aguas residuales para su reúso, siempre que alcance los niveles cualitativos y cuantitativos exigidos por las autoridades competentes y no afecte la salud pública. Cuando las aguas residuales no puedan descargarse al sistema de alcantarillado, deben tratarse de manera que no dañen las fuentes de absorción del suelo o la vida silvestre.

#### ***2.2.4. Acuerdo Oficial 097-A del Texto Uniforme de la Segunda Legislación Ambiental (TULSMA)***

El Acuerdo 097 del TULSMA (2015), específicamente en el Anexo 1 de las Normas de Calidad Ambiental y Descarga de Aguas Residuales, constituye un total de 5 secciones que definen los principios básicos, determinan los límites permisibles, las prohibiciones, los estándares de calidad del agua y la presencia o ausencia de contaminantes en las descargas de aguas residuales municipales. Este acuerdo se cita en este estudio por la necesidad de enfatizar su importancia en el marco legal que ampara los derechos del recurso hídrico ya que permite evaluar con mejor precisión el estado o condición de un cuerpo de agua y las afectaciones que alteran su composición de acuerdo con los parámetros establecidos en esta norma.

## Capítulo III

### Metodología

El siguiente capítulo corresponde a los procesos y materiales utilizados en el trabajo de investigación.

#### 3.1 Descripción del Área de Estudio

La acequia "La Victoria" es un canal transfronterizo de 16.8 km de longitud, localizado en la provincia de Imbabura (figura 1), entre los cantones de Otavalo y Antonio Ante (Sevillano, 2018). Donde la mayor parte se encuentra en el último cantón mencionado (11 km) y siendo la localidad en la cual se desarrolló el caso de estudio. La fuente de la acequia "La Victoria" es el río Jatuyacu ubicado en el cantón de Otavalo al occidente de la provincia de Imbabura (GAD Antonio Ante, 2020). De acuerdo con previas investigaciones el río Jatunyacu posee una gran carga de contaminación bacteriológica, debido a los efluentes de aguas servidas provenientes de la comunidad de Cotama (Rosado, 2017).

**Figura 1**

*Ubicación de la acequia La Victoria*



Según el GAD Provincial de Imbabura, (2018) el canal de agua beneficia alrededor de 3000 usuarios con un caudal promedio de 400 l/s, abasteciendo de líquido vital a 935.93 hectáreas distribuidas en San Roque, Atuntaqui y Chaltura.

### **3.1.1. Clima**

El cantón de Antonio Ante presenta dos tipos de climas el Ecuatorial Mesotérmico Semi-Húmedo, localizado en la zona andina entre los 2 000 hasta los 4 000 m s.n.m y el Ecuatorial Mesotérmico Seco, ubicado en los valles interandinos desde los 1 800 a 2 000 m s.n.m (GAD Antonio Ante, 2020). La acequia “La Victoria” es un canal ubicado a más de los 2 000 m s.n.m en la zona andina, con temperaturas entre 10 y 28°C, y en raras ocasiones la temperatura puede disminuir a menos de 0° C especialmente en zonas con un difícil acceso a la luz solar, y la temperatura máxima no sobre pasa los 30° C. En cuanto a la humedad relativa el clima Ecuatorial Mesotérmico Semi-Húmedo, presenta una humedad entre el 65 y el 85 % y una precipitación de 500 a 1 500 mm (GAD Antonio Ante, 2020).

### **3.1.2. Agricultura**

La acequia “La Victoria” es de los canales de riego con mayor relevancia de Antonio Ante beneficiando a 3 000 agricultores dedicados al cultivo de maíz, frejol, chochos, cereales y a una gran variedad de hortalizas (GAD Provincial Imbabura, 2022). Los cultivos asociados al canal de “La Victoria” son considerados alimentos que proveen de seguridad y soberanía alimentaria, puesto que el producto cosechado es distribuido de manera local y provincial, abasteciendo a los mercados de Quito, Ambato, Riobamba, entre otros (GAD Provincial Imbabura, 2018).

## **3.2. Métodos**

Posteriormente se detallan los procesos que fueron aplicados para resolver los objetivos planteados.

### **3.2.1. Delimitación de las estaciones de muestreo en la acequia “La Victoria”**

Considerando que la acequia “La Victoria” es un canal que nace en el cantón Otavalo y finaliza su recorrido en el cantón Antonio Ante (Sevillano, 2018). El presente trabajo de titulación determinó que el área de estudio y muestreo sea realizada en el cantón Antonio Ante,



puesto que es el único cantón que aprovecha en su totalidad el caudal del canal de agua estudiado (GAD Provincial Imbabura, 2022).

### **3.2.1.1. Diagrama Ombrotérmico**

Para diferenciar los meses de época seca y lluviosa, se utilizó el índice de Gausse uno de los modelos más utilizados, debido a la relación que se genera entre la temperatura del aire y la cantidad de lluvia de un lugar y tiempo específico (Latreche & Rahmania, 2022).

Gausse (1956) menciona que la combinación escalar de medias entre la temperatura y precipitación de un tiempo mínimo de 10 años permite desarrollar un diagrama diferenciando la época seca y lluviosa. El diagrama ombrotérmico considera colocar en el eje de las abscisas el tiempo en este caso los meses y en el eje vertical la temperatura ( $^{\circ}\text{C}$ ) y precipitación (mm) (Bagnouls & Gausse, 1957). Tomando en cuenta que las escalas del eje de las ordinarias correspondientes a precipitación (P) y temperatura (T) deben ser colocadas bajo la siguiente relación  $P=2T$ , para determinar la diferencia de épocas a lo largo de los meses el índice de Gausse propone definir la época seca bajo la siguiente condición xerotérmica  $P<2T$  interpretando que los meses secos son debido, a que la cantidad de lluvia (P) es menor al doble de la temperatura (Latreche & Rahmania, 2022).

En el presente trabajo de titulación se tomó en cuenta los datos meteorológicos provenientes del Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología (INAMHI), este organismo posee estaciones meteorológicas a nivel nacional las cuales generan información climática de la zona en la que se encuentran (Portilla, 2018). La estación utilizada en este trabajo de investigación fue la que se encuentra localizada en Otavalo (M105) debido a la cercanía y datos completos hallados en los anuarios meteorológicos del INAMHI, abarcando un lapso de tiempo de 23 años (1990-2013).

### **3.2.1.2. Mapa de uso de suelo**

El uso de mapas geográficos es una herramienta fundamental para establecer información que construya una representación idónea, detallada y de fácil interpretación sobre las condiciones en la que se encuentra un área de estudio (de Feudis et al., 2021). Para obtener el mapa de uso de suelo de la acequia “La Victoria” se utilizó el software ArcGis 10.8, permitiendo clasificar y caracterizar el área de influencia a la cual se encuentra espuesta el flujo de agua.

Para desarrollar el mapa de uso de suelo se utilizó la capa de cobertura vegetal de 1990, la cual es de libre acceso y se encuentra en la página web del Sistema Nacional de Información (SNI), después se cargó esta información en el software ArcGis, una vez definida la zona de estudio en el software las capas geográficas se superpusieron en la zona WGS84-UTM-17Sur.

### **3.2.1.3. Estaciones de muestreo**

Para determinar la calidad del agua de un cuerpo hídrico es fundamental conocer un modelo técnico y enfoque adecuado que permita suministrar de información confiable sobre la dinámica y estado en la que se encuentra la acequia La Victoria (Alilou et al., 2019). Establecer puntos de muestreo representativos se considera un paso clave para monitoriar un cuerpo de agua, estas estaciones de muestreo deben ser acopladas a la geografía ambiental, eficiencia de tiempo y recurso monetario (Behmel et al., 2016).

Para seleccionar los puntos de muestreo óptimos de un cuerpo hídrico se realizó un recorrido meses previos a la toma de muestras, con la finalidad de identificar la ruta que recorre el canal de agua, seleccionando las posibles estaciones de monitoreo conforme las indicaciones propuestas por Domokos et al. (2022) en su estudio de Identificación de Puntos de Muestreo para la evaluación de SARS-CoV-2 en el Sistema de Alcantarillado.

Una vez realizada la salida de campo y haber culminado con el mapa de uso de suelos, se seleccionaron las estaciones de muestreo más predispuestas a la contaminación, tomando en cuenta la cercanía de zonas agrícolas e industriales (Alilou et al., 2019). No obstante cabe mencionar que la idea de este trabajo de investigación era tomar muestras de los efluentes de descarga de la acequia “La Victoria”, sin embargo, después de concretarse la salida de campo no se encontraron puntos de descarga directos y frecuentes que afecten en este canal de agua, es por ello que se tomó la decisión de seleccionar puntos de monitoreo bajo los criterios de uso de suelo y actividades realizadas entorno al área de estudio.

### ***3.2.2. Determinación los parámetros fisicoquímicos y microbiológicos de la acequia La Victoria***

A continuación se detallan los protocolos de monitoreo, recolección de muestras y análisis de laboratorio.

### 3.2.2.1. Toma de muestras

Con los puntos de muestreo establecidos y épocas climáticas definidas, fueron 5 las estaciones de monitoreo seleccionadas (Tabla 1), las muestras fueron tomadas en dos campañas, una durante la época seca y otra campaña de muestreo en la temporada lluviosa. Las muestras fueron tomadas bajo el protocolo propuesto por el Instituto Nacional Ecuatoriano de Normalización (INEN), las normas NTE INEN 2176:1998 Técnicas de Muestreo.

**Tabla 1**

*Puntos de muestreo de la acequia La Victoria.*

Puntos de muestreo	Altura (msnm)	Coordenadas UTM		Referencia
		x	y	
DM1	2478	807082	10032189	San Roque, hacienda Santa Mónica
DM2	2472	807677	10033125	Sifón el Artezón, San Roque
DM3	2488	808633	10034029	Comunidad de Pucará de San Roque
DM4	2490	810121	10035954	Barrio Santa Bertha
DM5	2440	810606	10037593	Parroquia de Tierra Blanca

En el área de estudio previo a la recolección de muestras se utilizó el Multímetro Portátil HQ40D un equipo versátil y fiable para el análisis de varios factores que deben ser medidos al instante. Para la toma de muestras se utilizaron tres recipientes para cada estación de muestreo: una botellas de polietileno de 1 l, un frasco ámbar de 1 l y un envase plástico esterilizado de 200 ml para los parámetros fisicoquímicos, DBO<sub>5</sub> y microbiológicos respectivamente, cada recipiente fue lavado y enjuagado con una repetición de tres veces en el canal de agua (Juárez et al., 2015).

En los recipientes que contenían las muestras se colocaron etiquetas con el nombre establecido para cada estación de muestreo (DM1, DM2, DM3, DM4 Y DM5) acompañado de la fecha garantizando resultados óptimos y confiables del recurso que fue muestreado. Las muestras se tomaron de manera directa, debido a que son esenciales para obtener datos puntuales de un punto y momento en concreto, ya que la finalidad de la campaña de muestreo es estimar el estado de calidad en el que se encuentra el cuerpo de agua.

### 3.2.2.2. Procedimiento de muestreo in-situ y ex-situ.

El *caudal* es un parámetro que fue medido en la zona de estudio, para determinar este valor se utilizó el *método sección-velocidad* el cual consiste en utilizar la *ecuación 1* (ICC, 2017).

$$Q = V \cdot A \quad (\text{Ec. 1})$$

Donde:

$Q$  = es el caudal en  $m^3/s$

$V$  = velocidad media del agua en  $m/s$

$A$  = área de la sección transversal en  $m^2$

La velocidad media del caudal fue identificando la longitud de una sección homogénea del canal de agua en el cual, se determinó el tiempo medio que tarda en recorrer un flotador plástico desde un extremo de la sección seleccionada *ecuación 2*.

$$V = d / t \quad (\text{Ec. 2})$$

Donde:

$V$  = la velocidad media del canal en  $m^2/s$

$d$  = la distancia de la sección seleccionada en  $m$

$t$  = tiempo medio en  $s$  que tarda en recorrer el flotador la distancia seleccionada

El área de la sección trasversal del canal de agua es el producto de la altura del cuerpo hídrico por el ancho del canal (1 m) en  $m^2$ .

Los parámetros de pH, temperatura, conductividad, sólidos totales disueltos (SDT), oxígeno disuelto (OD) y porcentaje de OD fueron medidos in-situ, en cuanto a los nutrientes y coliformes fecales fueron almacenados bajo condiciones adecuadas hasta finalizar el muestreo, para luego ser analizados con métodos más concretos y de manera más extensa (Schmautz et al., 2021). Los nutrientes se analizaron en el departamento de calidad ambiental del GAD Provincial de Imbabura, los parámetros de Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO<sub>5</sub>) y coliformes fecales, 5 muestras de cada parámetro se enviarán al laboratorio de la Empresa Pública Municipal de Agua Potable y Alcantarillado de Ibarra (EMAPA-I), estos dos últimos parámetros fueron enviados inmediatamente después de terminar con la campaña de muestreo.

Los análisis del resto de parámetros fueron completados en un lapso de dos días desde el día en el que se tomaron las muestras, el día 1 se determinaron los parámetros de Demanda Química de Oxígeno (DQO), nitritos, nitratos y fosfatos debido, a que su estado puede verse afectado fácilmente por las condiciones del ambiente, y por su mayor resistencia las muestras de hierro y cromo hexavalente fueron analizados el día 2 (IDEAM, 2020).

La preparación de las muestras, los equipos utilizados para determinar los parámetros del canal del agua, acompañado de los métodos analíticos utilizados en este estudio son detallados en la Tabla 2.

**Tabla 2**

*Protocolo de preservación y análisis físico-químicos, biológicos y microbiológicos de la acequia La Victoria.*

<b>Parámetro</b>	<b>Análisis</b>	<b>Cantidad de muestra</b>	<b>Equipo de laboratorio</b>	<b>Compañía</b>
<b>pH y T°C</b>	in-situ	-	Sonda PHC10103 y multímetro portátil HQ40d	Hach Lange, Loveland, CO, EE. UU
<b>Conductividad</b> µS/cm	in-situ	-	Sonda CDC40103 y multímetro portátil HQ40d	Hach Lange, Loveland, CO, EE. UU
<b>SDT</b> mg/l	in-situ	-	Sonda PHC10103 y multímetro portátil HQ40d	Hach Lange, Loveland, CO, EE. UU
<b>OD% y OD</b> mg/l	in-situ	-	Sonda LDO10101 y multímetro portátil HQ40d	Hach Lange, Loveland, CO, EE. UU
<b>Turbidez</b> NTU	ex-situ	10 ml	Turbidity Meter Wag-WT3020	Wagtech Court, Station Rd, Thatcham RG19 4HZ, Reino Unido
<b>DQO</b> mg/l	ex-situ	2 ml con 3 ml de solución de digestión Gama	HACH LT 200-DRB 200 Termostato Seco con 2 Bloques	Hach Lange, Loveland, CO, EE. UU
<b>Nitritos</b> mg/l	ex-situ	20 ml/ 10 ml de blanco y 10 ml con un sobre de reactivo para nitritos	Colorímetro DR900	Hach Lange, Loveland, CO, EE. UU
<b>Nitratos</b> mg/l	ex-situ	20 ml/ 10 ml de blanco y 10 ml con un sobre de reactivo para nitratos	Colorímetro DR900	Hach Lange, Loveland, CO, EE. UU
<b>Fosfatos</b> mg/l	ex-situ	20 ml/ 10 ml de blanco y 10 ml con un sobre de reactivo para fosfatos	Colorímetro DR900	Hach Lange, Loveland, CO, EE. UU

<b>Hierro</b> mg/l	ex-situ	20 ml/ 10 ml de blanco y 10 ml con un sobre de reactivo para hierro ferroso	Colorímetro DR900	Hach Lange, Loveland, CO, EE. UU
<b>Cr +6</b> mg/l	ex-situ	20 ml/ 10 ml de blanco y 10 ml con un sobre de reactivo para cromo	Colorímetro DR900	Hach Lange, Loveland, CO, EE. UU
<b>DBO5</b> mg/l	ex-situ	1 l	El método utilizado fue SM 5210 D ED. 4	
<b>C. fecales</b> UFC	ex-situ	200 ml	El método utilizado fue SM 9222 J ED. 23	

#### **3.2.2.4. Análisis de parámetros físicoquímicos y microbiológicos.**

Para comprobar si los análisis resultantes cumplen con los estándares de calidad de agua establecidos por la Autoridad Ambiental, se compararon con la Norma de Calidad Ambiental y de Descargas de efluentes: Recurso Agua, para este estudio se usaron las Tablas 3 (Criterios de calidad de aguas para la preservación de flora y fauna en aguas dulces frías o cálidas, y en aguas marinas y de estuarios) y 6 (Criterios de calidad admisibles para aguas de uso agrícola), tablas expuestas en el Libro VI del Texto Unificado de Legislación Secundaria del Ministerio del Ambiente (TULSMA , 2015).

Los resultados obtenidos también serán comparados con las normativas internacionales de calidad de agua, las cuales tienen un grado más estricto en sus límites máximos que la nacional. Las normativas utilizadas serán de los países de México, Estados Unidos, Perú y Colombia.

#### **3.2.2.5. Análisis estadísticos**

Toman en cuenta la influencia de las variables climáticas y ambientales, se optó por realizar un análisis estadístico descriptivo. Al tener una gran cantidad de factor a analizar y con la finalidad de evitar información que pueda generar ruido e información errónea se utilizó la herramienta estadística multivariante de disminución de datos llamado Análisis de Componentes Principales (PCA), permitiendo obtener información de las variables más importantes que en conjunto llegan a describir la información necesaria del cuerpo de agua (Arya et al., 2022). Los análisis estadísticos, análisis multivariados se realizó con el software Statgraphics Centurion XVI [versión 16. 1. 03].

### **3.2.2.6. Patrones de distribución de parámetros.**

Con la finalidad de observar de una manera visual la dinámica de los parámetros analizados a lo largo del canal en las diferentes épocas seleccionadas para el muestreo se realizaron mapas enfocados en un modelo de distribución de datos, permitiendo representar cartográficamente un factor que se encuentra en un sistema cuyos datos se van modificando e interactuando mutuamente relacionando los datos tomados en campo con posibles variables de predicción con estaciones que no fueron muestreadas (Vera, 2016). La interpolación de datos permitió tener información visual de las concentraciones de los parámetros físico - químicos y microbiológicos (Vilela et al., 2020). La cartografía fue realizada mediante el software ArcGis 10.8, permitiendo crear un zona de influencia de 10 m entorno al canal hídrico estudiado para obtener una mejor visualización de relación de los datos. El patrón de colores de la interpolación se basó en los rangos y valores utilizados para evaluar la calidad de agua de un cuerpo de agua (Acuerdo Ministerial 097-A, Anexos De Normativa, Reforma Libro VI Del Texto Unificado De Legislación Secundaria Del Ministerio Del Ambiente, 2015).

### ***3.2.3. Propuesta técnica que permita mejorar la calidad de agua de la acequia la Victoria.***

El modelo Presión-Estado-Respuesta (PER), es un modelo analítico que permite comprender y evaluar los problemas ambientales y sociales encontrando las causas y los efectos generados por la actividad humana, esta herramienta también nos permite identificar posibles soluciones (Gu et al., 2022). La Presión son todas aquellas actividades que perjudican al medio ambiente, generando impactos negativos a los sistemas ambientales, el Estado menciona a las condiciones en los que se encuentran los sistemas ambientales, como la calidad del aire, agua, suelo o la biodiversidad, la Respuesta se refiere a las posibles medidas de prevención y mitigación de los impactos negativos por la presión sometida, mejorando el estado ambiental (Tang et al., 2020). Este trabajo de investigación utilizó el esquema PER el cual, permitió resolver los siguientes interrogantes, relacionadas a un enfoque ambiental. Las interrogantes planteadas fueron:

- ¿En qué estado se encuentra la acequia La Victoria?
- ¿Qué y quiénes están afectados la calidad de agua de la acequia la Victoria?

- ¿Qué acciones se deben tomar como sociedad para mitigar o resolver las variables de contaminación que tiene la acequia la Victoria?

Este modelo permitió comprender generando una visión integral, permitiendo entender las actividades que afectan al canal de riego de la Victoria, donde se identificaron los problemás ambientales y soluciones de prevención y reducción de los impactos negativos, proporcionar información adecuada a los tomadores de desiciones y público en general (Pandia, 2015).

### 2.3 Materiales y Equipos

A continuación se describe los equipos y materiales utilizados durante la fase de campo, laboratorio y en el procesamiento de información.

**Tabla 3**

*Materiales utilizados en la toma de muestras en campo y en el procesamiento de información*

<b>Material de campo</b>	<b>Material de laboratorio</b>	<b>Equipos</b>
Guantes	Mandil	Multímetro portátil HQ40d
Mascarilla	Pipeta	
Botellas plásticas	Tubos de ensayo	Turbidity Meter Wag-WT3020
Frasco ámbar	Reactivos	
Recipiente esterilizado de 200 ml	Recipiente plástico de 1 l	HACH LT 200-DRB 200 Termostato Seco con 2 Bloques
Cartón	Servilletas	
Flotador plástico		Colorímetro DR900
Cinta métrica		
Cuaderno de apuntes		Software ArcGis10
Lápiz		
Cuerda		Computadora portátil
Cronómetro		
Fundas plásticas		GPSmap 60CSx
Cámara fotográfica		
Calculadora		
Marcadores		



## Capítulo IV

### Resultados y Discusión

El siguiente capítulo describe los resultados que se obtuvieron a través del desarrollo de este trabajo de investigación.

#### 4.1. Delimitación de las Estaciones de Muestreo

A continuación se detallan la caracterización y hallazgos de las estaciones de monitoreo.

##### 4.1.1. Diagrama Ombrotérmico

Para determinar las campañas y periodos de monitoreo y recolección de muestras de agua, en concordancia con Jerves-Cobo et al. (2020) quien menciona que existe un impacto sustancial de la calidad del agua entre estaciones climáticas, se identificó la época seca y lluviosa del área de estudio, en la Tabla 4 podemos observar las medias mensuales de la temperatura y precipitación que fueron utilizadas para realizar el diagrama ombrotérmico (Figura 2) (Gausson, 1956).

**Tabla 4**

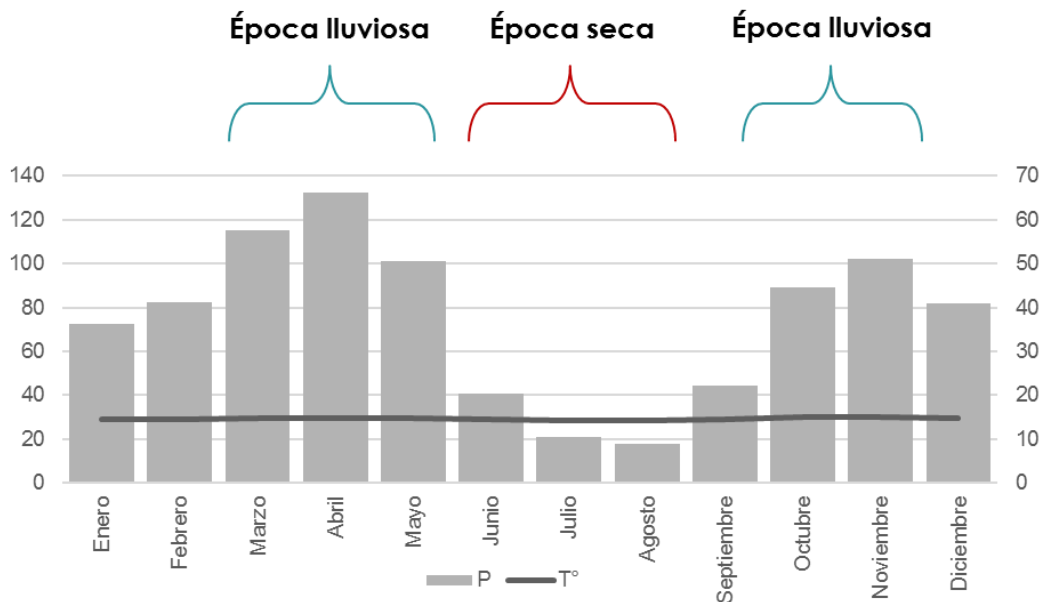
*Temperatura y precipitación media mensual de la estación Otavalo (MI05) (1990-2013)*

Mes	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Agos	Sep	Oct	Nov	Dic	Prom.
T °C	14.65	14.61	14.77	14.85	14.82	14.58	14.21	14.35	14.63	14.93	14.98	14.87	14.69
P mm	72.54	82.17	115.00	132.25	100.83	40.90	20.73	17.90	44.64	89.02	102.31	81.74	75.00

El análisis del diagrama ombrotérmico revela que la época seca es un período anual de limitadas precipitaciones (Latreche & Rahmania, 2022) con una duración de 3 meses desde junio hasta agosto con una temperatura y precipitación media de 14.38°C y 26,51 mm respectivamente. En cuanto a la época lluviosa se registraron dos temporadas significativas, la primera (marzo, abril y mayo) presenta una temperatura media de 14.81°C y una precipitación de 116.03 mm, la segunda temporada lluviosa (octubre, noviembre) indica que la temperatura y precipitación media es de 14.96°C y 95.66 mm respectivamente, afirmando que en las regiones tropicales una temporada lluviosa es seguida por una prolongada temporada seca (Dralle et al., 2015).

**Figura 2**

*Diagrama ombrotérmico estación Otavalo (M105)*



También de acuerdo con las medias anuales de precipitación (75 mm) y temperatura (14.69°C) determinados, y utilizando la clasificación de climas del Ecuador de Pourrut et al. (1983) se demuestra que el área de estudio posee un clima Ecuatorial Mesotérmico seco, que estima precipitaciones menores de 600 mm y temperaturas entre 12 y 22°C.

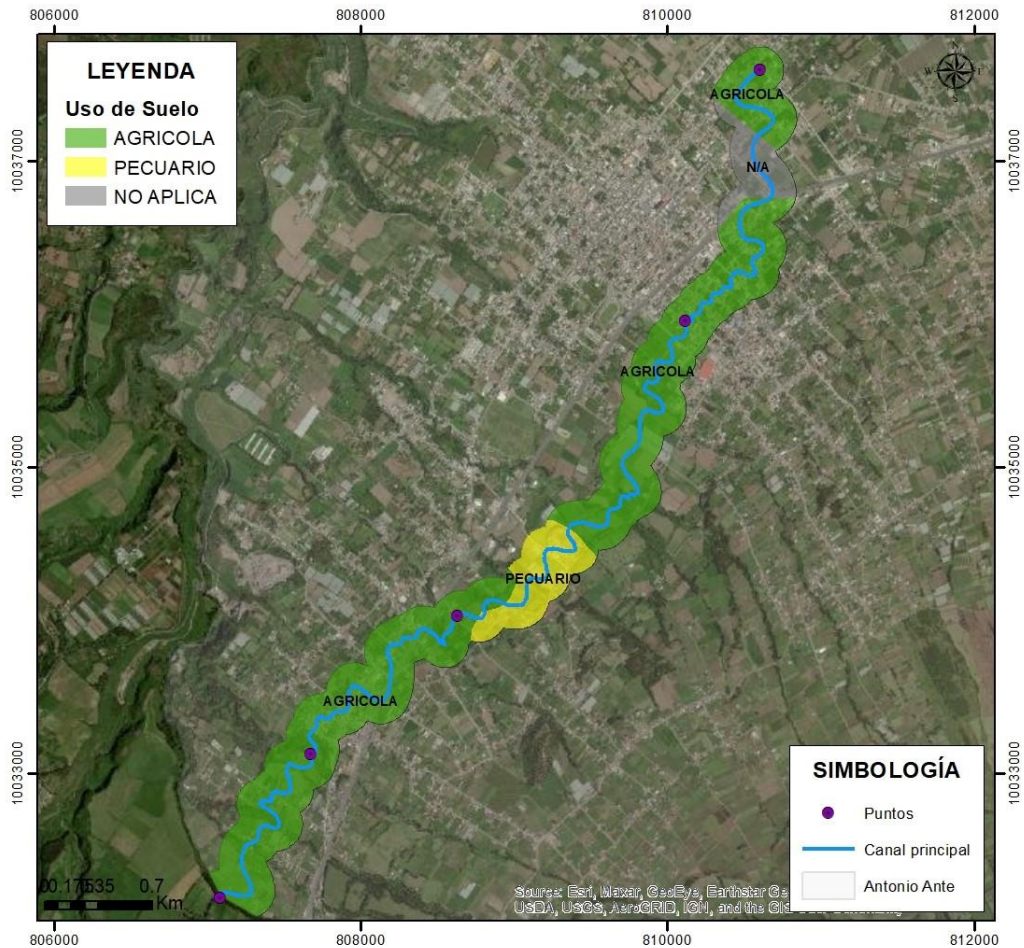
El día establecido para la recolección de muestras durante la época seca fue el 27 de julio de 2022, fecha en la cual The Weather Channel (2022) en su informe del clima para el día miércoles 27 de julio, mencionó que el cantón Antonio Ante tuvo una temperatura media de 16°C durante el día, acompañada de pequeñas precipitación. En cuanto a la época lluviosa el día establecido para la toma de muestras fue el 12 de octubre del 2022, un día despejado con una temperatura media de 23°C.

#### **4.1.2. Mapa de uso de suelo**

Conocer el uso de suelo del área de influencia es fundamental, debido a la interacción que posee con las actividades antrópicas, afectando la dinámica del flujo de agua (Zomlot et al., 2017). En la Figura 3 podemos observar el uso de suelo que presenta los alrededores de la acequia La Victoria, con base en los hallazgos la actividad predominante en la zona de estudio es la agrícola seguida de la pecuaria.

**Figura 3**

*Mapa de uso de suelo del área de influencia de la acequia La Victoria*

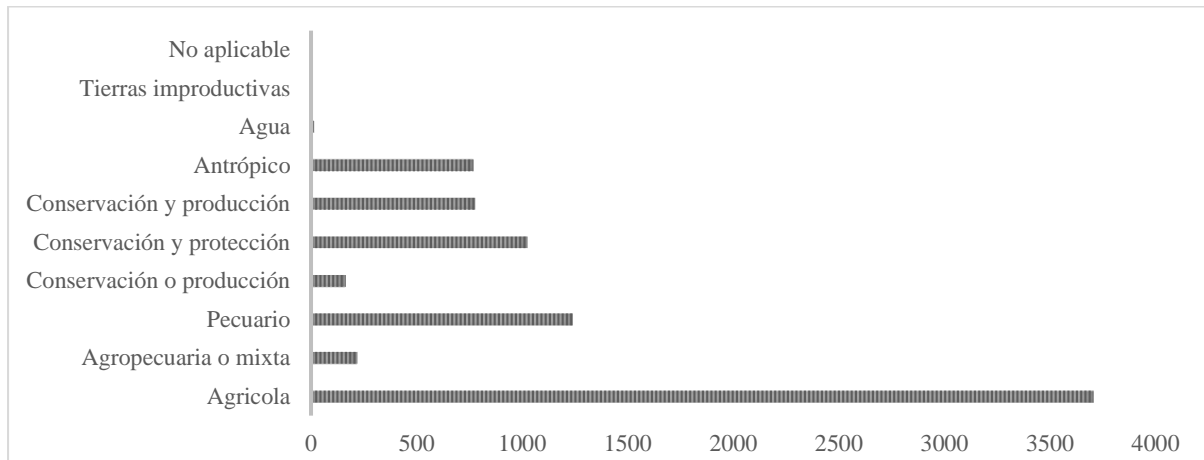


Bolaños & Andrango (2017) también mencionan que la agricultura y la actividad pecuaria son las prácticas de uso de superficie más relevantes en el cantón de Antonio Ante (Figura 4). Siendo el cultivo de maíz (*Zea mays*) el más predominante seguidos por los cultivos de fréjol (*Phaseolus vulgaris*), alfalfa (*Medicago sativa*), chochos (*Lupinus mutabilis*), arvejas (*Pisum sativum*), tomate riñón (*Lycopersicon esculentum*) y tomate de árbol (*Solanum betaceum*). En cuanto al uso pecuario las actividades que más se desarrollan son el cuidado y crecimiento de aves de corral, ganado vacuno y porcino (GAD Antonio Ante, 2011).

Varios estudios indican que las actividades mencionadas anteriormente poseen una relevancia significativa que afectan directa o indirectamente a un cuerpo de agua, adicionando nutrientes que pueden alterar la composición de este recurso tan preciado (Mora et al., 2021; Vizcaino, 2020).

## Figura 4

### Uso de suelo del cantón Antonio Ante en hectáreas






Nota: El gráfico muestra la extensión en hectáreas del uso de suelo del cantón Antonio Ante, 2013. Por Bolaños & Andrango (2017)

Varias localidades en vías de desarrollo, así como en Antonio Ante la agricultura y el cuidado de animales son la principal fuente de ingresos, siendo estas actividades el pilar fundamental para el crecimiento económico (Bosire et al., 2022). Sin embargo, la intensificación de estas actividades afecta negativamente al medio ambiente (Wilson et al., 2021), demandando mayor disponibilidad de agua y tierra en buenas condiciones, dejando atrás aguas contaminadas por escorrentía y suelos erosionados (Gil et al., 2018; Latino et al., 2020). En este contexto la acequia La Victoria al encontrarse en una zona baja y un canal de hormigón que en su mayoría se encuentra descubierto (Bolaños & Andrango, 2017), se ve afectada por la escorrentía y transporte de sedimentos generados por cultivos de zonas más altas, que por lo general utilizan agroquímicos degradando la calidad de agua de este canal de riego (GAD Antonio Ante, 2020; Kayitesi et al., 2022).

#### 4.1.3. Fuentes de Contaminación

Basado en los resultados el canal de riego de La Victoria (Tabla 5), al igual que en varios estudios enfocados en países en desarrollo resuelven que, los principales semilleros de contaminación de aguas superficiales son generadas por la expansión de actividades antropogénicas, como las descargas de aguas residuales de la agricultura, la industria y de los hogares (Arcentales-Ríos et al., 2022; K. Chen et al., 2023; Hernández-Alomia et al., 2022).

**Tabla 5***Puntos de contaminación de la acequia la Victoria*

<b>Fotografía</b>	<b>Información</b>	
	<b>Punto</b>	<b>CV01</b>
	<b>Fecha:</b>	13/8/2021
	<b>Coordenadas:</b>	806900,6      10031316,5
	<b>Cultivos:</b>	No presenta cultivos específicos, sin embargo, el área está rodeado de zonas de pastoreo.
	<b>Observaciones:</b>	La descarga de agua en este punto es de tipo residual, proveniente de la Quebrada Ilumán receptora de las aguas residuales de la localidad que lleva el mismo nombre.
	<b>Punto</b>	<b>CV02</b>
	<b>Fecha:</b>	13/8/2021
	<b>Coordenadas:</b>	807680      10033087,2
	<b>Cultivos:</b>	Presencia de zonas de pastoreo
	<b>Observaciones:</b>	Esté tramo posee la misma fuente de contaminación expuesta en el punto CV01, sin embargo, presenta mayor magnitud, debido a la mala condición en la que se encuentra el canal de la quebrada Ilumán.
	<b>Punto</b>	<b>CV03</b>
	<b>Fecha:</b>	19/12/2022
	<b>Coordenadas:</b>	807011,8      10031980,5
	<b>Cultivos:</b>	Zona de pastoreo y uso pecuario.
	<b>Observaciones:</b>	En este punto ubicado en la Hacienda Santa Mónica, el mal estado de la vía y las fuertes precipitaciones generan escorrentía, depositando en el canal de riego desechos del cuidado y pastoreo de ganado.



---

**Punto** CV04  
**Fecha:** 13/8/2021  
**Coordenadas:** 807345,8 10032865,8  
**Cultivos:** Chochos, maíz, fréjol, arveja y papas  
**Observaciones:** Descarga de agua domiciliar, ubicada en la comunidad de Chamanal. Debido a la cercanía al canal de riego varios moradores de manera oculta o visible desechan aguas domésticas cargadas de tensoactivos.



---

**Punto** CV05  
**Fecha:** 27/7/2022  
**Coordenadas:** 807677 10033087,2  
**Cultivos:** No presenta zonas de cultivo, sin embargo, es una zona de pastoreo constante.  
**Observaciones:** En este punto el canal de agua ya presenta contaminación orgánica e inorgánica, tanto de aguas residuales y desechos plásticos de diversa índole respectivamente. También presenta un fuerte olor a heces de ganado vacuno



---

**Punto** CV06  
**Fecha:** 19/12/2022  
**Coordenadas:** 807681 10033268  
**Cultivos:** Presencia de árboles de aguacate, zona mayormente pecuaria.  
**Observaciones:** Ubicado en la zona centro de la Parroquia de San Roque, en este tramo moradores dedicados al cuidado de cerdos, descargan desechos con una gran carga de materia orgánica, generada por las heces de los cerdos.

---



Punto: **CV07**  
Fecha: 21/7/2021  
Coordenadas: 808905,2 34194,2  
Cultivos: Maíz, frejol, arveja, tomate de árbol.  
Observaciones: La tubería expuesta ubicada en la comunidad de Pucará, es un canal de riego secundario proveniente de la acequia Ruku Larka que a simple vista contiene materiales suspendidos.



Punto: **CV08**  
Fecha: 21/7/2021  
Coordenadas: 808905,2 34194,2  
Cultivos: Maíz, fréjol, arveja, tomate de árbol y fresas.  
Observaciones: Esté lugar representa la ubicación donde varios agricultores arrojan material inorgánico proveniente de los desechos producidos por la agricultura.

---

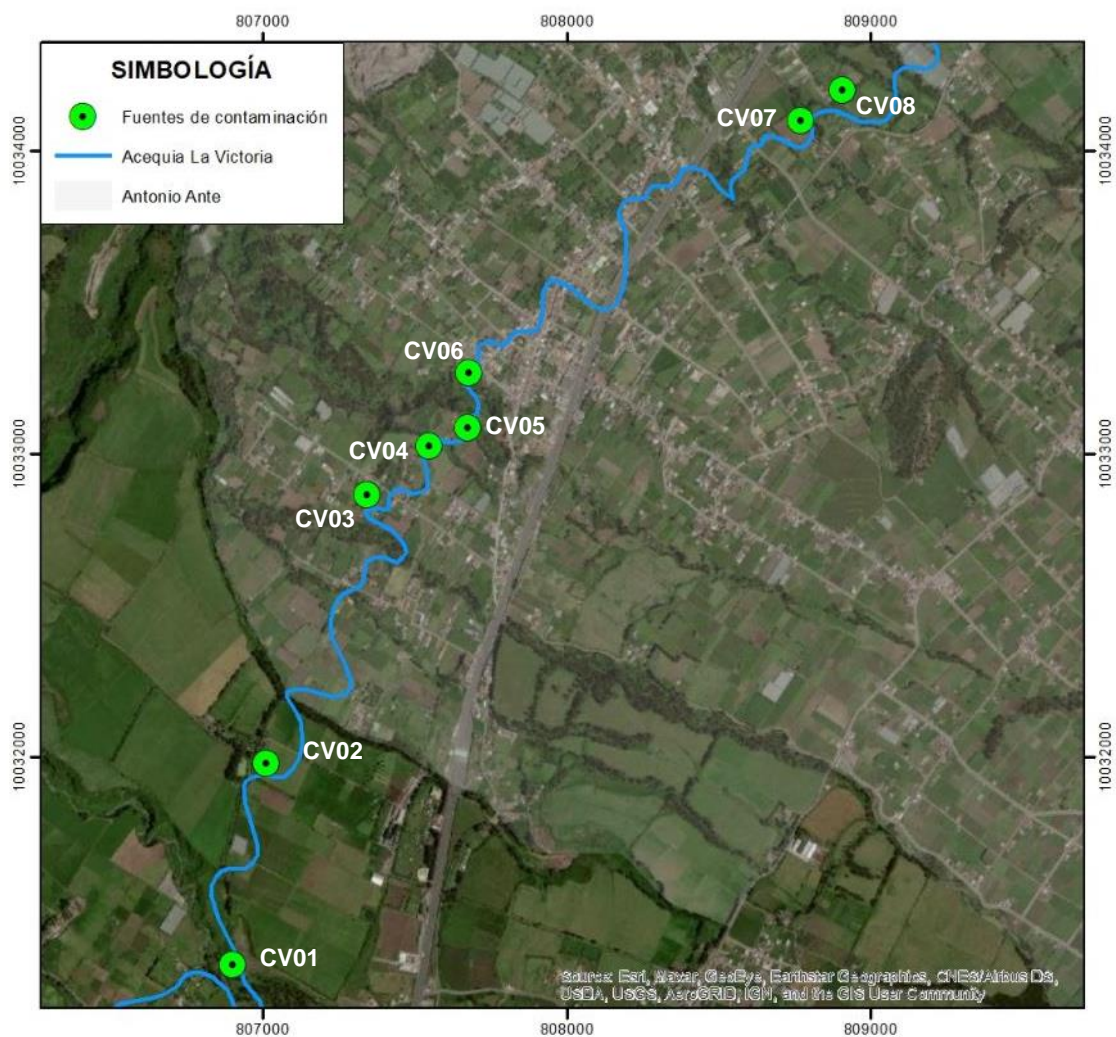
En base en los hallazgos el canal de riego La Victoria presenta ocho puntos de contaminación visibles, sin embargo es evidente que el sistema de riego presenta mayor cantidad de puntos descarga que no se encuentran visibles, La Victoria al igual que le río Molopo en Sudáfrica y el río Aras ubicada en Turquía se encuentran en zonas de pastoreo y agricultura extensivos, generando varios puntos de contaminación difusa relacionadas a estas actividades (Badrzadeh et al., 2022; Mohajane & Manjoro, 2022). En este contexto podemos decir que la calidad del agua de la acequia la Victoria se ve afectada por fuentes no puntuales de los desechos agrícolas, aportando agroquímicos provenientes de las zonas de cultivo al canal de agua al igual que Badrzadeh et al. (2022) en su estudio sobre la Evaluación de las Prácticas de gestión de las Fuentes de Contaminación no Puntuales en lo Ríos.

La evidencia expuesta en los puntos CV01, CV02 y CV04 de la Tabla 5 muestran que no existe una buena gestión de las aguas servidas debido, a que los tramos del canal de agua no se encuentran en buen estado, contaminando cuerpos hídricos y áreas de cultivo. En Antonio

Ante el 13%, la mayoría ubicada en zonas rurales no cuenta con un sistema de alcantarillado (GAD Antonio Ante, 2020), provocando que moradores próximos a la acequia la Victoria descarguen aguas domésticas a este canal de riego (Bolaños & Andrango, 2017). Es más, del 87% de los hogares que presentan sistema de alcantarillado tan solo el 13% llega a un sistema de tratamiento con un 74% de eficiencia (GAD Antonio Ante, 2020).

**Figura 5**

*Fuentes de contaminación de la acequia La Victoria*



#### **4.1.4. Estaciones de muestreo**

El muestreo es el conjunto de todas las actividades que se desarrollan para recolectar una pequeña cantidad de agua que sea representativa del cuerpo de agua a estudiar (IDEAM, 2020). Tomando en cuenta el uso de suelo y las fuentes de contaminación presentes en la



acequia La Victoria al igual que (Wątor & Dobrzyński, 2022) en su trabajo de investigación sobre, Mejores Prácticas para la Toma de Muestras de Agua, se percató que las muestras que se recolectaron presentaron la misma composición que podría tener a lo largo del recorrido el cuerpo de agua, tomando en cuenta los puntos clave donde la dinámica del cuerpo de agua presenta mayor presión antropogénica (Mora et al., 2021a).

Por consiguiente, se establecieron cinco estaciones de muestreos, en la Tabla 6 se detalla las características de los puntos de muestreo. El orden de las estaciones de muestreo corresponde a partir de la parte alta de la acequia la Victoria (Sevillano, 2018).

**Tabla 6**

*Ubicación de los puntos de las estaciones de muestreo.*

<b>Época seca</b> (2022/07/27)	<b>Época lluviosa</b> (2022/10/12)	<b>Información</b>												
		<table border="1"> <tr> <td data-bbox="1050 1003 1228 1041"><b>Punto:</b></td> <td data-bbox="1228 1003 1396 1041"><b>DM01</b></td> </tr> <tr> <td colspan="2" data-bbox="1050 1048 1396 1086"><b>Coordenadas:</b></td> </tr> <tr> <td data-bbox="1050 1093 1228 1131">X</td> <td data-bbox="1228 1093 1396 1131">Y</td> </tr> <tr> <td data-bbox="1050 1137 1228 1176">807082</td> <td data-bbox="1228 1137 1396 1176">10032189</td> </tr> <tr> <td colspan="2" data-bbox="1050 1182 1396 1220"><b>Observaciones</b></td> </tr> <tr> <td colspan="2" data-bbox="1050 1227 1396 1512">                     El área de estudio se localiza en al cantón Antonio Ante, por ende, la estación se encuentra entre el cantón mencionado y el de Otavalo. También este punto está próximo a las fuentes de contaminación CV01 y CV02.                 </td> </tr> </table>	<b>Punto:</b>	<b>DM01</b>	<b>Coordenadas:</b>		X	Y	807082	10032189	<b>Observaciones</b>		El área de estudio se localiza en al cantón Antonio Ante, por ende, la estación se encuentra entre el cantón mencionado y el de Otavalo. También este punto está próximo a las fuentes de contaminación CV01 y CV02.	
<b>Punto:</b>	<b>DM01</b>													
<b>Coordenadas:</b>														
X	Y													
807082	10032189													
<b>Observaciones</b>														
El área de estudio se localiza en al cantón Antonio Ante, por ende, la estación se encuentra entre el cantón mencionado y el de Otavalo. También este punto está próximo a las fuentes de contaminación CV01 y CV02.														



**Punto:** DM02

**Coordenadas:**

X Y

807677 10033125

**Observaciones**

Este punto ubicado en la Quebrada Artezón en San Roque, presenta un sistema de rejillas donde los residuos orgánicos e inorgánicos se acumulan generando una contaminación directa en el canal de riego.



**Punto:** DM03

**Coordenadas:**

X Y

808633 10034029

**Observaciones**

Fue considerado por la cercanía a los puntos de contaminación CV06, CV07 y CV08 (Tabla 5) ubicados en la comunidad de Pucará un área donde varios cultivos son regados con el agua de la acequia La Victoria.



**Punto:** DM04

**Coordenadas:**

X Y

810121 10035954

**Observaciones**

Esta estación de muestreo a más de encontrarse en un punto de fácil acceso, se ubica en una zona que posee una agricultura más extensiva, y a partir de este punto el canal se divide en varios ramales secundarios proporcionando agua a varias zonas del cantón.



**Punto:** DM05

**Coordenadas:**

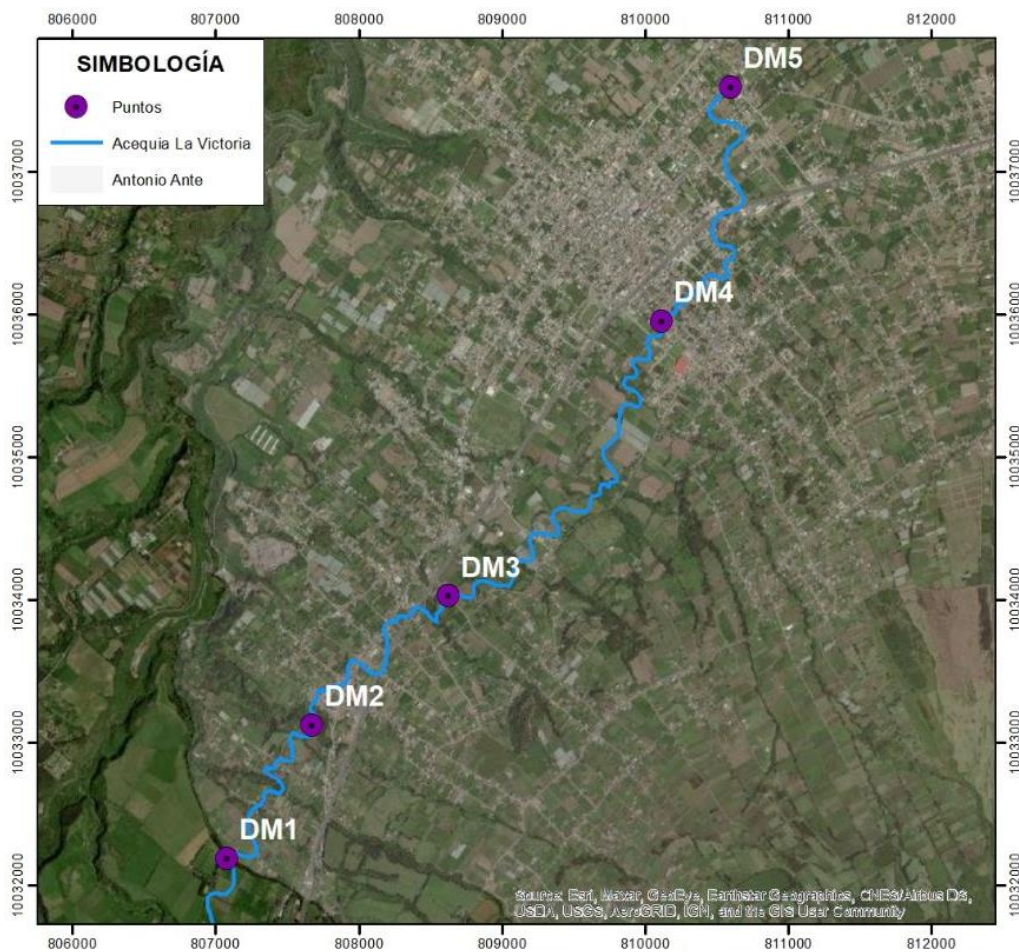
X	Y
810606	10037593

**Observaciones**

Este punto fue considerado debido a que es el último tramo con un caudal considerable, a partir de este tramo la red de riego se distribuye en varios canales secundarios hacia los cultivos de la parroquia de Chaltura y el sector del Cercado.

**Figura 6**

*Ubicación de las estaciones de monitoreo*



## **4.2. Determinación los parámetros fisicoquímicos y microbiológicos de la acequia La Victoria**

El canal de riego de La Victoria, en sus 16.8 km de longitud, cuenta con tramos naturales, canales de hormigón armado (abiertos o cerrados) y tuberías de PVC; el hormigón armado representa el 49% de la recubierta del canal de riego, brindando mayor seguridad y soporte, no obstante un 14% del cuerpo de agua fluye por tramos naturales siendo estos más propensos a deslizamientos (Bolaños & Andrango, 2017). En el primer y segundo trimestre del 2022 la acequia la Victoria sufrió varios deslizamientos de tierra debido, a las fuertes precipitaciones (GAD Provincial Imbabura, 2022) dificultando la toma de muestras del presente trabajo de investigación durante la época lluviosa más pronunciada del año, por lo tanto, las campañas de muestreo se desarrollaron el 27 de julio y 12 de octubre de 2022 para época seca y época lluviosa respectivamente.

El clima es otro factor de impacto sobre los resultados encontrados en este trabajo de investigación, la tendencia y lo que se espera conseguir en una investigación que involucra, campañas de muestreo durante periodos secos y lluviosos, es que los hallazgos alcanzados en la época seca presenten parámetros que atribuyan una menor calidad del agua, debido a poseer una reducción del caudal y mayor temperatura, mientras que en la estación de lluvias los parámetros de calidad del agua sean más favorecedores, debido a una menor temperatura y presencia de precipitación que pueden diluir algunos parámetros (Arcentales-Ríos et al., 2022; Bolaños & Andrango, 2017; Jerves-Cobo et al., 2020; Long et al., 2018; Sevillano, 2018; Vizcaino, 2020). Sin embargo, en este estudio se encontró una anomalía en los resultados analizados con respecto al contexto explicado anteriormente, atribuyento la anormalidad a los cambios generados por el aumento de temperatura que se esta dando a nivel global (Bâki Iz, 2018; Fabian et al., 2023; Yaduvanshi et al., 2021). De la misma manera el INAMHI mencionó que, del 23 al 27 de julio del 2022 a pesar de ser un mes que se encuentra dentro de la estación seca, existió la presencia de lluvias y tormentas con precipitaciones de hasta 27 mm al día (INAMHI, 2022). De acuerdo con Mengistu et al. (2021) el cambio climático afecta directamente a los recursos hídricos, alterando valores históricos de precipitación y temperatura, generando alteraciones en las estaciones climáticas. Algunos estudios explican que, el aumento de temperatura está generando extremos en la hidrología, provocando inundaciones y sequías, llegando a cambiar el ciclo del agua, modificando la distribución espacial y temporal de las precipitaciones y los recursos hídricos (IPCC, 2014; Mitiku et al., 2023)

A continuación se detallan los resultados de monitoreo, toma de muestras y análisis de laboratorio que se realizaron en este trabajo de investigación.

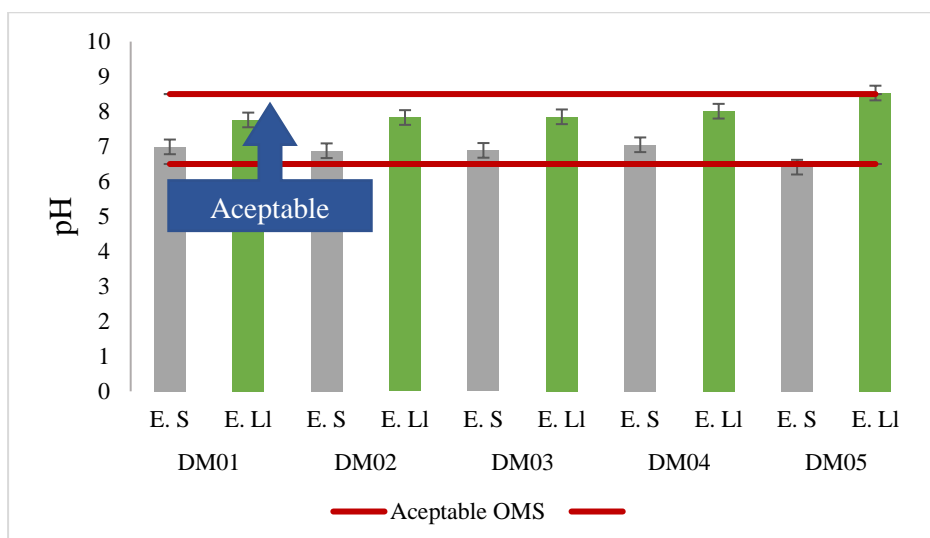
#### 4.2.1. Análisis de parámetros físico-químicos y microbiológicos.

Se recolectaron con éxito 10 muestras de agua, 5 en época seca y 5 en época lluviosa. En la Tabla 7 se puede observar los resultados de cada parámetro analizado, de igual manera los estándares permisibles del TULSMA, la OMS y la EPA con fines de comparación.

**El pH:** El rango permitido del potencial de hidrógeno por la OMS y EPA es de 6.5 a 8.5, sin embargo la legislación ecuatoriana menciona que un estandar de 6.5 a 9 es óptima para el uso del agua en la agricultura, la acequia La Victoria presenta valores de pH entre 6.41 y 7.05 y entre 7.76 y 8.53 para época seca (E.S) y lluviosa (E.LI) respetivamente. Las muestras de agua que fueron tomadas durante la estación seca mostrando datos ligeramente ácidos por de bajo de la neutralidad en su mayoría excepto en el punto DM04 (7.05). La razón puede estar relacionada con las descargas de aguas residuales expuestas en la Tabla 6 que pueden contener ácido úrico que reduce el pH del agua (Fikadu, 2022). Una concentración de iones de hidrógeno que resulten ácidos pueden generar corrosión en la red y bombas de agua (Kothari et al., 2021). En cuanto a la estación lluviosa tenemos valor más alcalinos, superando la neutralidad, lo que se asocia a las descargas de aguas residuales provenientes de la industria textilera, las cuales usan colorantes y álcalis que pueden aumentar el pH (Mora et al., 2021).

**Figura 7**

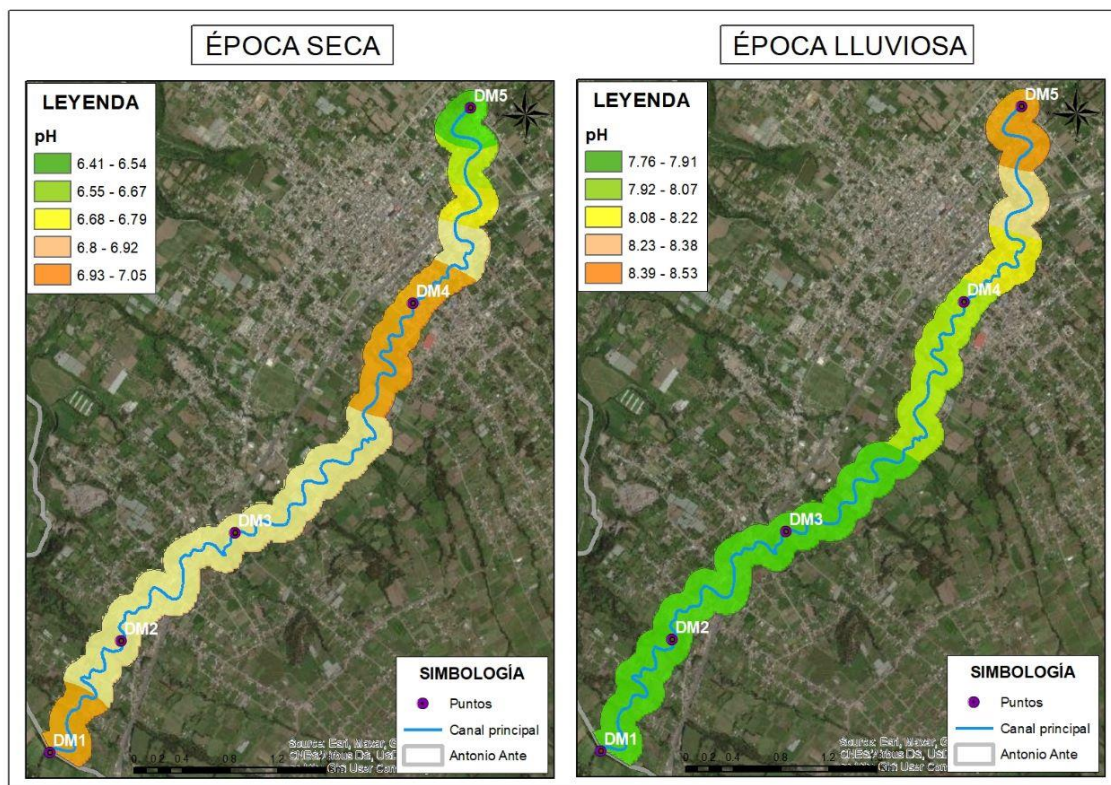
*Variación del pH*



Como se puede ver en la Tabla 7 y la Figura 7 el pH tiene un valor mínimo de 6.41 y un máximo de 8.53. El canal de riego en su mayoría se encuentra dentro de los rangos aceptables establecidos por la OMS, EPA y TULSMA, excepto el punto DM05 durante la E.S (6.41). Si bien Baloitcha et al., (2022) mencionan que, el pH no presenta un impacto directo en la salud humana, pero si en las reacciones químicas con algunos parámetros. (Dey et al., 2021) dicen que, valores de pH superiores a 8.5 pueden generar irritación ocular y en la piel, también puede provocar un sabor a saldo del agua. En la Figura 8 podemos observar la variación del pH entorno a los puntos de muestreo, durante la época seca y lluviosa.

**Figura 8**

*Interpolación del pH entorno a los puntos de muestreo*

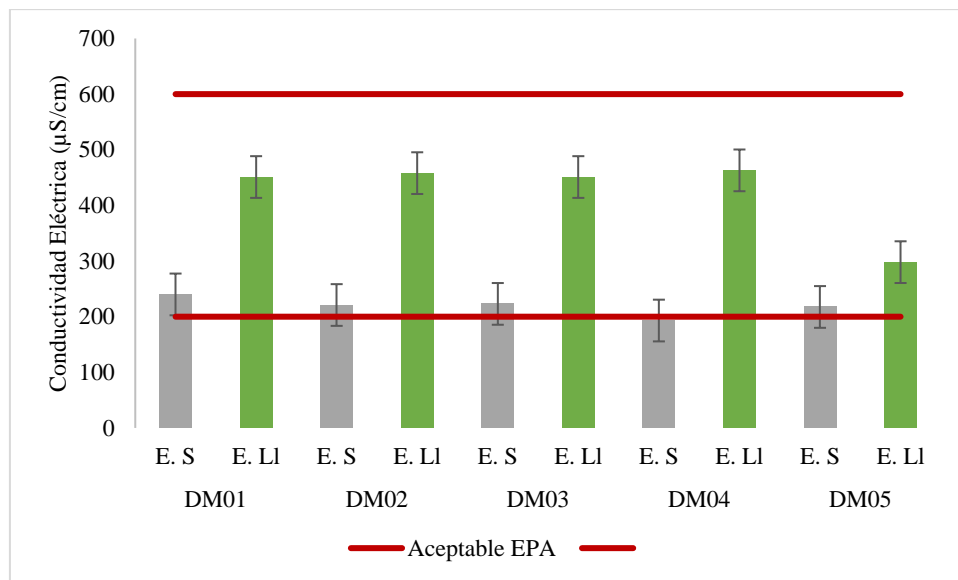


**La conductividad eléctrica (CE):** Los hallazgos encontrados demuestran un valor mínimo de 193.1  $\mu\text{S}/\text{cm}$  y un valor máximo de 463  $\mu\text{S}/\text{cm}$ , de acuerdo a los rangos establecidos por la EPA el canal de riego se encuentra dentro de los límites permisibles, Rahman et al. (2023) señalan que aguas con concentraciones menores a 1000  $\mu\text{S}/\text{cm}$  son consideradas frescas y no salinas. Tomando en cuenta que el dato mínimo de 193.1  $\mu\text{S}/\text{cm}$  correspondiente al punto DM04 durante la época seca está ligeramente por debajo del rango establecido, con un valor

menor a 200  $\mu\text{S}/\text{cm}$ . La conductividad eléctrica varió con respecto a las épocas de muestreo, mostrando que durante la E.LI los valores de CE son mayores. La razón puede ser la temperatura, evaporación, descargas de aguas residuales, la lluvia, la disolución de iones, la escorrentía agrícola y lixiviados (Pantha et al., 2022). Por otra parte los valores se reducen durante la época seca, tomando en cuenta que el día de muestreo el cielo se encontraba nublado, con una temperatura inferior a los  $16^{\circ}\text{C}$  y con presencia de ligeras lloviznas diluyendo los iones naturales y antropogénicos generadas por las aguas residuales (Mora et al., 2021; Pantha et al., 2022).

### Figura 9

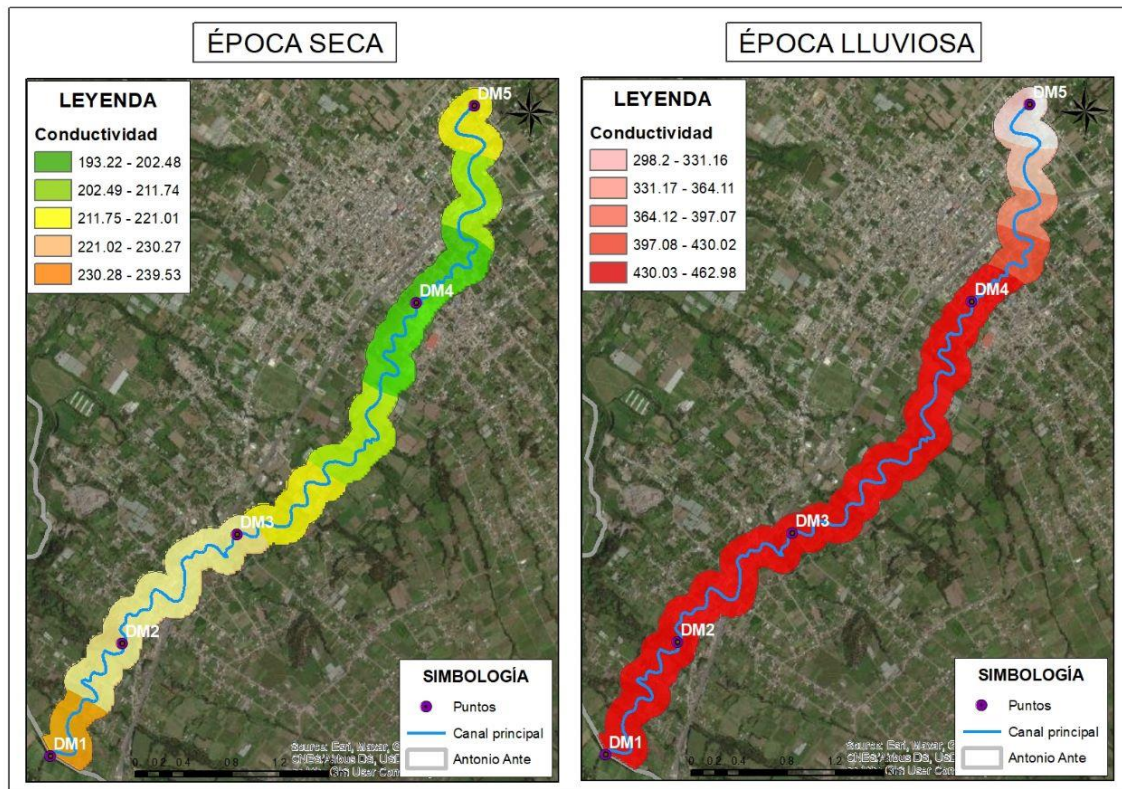
#### Variación de la conductividad eléctrica



En la Figura 9 y 10 podemos observar la variación de la conductividad durante las diferentes campañas de monitoreo, donde los resultados no superan los estándares de calidad. Varios estudios alegán, si la CE supera los  $750 \mu\text{S}/\text{cm}$  el agua deja de ser adecuada para el uso de riego, siendo más corrosiva y perjudicial para la salud (Fikadu, 2022; Pantha et al., 2022).

**Figura 10**

*Interpolación de la conductividad entorno a los puntos de muestreo*

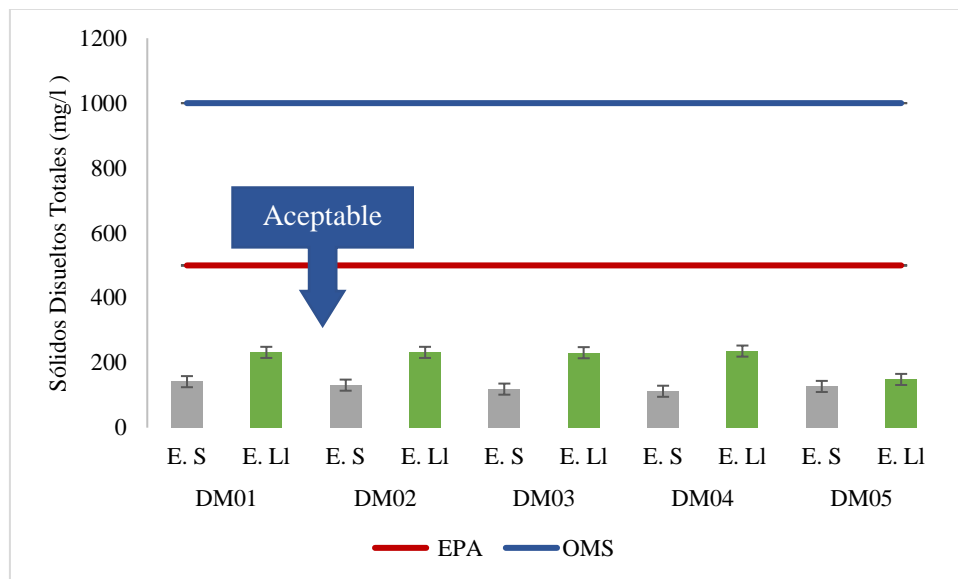


**Sólidos Disueltos Totales (SDT):** La concentración de este parámetro varió entre 112.23 mg/l y 236 mg/l, como se muestra en la Tabla 7, en todos los puntos de muestreo los hallazgos encontrados fueron inferiores a los valores máximos permitidos por la OMS, EPA y la normativa nacional (1000, 500 y 3000 mg/l respectivamente), lo que significa que las muestras de la acequia La Victoria están dentro de los límites aceptables. En la Figura 11 y 12 podemos observar que durante la época lluviosa se registró una mayor cantidad SDT, esto puede ser debido, a la ecorrentía generada durante el flujo de agua estacional, conforme la descripción realizada por Wilson et al. (2021) en su estudio sobre la Influencia de la Agricultura en la Calidad del Agua en el río Nairobi - Kenia, donde defienden que los SDT son generados por las fuentes antropogénicas como fertilizantes, productos químicos foliares con contenido de zinc, infiltrándose a los canales de agua debido a la ecorrentía, la erosión que generan las lluvias. También el color y la temperatura del canal de riego de la Victoria se pueden elevar por el aumento de los SDT (Dey et al., 2021; Pantha et al., 2022).



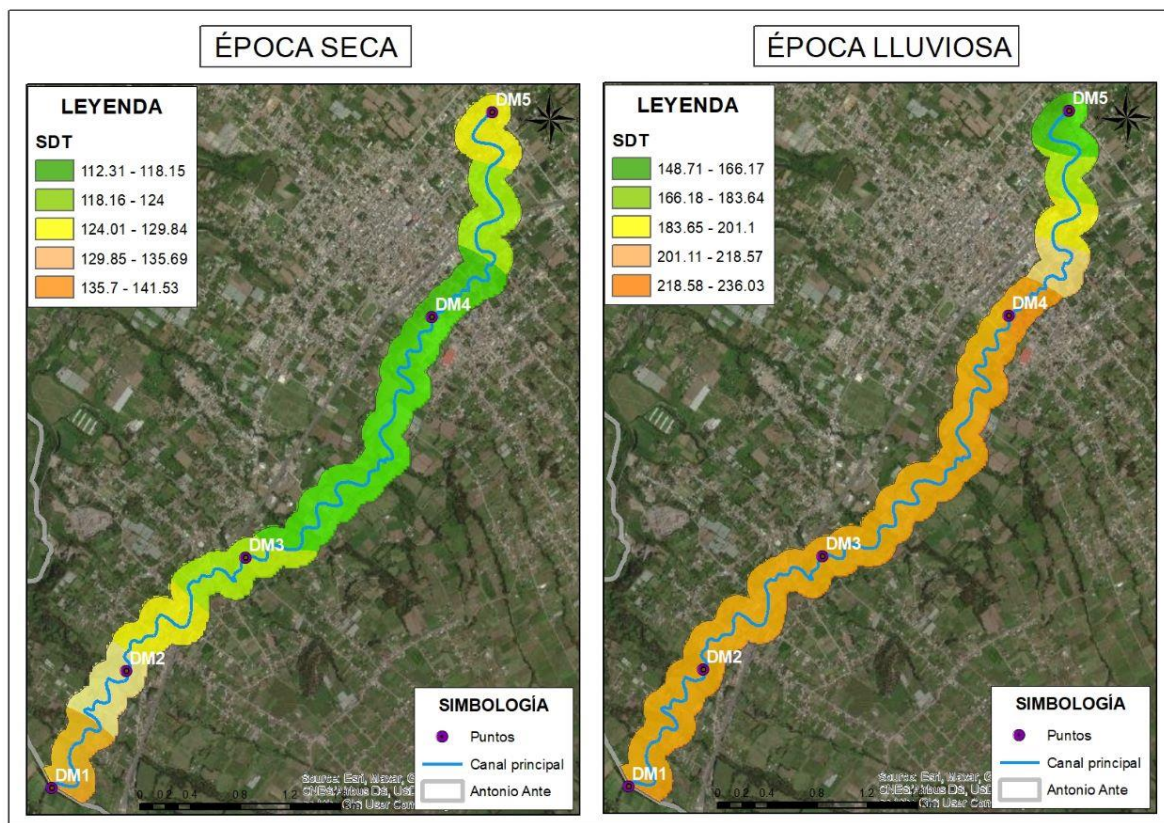
**Figura 11**

*Variación de Sólidos Disueltos Totales*



**Figura 12**

*Interpolación de los sólidos disueltos totales entorno a los puntos de muestreo*

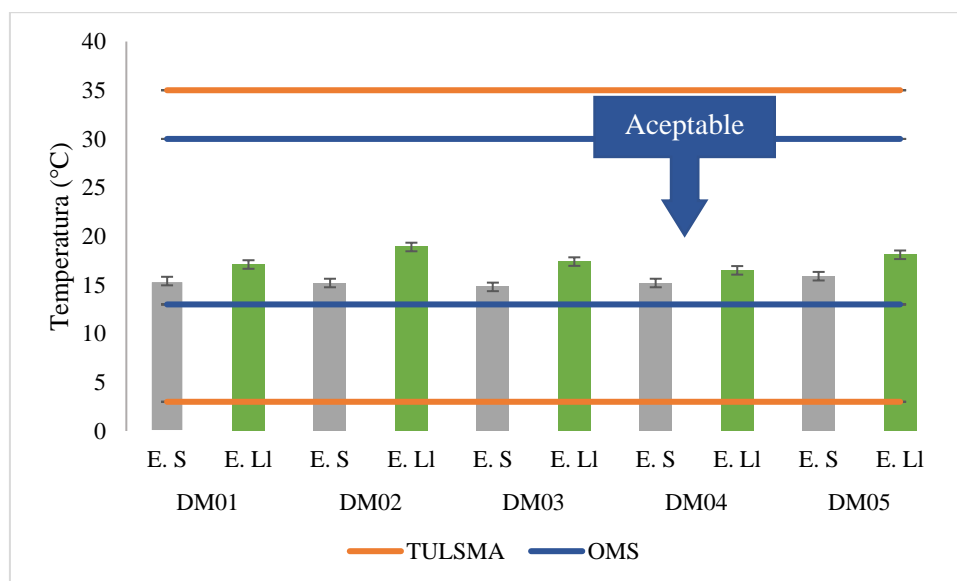


Por lo general una elevada cantidad de SDT puede afectar el sabor, la corrosividad y la capacidad de osmorregulación que poseen los organismos acuáticos que habitan en las fuentes de agua dulce (Prasad et al., 2019).

**Temperatura (°C):** Este parámetro es una de las variables con mayor importancia debido a que afecta los procesos químicos, físicos y biológicos de un cuerpo de agua (Ouarda et al., 2022). El rango deseable de la temperatura de acuerdo a la normativa nacional son las temperaturas entre 3 y 35 °C, mientras que la OMS dicta que el rango aceptable son las temperaturas entre 5 y 30 °C. A partir de los resultado este parámetro se encuentra dentro de los límites deseables. La temperatura máxima fue durante la época lluviosa con un valor de 18.9 °C y disminuyó en la época seca a 14.8 °C, siendo evidente que la calidez del agua cambia significativamente de acuerdo a las estaciones climáticas. El aumento de temperatura del agua puede generar mayor fotosíntesis, proporcionando mayor oxígeno al cuerpo hídrico (Dey et al., 2021).

**Figura 13**

*Variación de la temperatura*

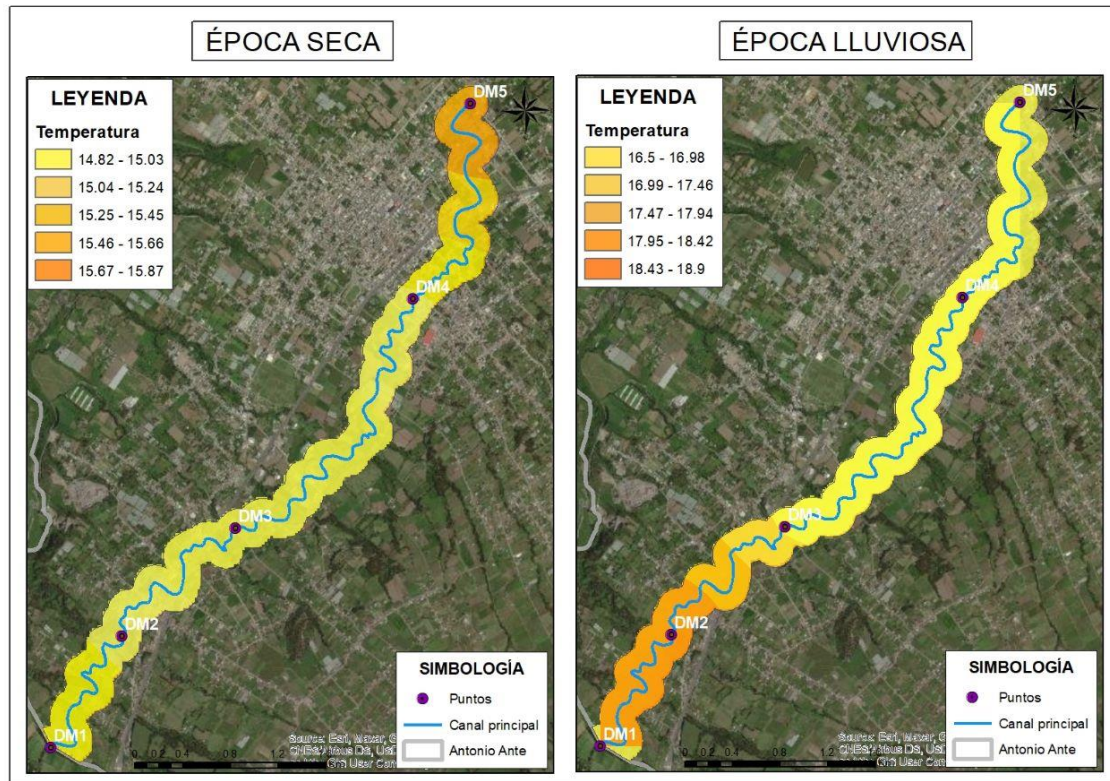


En las Figuras 13 y 14 se muestra la variación de la temperatura, donde los marcadores más bajos se obtuvieron durante la época seca, la razón puede ser debido al cambio climático que nos afecta globalmente (Morales-Marín et al., 2019). Este descenso en la temperatura del la acequia la Victoria al igual que el estudio desarrollado por Tiwari et al. (2023) puede

disminuir el factor de descomposición de los colífangos, debido a que este proceso se ralentiza, haciendo que la calidad microbiana del canal de agua permanezca baja.

**Figura 14**

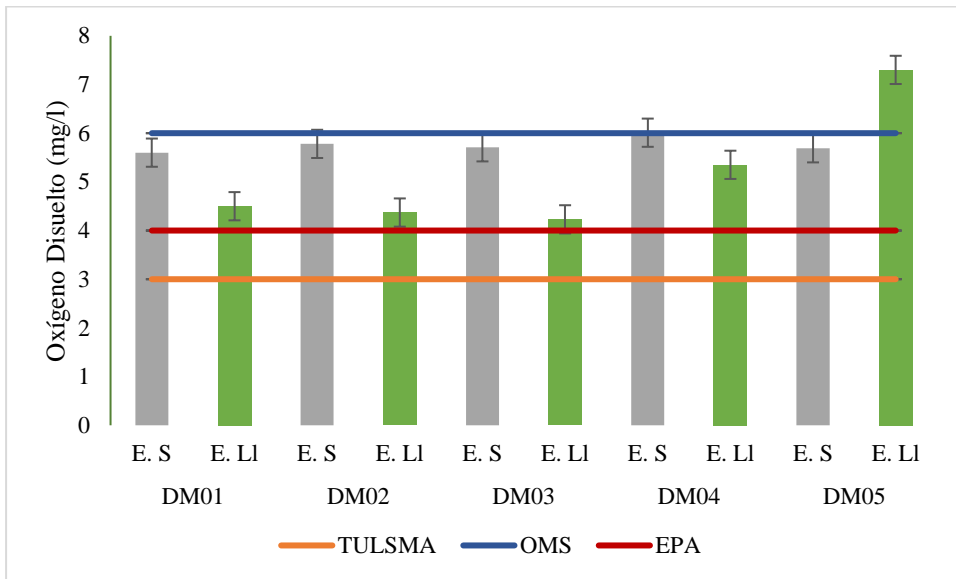
*Interpolación de los cambios temperatura entorno a los puntos de muestreo*



**Oxígeno Disuelto (OD):** Los valores de oxígeno disuelto tuvieron un valor mínimo de 4.23 mg/l ubicado en el punto DM03 durante la época lluviosa y un máximo de 7.3 mg/l en el punto DM05 en la misma época de muestreo. De acuerdo con los límites aceptables de la EPA y la normativa nacional las muestras se encuentran dentro de un rango aceptable, sin embargo la mayoría de las muestras conforme el límite establecido por la OMS se encuentran debajo de valor establecido ( $>6$  mg/l). Las bajas concentraciones de OD sugieren que existe contaminación por materia orgánica y nutrientes (Mora et al., 2021). Estas bajas concentraciones pueden generar hipoxia en las fuentes de agua generan un grave problema a la fauna, flora y fuenga que habitan en el canal de agua (Larsen et al., 2019). También se puede decir que las concentraciones altas de OD muestreadas en la época seca, puede ser a que el día de monitoreo se presentó pequeñas precipitación que oxigenó el agua mediante la escorrentía generada (Muñoz et al., 2015).

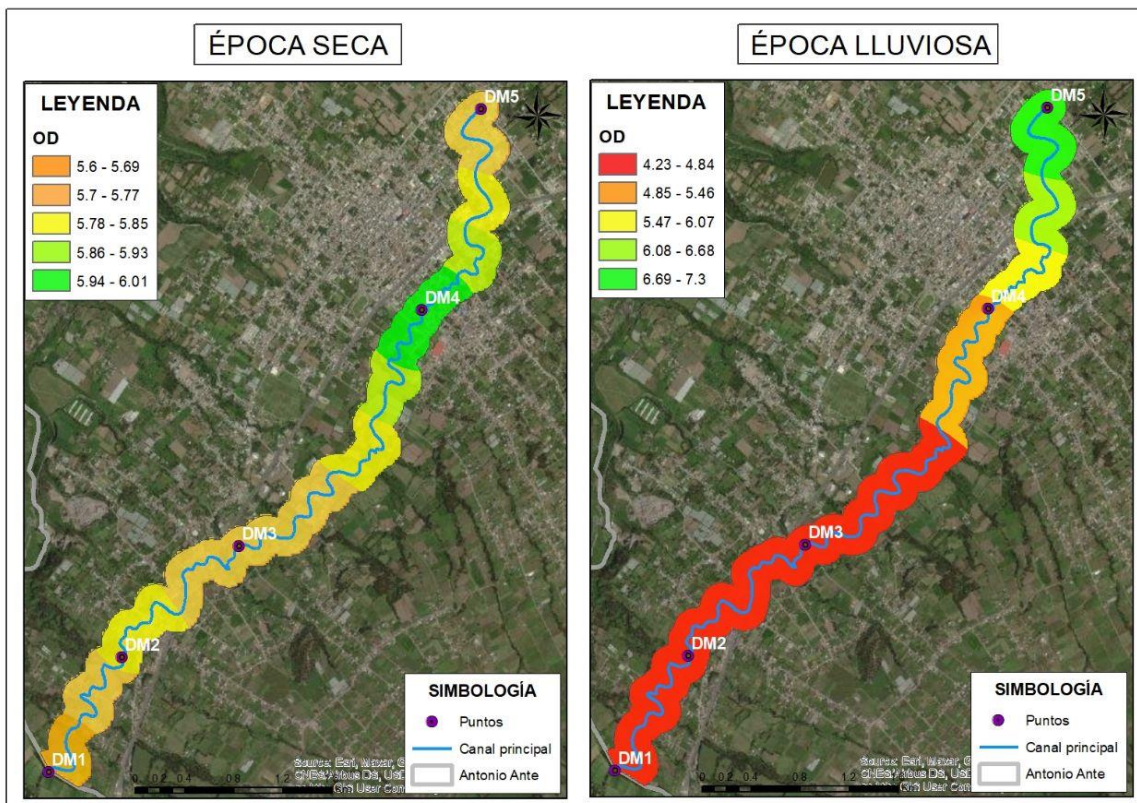
**Figura 15**

*Variación del oxígeno disuelto*



**Figura 16**

*Interpolación del cambio de oxígeno disuelto entorno a los puntos de muestreo*

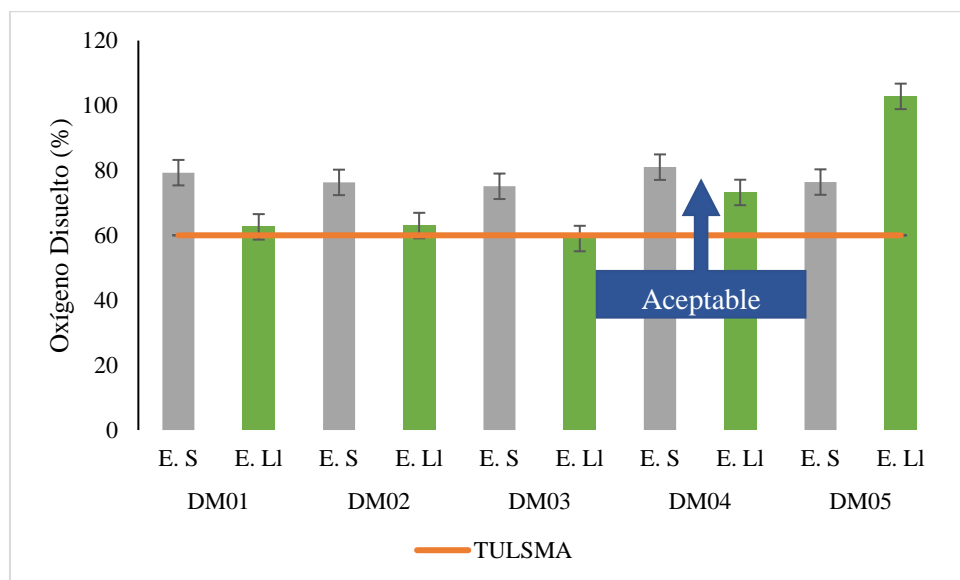


A pesar que normativas como el TULSMA y la EPA señalan que los riegos por hipoxia son en concentraciones inferiores a 3 mg/l y 4 mg/l respectivamente, sin embargo existen estudios donde se reflejan que niveles menores a 4.6 mg/l de OD pueden causar un impacto negativo en ecosistemas acuáticos (Walter et al., 2022). En el trabajo de investigación de Mattiasen et al. (2020) señala que niveles de 4.1 mg/l de OD generan efectos negativos en el metabolismo de los peces y plantas acuáticas. También Gray et al. (2002) encontraron que entre 4.5 mg/l y 6 mg/l de OD el porcentaje de crecimiento organismos acuáticos se ven afectados y de 2 a 4 mg/l el metabolismo de estos organismos también se ven afectados.

**Porcentaje de Oxígeno Disuelto (%OD):** La normativa nacional sugiere que el %OD en un canal de agua dulce debe ser mayor al 60%, las muestras de agua recolectadas en la dos épocas de monitoreo oscilan entre 59 y 102.8%, lo que indica que en su mayoría la acequia La Victoria se encuentra sobre el límite de calidad recomendado. El OD el %OD tuvieron su valor más bajo en el punto DM03 durante la E.LI, es muy probable que la reducción de estos parámetros sean debido al embaulado que existe en el canal de riego previo al punto de muestreo mencionado anteriormente. La sección embaulada atraviesa gran parte de la zona urbana de la parroquia de San Roque (Bolaños & Andrango, 2017).

**Figura 17**

*Variación del porcentaje de oxígeno disuelto*

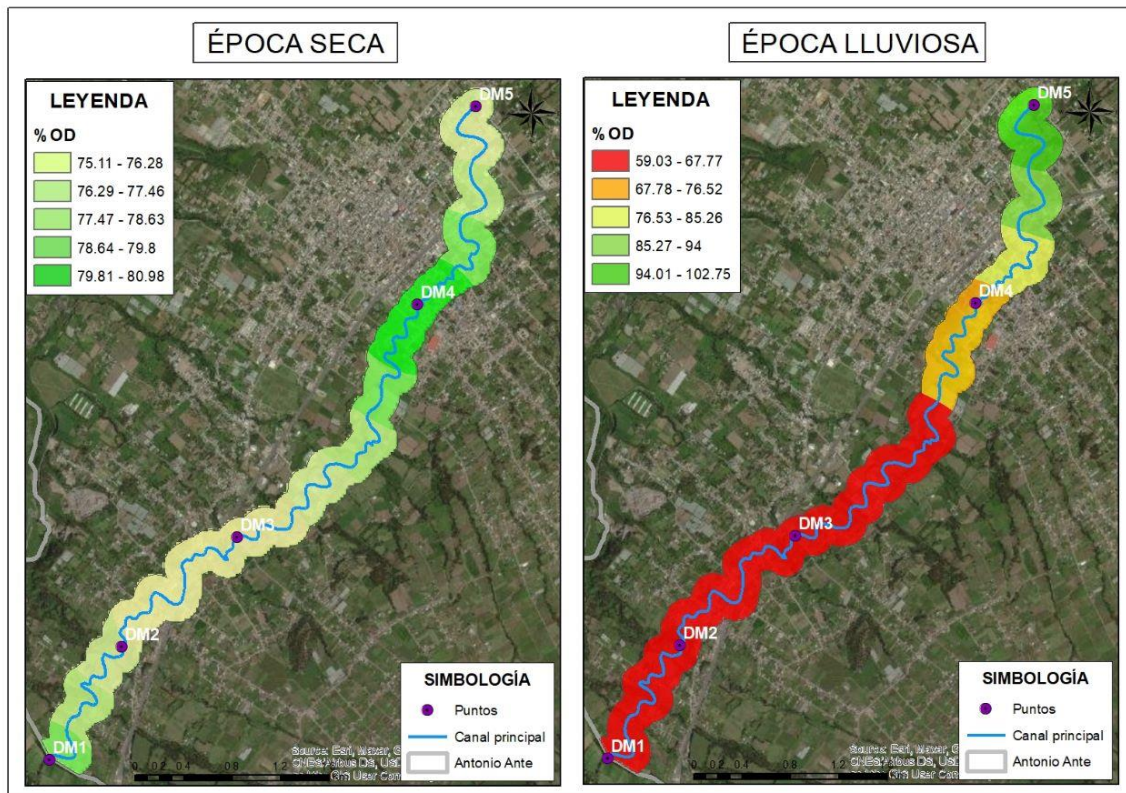


En la Figura 17 y 18 se observa que durante la E.LI en las tres últimas estaciones de muestreo el %OD permanece a la par del porcentaje recomendado por la normativa nacional (60%), este parámetro es importante debido a que refleja la salud ecológica de los ríos

(Hutchins et al., 2020). UN bajo nivel de oxígeno en el agua puede generar una alta tasa de eutrofización, esto sucede por la gran cantidad de nutrientes que posee el cuerpo de agua (Walter et al., 2022).

**Figura 18**

*Interpolación del cambio del porcentaje de oxígeno disuelto entorno a los puntos de muestreo*

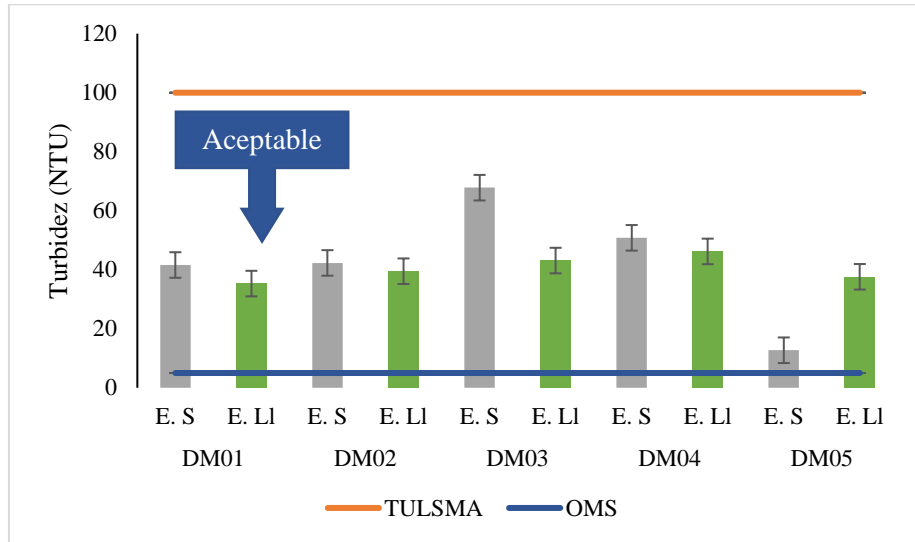


**La Turbidez:** La turbidez es consecuencia de la materia orgánica disuelta y sedimentada que se encuentra en suspensión (Rouf et al., 2022). El valor más alto y bajo se observó durante la época seca (67.8 NTU y 12.71 NTU respectivamente). El aumento de turbidez es debido a los sólidos suspendidos, a los sedimentos localizados en el fondo del agua y efluentes agrícolas e industriales (Fikadu, 2022). La turbidez en el punto DM05 tomada en la época seca es la más baja, esto puede ser debido a la existencia un menor caudal (Tabla 7). De acuerdo a la OMS la acequia la Victoria se encuentra contaminada en términos de turbidez, puesto que supera el límite permisible de 5 NTU lo que indica una baja calidad de agua. Adimasu, (2015) señala que el agua con altas cantidades de turbidez puede generar efectos negativos sobre la salud, fomentando el crecimiento de microorganismos patógenos y bacterias, favoreciendo el crecimiento de coliformes fecales (CF) (Panthaa et al., 2022). En las figuras

19 y 20 podemos observar la variación estacional de turbidez en el canal de riego de la acequia La Victoria.

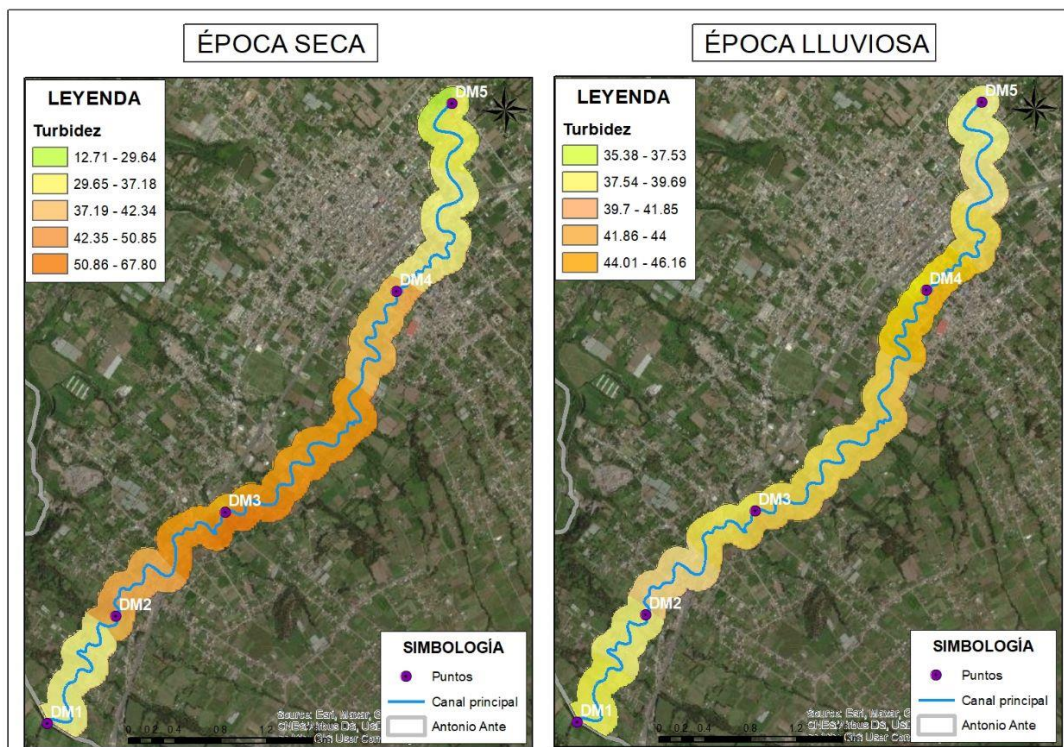
**Figura 19**

*Variación de la turbidez*



**Figura 20**

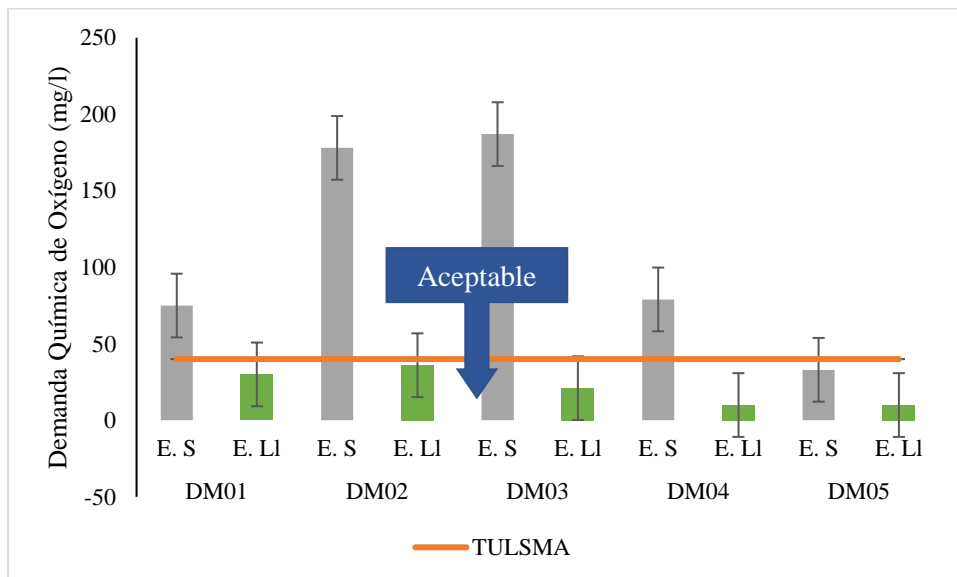
*Interpolación de la turbidez entorno a los puntos de muestreo*



**Demanda Química de Oxígeno (DQO):** En la acequia la Victoria se registró DQO de 10 mg/l a 187 mg/l, siendo los valores más altos durante la época seca (excepto DM05), superando el estandar establecido por la normativa nacional de 40 mg/l, González-Fuenzalida et al. (2022) en su estudio sobre un Nuevo Método para la Estimación in situ de DQO, consideran que un río se encuentra contaminado si los valores de DQO son superiores a 50 mg/L, en este contexto podemos decir que la acequia la Victoria en la época seca presenta un alto grado de contaminación orgánica causada por las descargas de aguas residuales (Cai et al., 2022). A diferencia de los hallazgos encontrados en la época lluviosa donde los valores presentan un buen nivel de calidad del agua con respecto al DQO.

**Figura 21**

*Variación de la Demanda Química de Oxígeno*

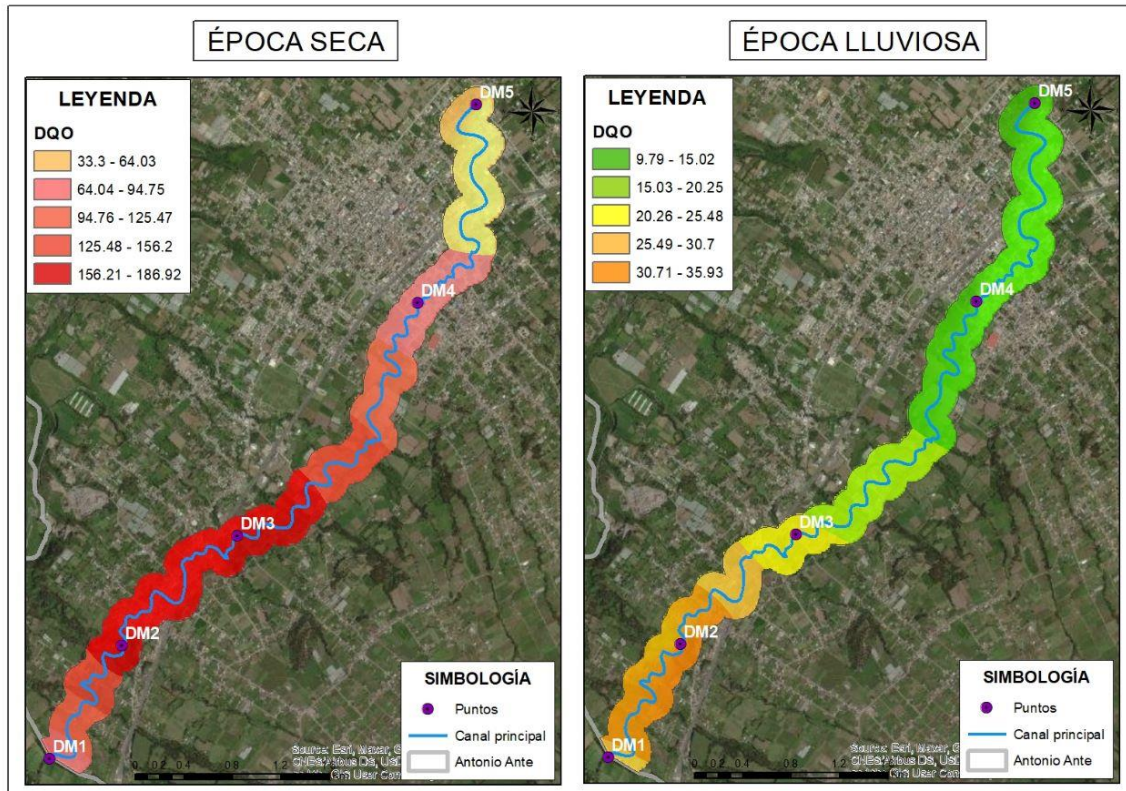


La Demanda química de oxígeno es uno de los índices de calidad de agua más relevantes, la cual muestra la cantidad necesaria para oxidar la materia orgánica de un cuerpo de agua (González-Fuenzalida et al., 2022). En la Figura 22 durante la época seca la acequia la Victoria presenta una fuerte pigmentación roja en los puntos DM02 y DM03, reflejando la existencia de descargas con altas cargas de contaminación orgánica, debido a las actividades pecuarias de la zona (Tabla 5 en los puntos CV04 y CV06 ). Al ser este un canal de riego genera preocupación con respecto a la salud humana, debido al riego con aguas residuales no tratadas contaminando el suelo y los alimentos con estos contaminantes orgánicos (Mora et al., 2021).



**Figura 22**

*Interpolación de la Demanda Química de Oxígeno entorno a los puntos de muestreo*

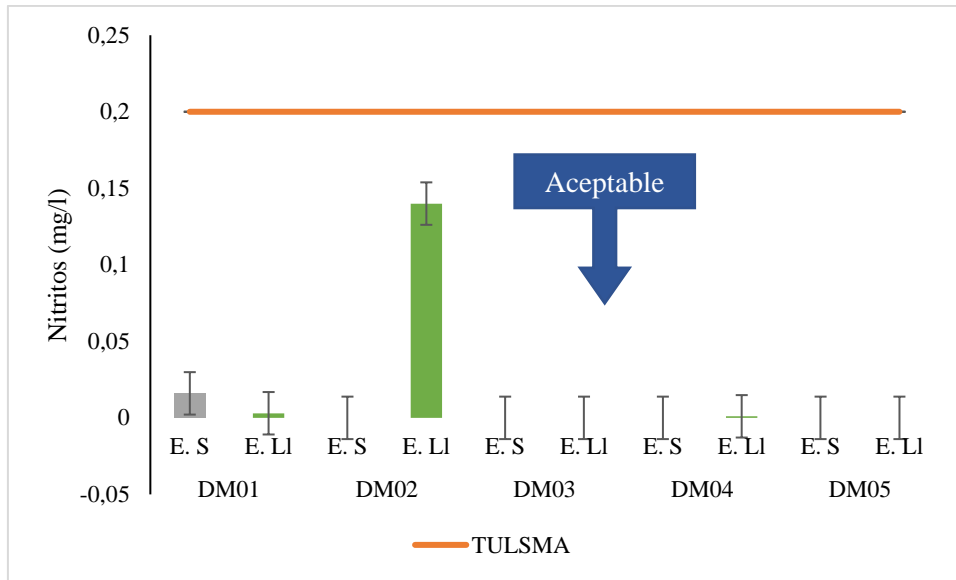


**Nitritos ( $\text{NO}_2$ ) Nitratos ( $\text{NO}_3$ ):** Los hallazgos encontrados en la acequia la Victoria muestran niveles de  $\text{NO}_2$  y  $\text{NO}_3$  dentro de los límites permisibles de la OMS, EPA y la normativa nacional. Los nitritos oscilaron entre 0 mg/l y 0.14 mg/l y los nitratos se encontraban en un rango entre 0 mg/l y 2.4 mg/l, los registros más altos fueron durante la época lluviosa. Las bajas concentraciones de estos parámetros reflejan una poca intervención antropogénica, presentando un bajo uso de fertilizantes químicos (Assefa Alemu et al., 2015). Los compuestos de nitrógeno provienen de las actividades agrícolas, debido al uso de fertilizantes nitrogenados que buscan aumentar el rendimientos de los cultivos (Picetti et al., 2022). En la Figura 24 es evidente que durante la E.Ll los niveles de nitrato tuvieron presencia en todas las estaciones de muestreo, la razón puede ser, debido a las descargas contaminadas de desechos humanos, animales e industriales que existe varias secciones del canal de riego (Shukla & Saxena, 2020). Picetti et al. (2022) recomiendan que los niveles de compuestos nitrogenados permanezcan dentro de los límites permisibles de calidad de agua, debido a que existe un probabilidad de al consumir agua contaminada por un tiempo prolongado existe el riesgo de desarrollar alguna variedad de cáncer en especial gástrico. Los riesgos ambientales causados por compuestos

nitrogenados en un cuerpo de agua, pueden generar acidificación y eutrofización perjudicando el avance de la vida acuática (Bluett et al., 2022).

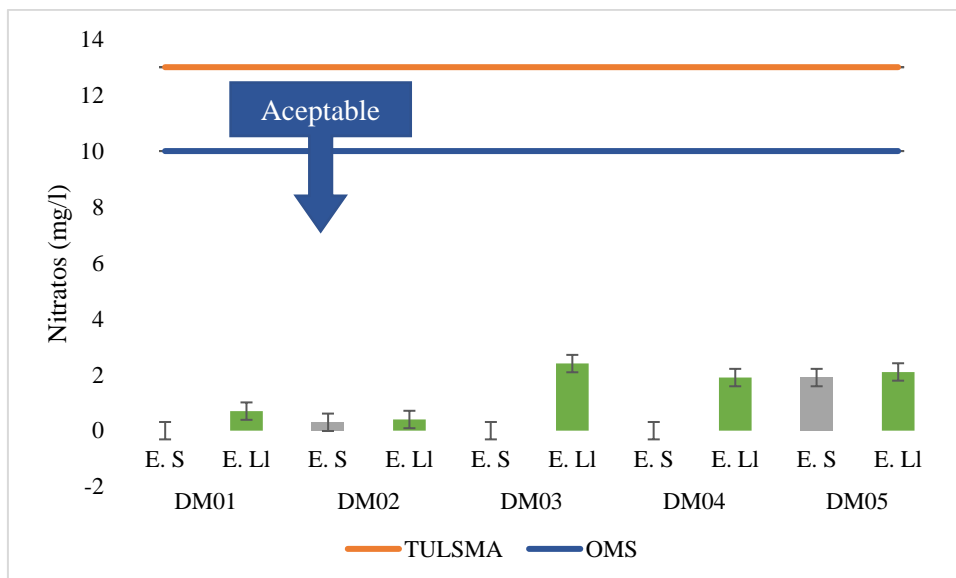
**Figura 23**

*Variación de Nitritos*



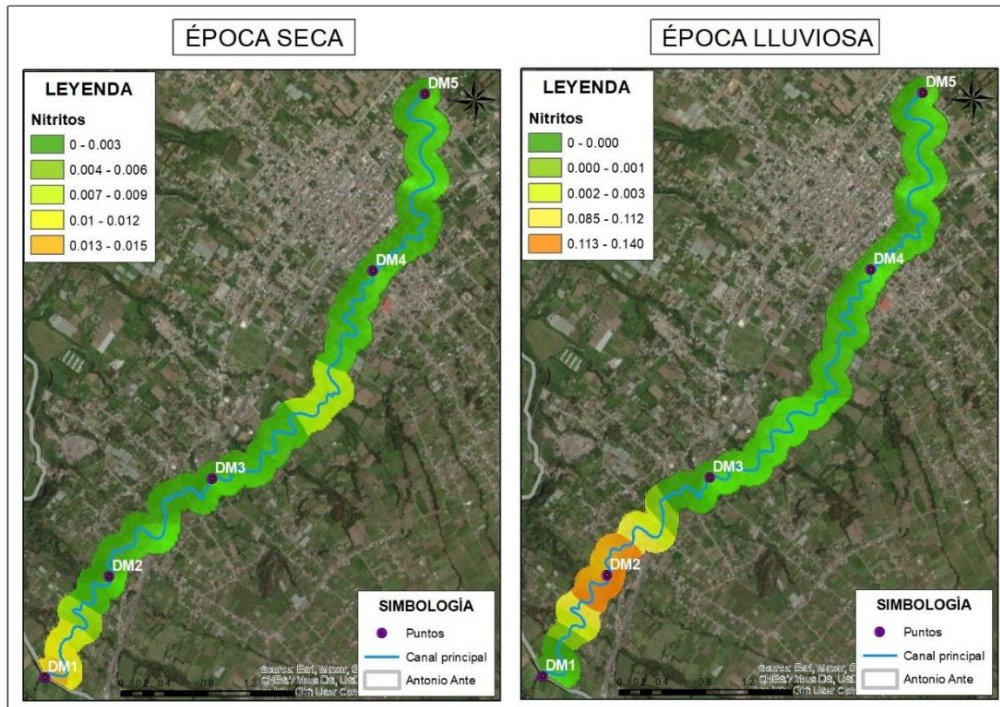
**Figura 24**

*Variación Nitratos*



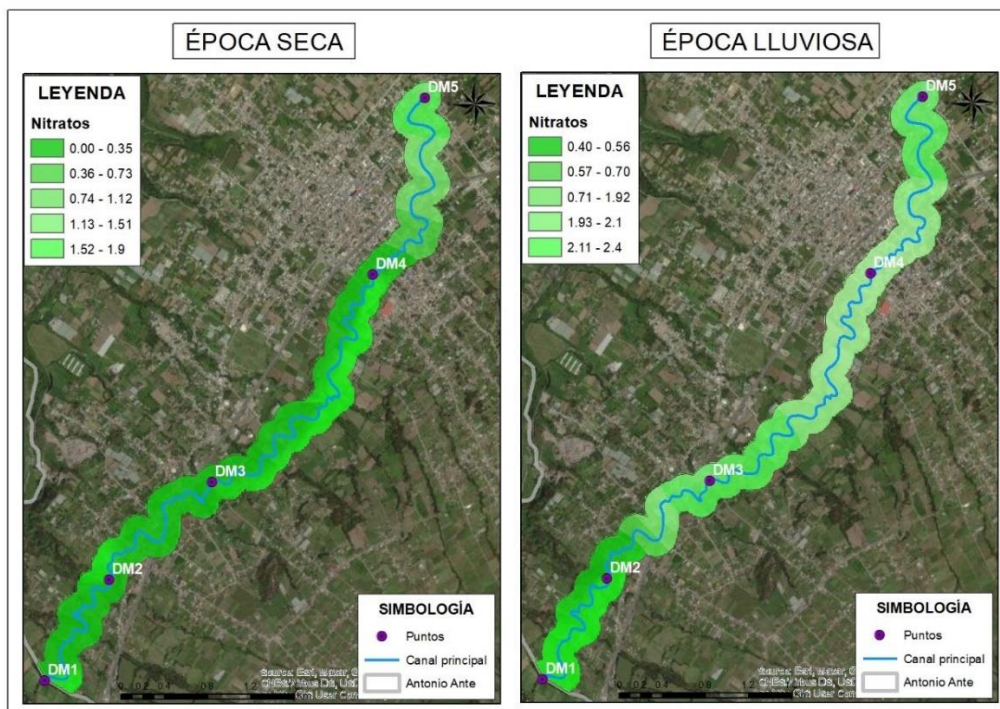
**Figura 25**

*Interpolación de Nitritos entorno a los puntos de muestreo*



**Figura 26**

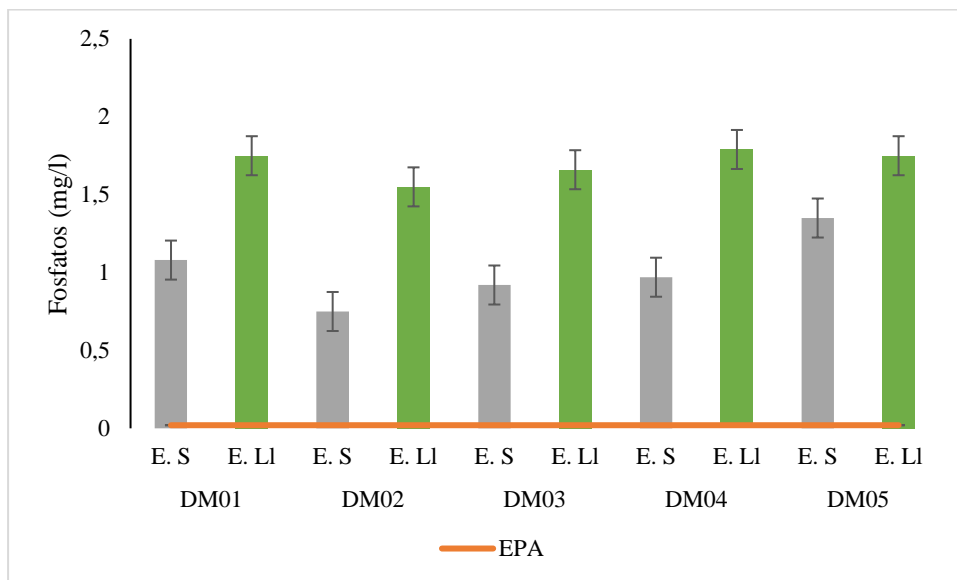
*Interpolación de Nitratos entorno a los puntos de muestreo*



**Fosfato ( $\text{PO}_4^3$ ):** En la acequia la Victoria la presencia de fosfato varió entre 0.75 mg/l y 1.79 mg/l, teniendo los valores más altos en la época lluviosa (Figura 27) específicamente en los puntos DM04 (1.79 ,g/l) y DM01 (1.75 mg/l). La OMS y la normativa nacional no presentan un rango máximo de fosfatos que permitan establecer si un canal hídrico se encuentra contaminado, sin embargo la EPA sugiere que en los cuerpos de agua no debe existir concentraciones de fosfatos, en ese contexto el canal de riego de la Victoria se encuentra contaminada con respecto a este parámetro de estudio.

**Figura 27**

*Variación de Fosfatos*

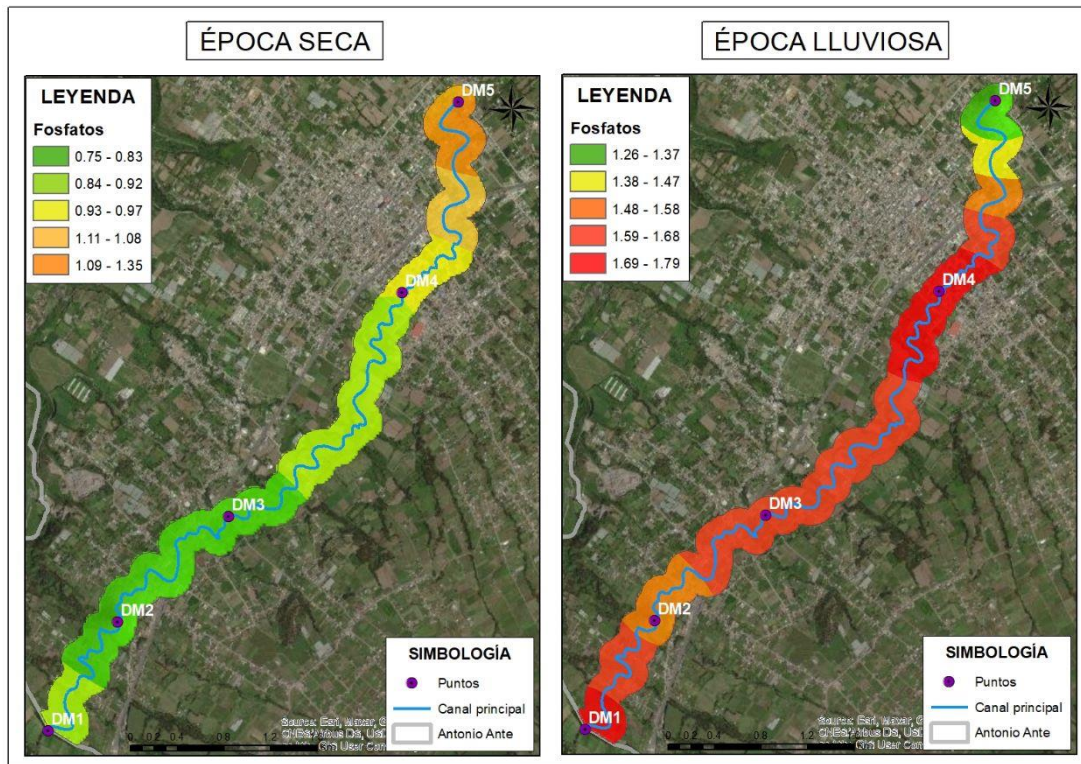


Al igual que los compuestos nitrogenados, recursos minerales como el fósforo son utilizados para elaborar fertilizantes (Matsubae-Yokoyama et al., 2009). Los niveles de fosfatos en la acequia La Victoria son debido a la presencia varias zonas de cultivo a la creciente actividad antropogénica, acumulando mayores concentraciones de fosfatos en el agua (Guo et al., 2022). En varias secciones de la acequia la Victoria es evidente la existencia de algas y otras plantas acuáticas demostrando la presencia de nutrientes como el nitrógeno y fósforo , reflejando un proceso de eutrofización del agua (Mng'ong'o et al., 2022).

Mng'ong'o et al. (2022) también añaden que a pesar de que el fósforo es un micronutriente que podría fortalecer los cultivos, valores superiores a 0.1 mg/L de fosfatos pueden generar perjuicios en los cuerpos de agua, siendo el mayor problema la eutrofización del cuerpo de agua.

**Figura 28**

*Interpolación de Fosfatos entorno a los puntos de muestreo*



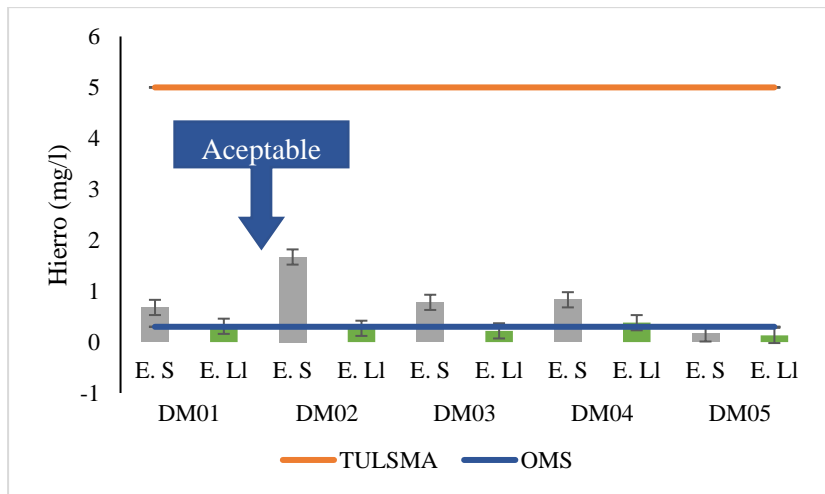
**Hierro (Fe):** Las concentraciones de hierro son de entre 0.13 mg/l y 1.67 mg/l, reflejando en la representación gráfica del Fe (Figura 29) con la OMS y el TULSMAN indican que los valores de Fe superan las estimaciones de calidad de agua establecidos por la OMS (0.3 mg/l) en la mayoría de los puntos (Tabla 7), no obstante de acuerdo a la normativa nacional las concentraciones de Fe para determinar la calidad del agua de riego no sobre pasan el valor recomendado (5 mg/l).

En el trabajo de investigación de Dey et al. (2021) señalan que las concentraciones más altas de Fe son durante la estación lluviosa, debido al hierro que se encuentra en el suelo el cual se infiltra en el cuerpo de agua mediante la escorrentía que se genera por las lluvias, a pesar de que las concentraciones más altas de Fe en el canal de riego fueron durante la época seca, los días previos y el día de muestreo existieron precipitación generando mayor escorrentía. El hierro es un mineral muy importante dentro de un ecosistema, la agricultura y la industria (Dey et al., 2022), sin embargo el hierro es un metal pesado y se encuentra ampliamente distribuido en el canal de riego (Figura 30) valores superiores a 0.1 mg/l pueden generar daño en las branquias de los peces, puesto que oxidan los tejidos (Dey, Kotaru, et al., 2022) y si supera los

0.3 mg/l provoca turbidez, un olor y sabor inadecuado, generando problemas en la salud humana y animal (Dey et al., 2021). En los humanos un exceso de Fe en el agua puede provocar malestar estomacal, daños mentales, hepáticos y cerebrales, también causa daño en la piel destruyendo las células, promoviendo el envejecimiento prematuro, una ingesta prolongada de agua contaminada por Fe puede desarrollar hemocromatosis, siendo la razón de problemas pancreáticos, cardíacos así como diabetes (Kumari & Ravindhranath, 2012).

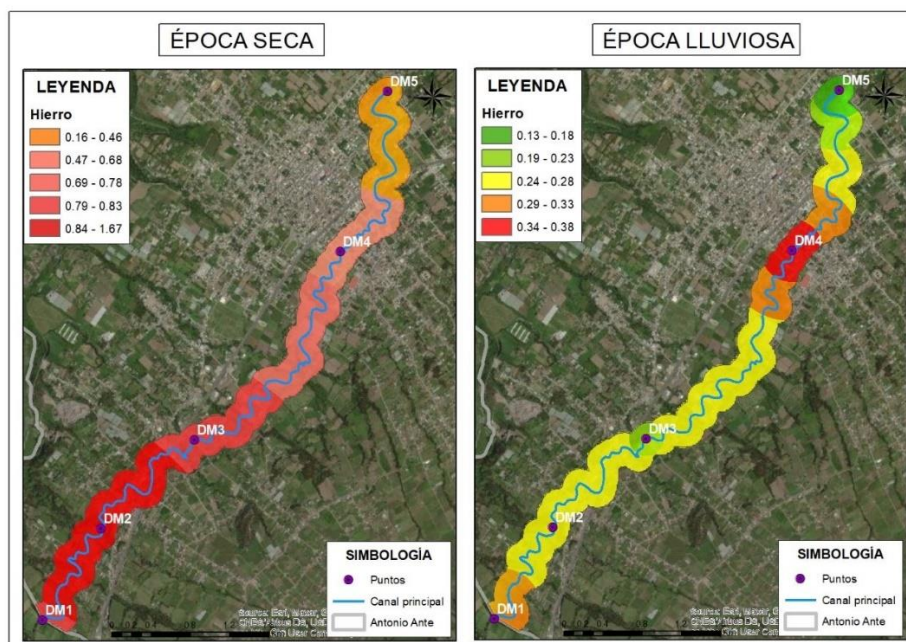
**Figura 29**

*Variación del Hierro*



**Figura 30**

*Interpolación del Hierro entorno a los puntos de muestreo*



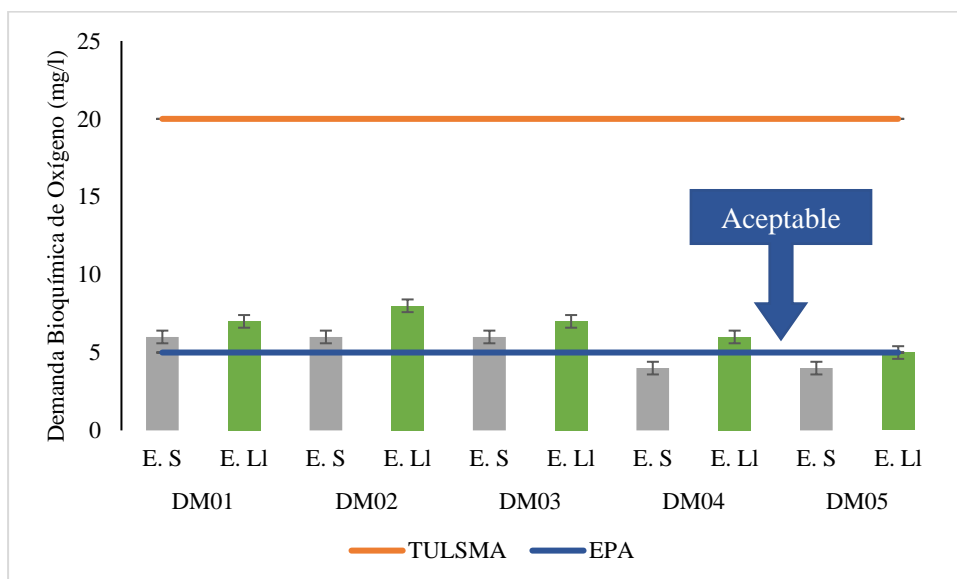
**Cromo hexavalente ( $\text{Cr}^{+6}$ ):** En la tabla 7 podemos observar una ligera presencia de  $\text{Cr}^{+6}$  (0.01 mg/l) en la estación DM04 durante la época seca, el cual no supera los estándares de calidad del agua de la OMS (0.05 mg/l) y el TULSMA (0.1 mg/l) en el resto de puntos de muestreo no existieron registros de cromo. El cromo hexavalente es una sustancia tóxica y nociva para el ambiente, además afecta gravemente a la salud humana (Pant et al., 2022).

Las actividades antropogénicas pueden ser la razón principal de contaminación por cromo en la acequia la Victoria, por ejemplo, las aguas residuales, curtiembres de cuero, fábricas textiles, fábricas de pintura y pigmentos (Mohanty et al., 2023). A pesar de que la concentración de cromo hexavalente es muy pequeña presenta un grave riesgo, debido a que este componente es muy soluble en agua, facilitando la filtración en las membranas biológicas, generando mutaciones en el ADN y dañando varas cadenas de proteínas (Mohanty et al., 2023; Pant et al., 2022; Rauf et al., 2021).

**Demanda Bioquímica de Oxígeno ( $\text{DBO}_5$ ):** La  $\text{DBO}_5$  en los puntos de muestro oscilan entre 4 mg/l y 8 mg/l, manteniéndose dentro de los estándares de calidad de agua dulce del TULSMA (20 mg/l) a diferencia del rango de calidad de la EPA para agua potable (5 mg/l), donde las muestras recolectadas durante la época lluviosa superan el límite establecido.

### Figura 31

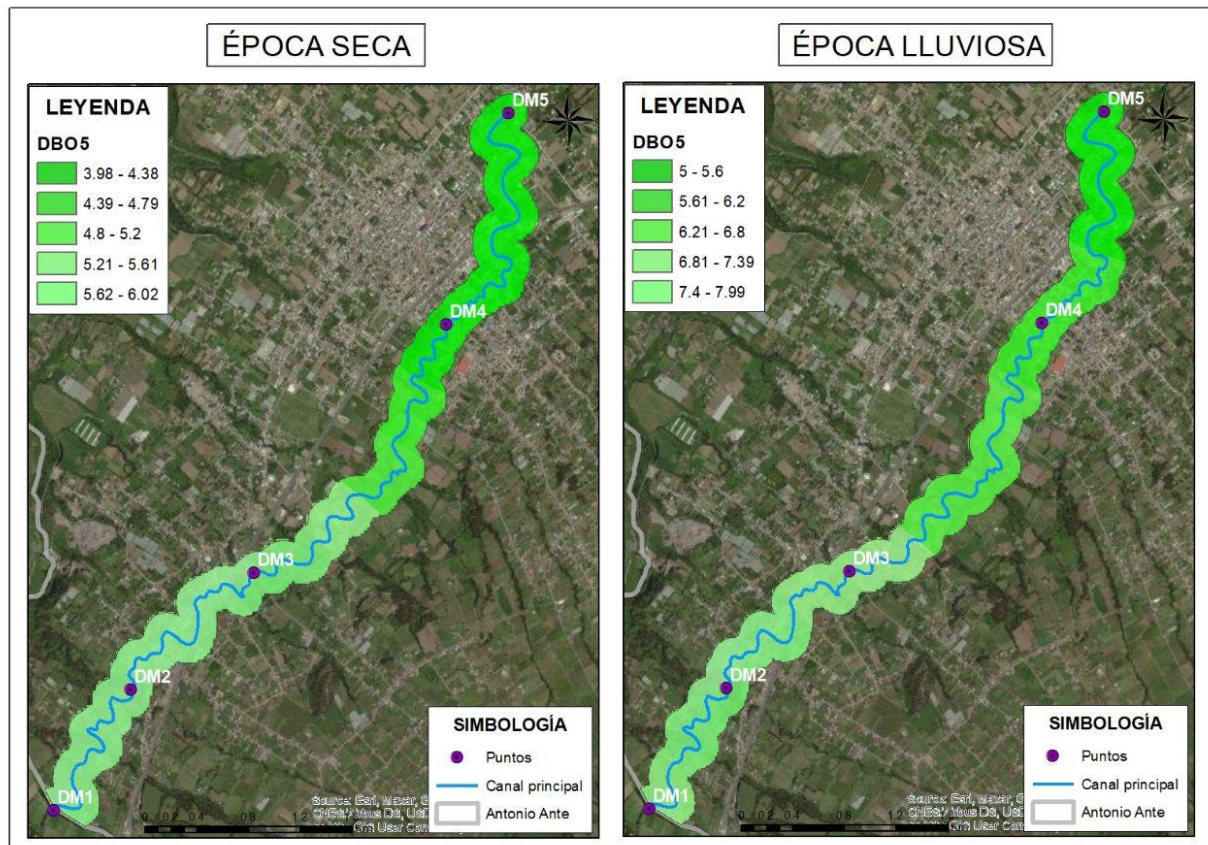
*Variación del Demanda Bioquímica de Oxígeno*



Para desarrollar el mapa de distribución espacial de la DBO<sub>5</sub> (Figura 32) se utilizó el rango establecido por el TULSMA, debido a que canal de riego de la acequia la Victoria es netamente utilizado para riego agrícola (GAD Antonio Ante, 2020).

**Figura 32**

*Interpolación de la Demanda Bioquímica de Oxígeno entorno a los puntos de muestreo*



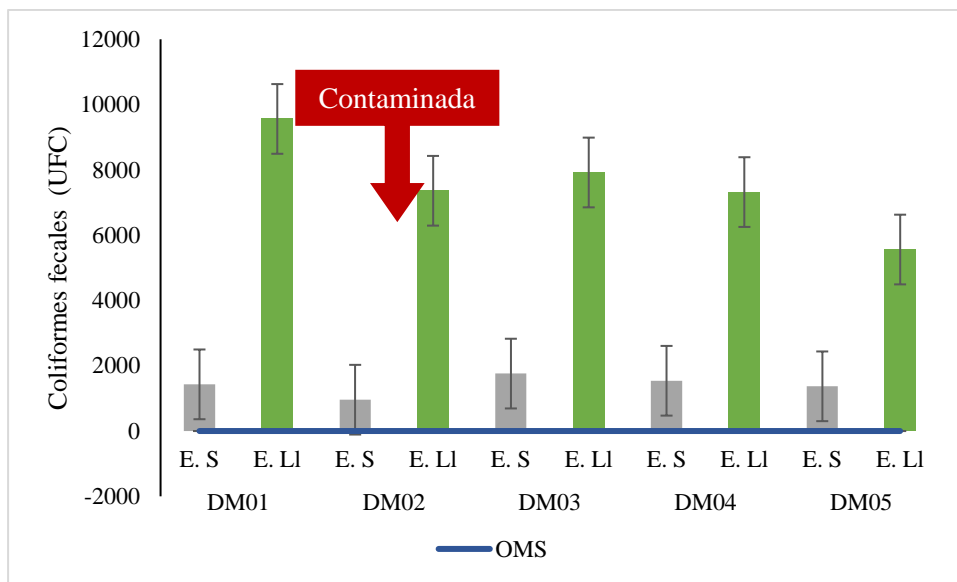
La DBO<sub>5</sub> en niveles elevados es un indicador de contaminación orgánica, reduciendo la disponibilidad de oxígeno, degradando la diversidad acuática. Por lo general es causada por las actividades antropogénicas, por ejemplo, residuos domésticos y ganaderos, por efluentes industriales y aguas residuales (Vigiak et al., 2019). Los valores de DBO<sub>5</sub> en la acequia la Victoria son generadas por la actividad ganadera que existen en los alrededores de este canal de riego. El estudio actual coincide con Chatanga et al. (2019) donde reflejan una correlación entre el aumento de DBO<sub>5</sub> con cargas elevadas de nitratos y fosfatos, en este caso el aumento y relación es durante la época lluviosa. La razón, el aumento de los nutrientes antes mencionados provocan una floración de algas las cuales al descomponerse requieren mayor oxígeno, aumenta la DBO y disminuye el OD (Dey, Sreenivasulu, et al., 2022).



**Coliforme Fecales (CF):** Los hallazgos de las muestras bacteriológicas señalan una fuerte contaminación del canal de riego, mostrando un rango de entre 960-9560 UFC/100ml (Tabla 7), superaron el límite establecido por la OMS de 0 UFC/100ml. Los hallazgos de CF tuvieron mayor alcance durante la época lluviosa, con un valor máximo de 9560 UFC/100ml (DM01) y una mínima en el parte baja del canal de agua (DM05) de 5560 UFC/100ml (Figura 33). La disminución puede ser causa por los efectos de la disolución y en especial la sedimentación de las partículas más gruesas de coliformes (Pantha et al., 2022).

**Figura 33**

*Variación de Coliformes Fecales.*

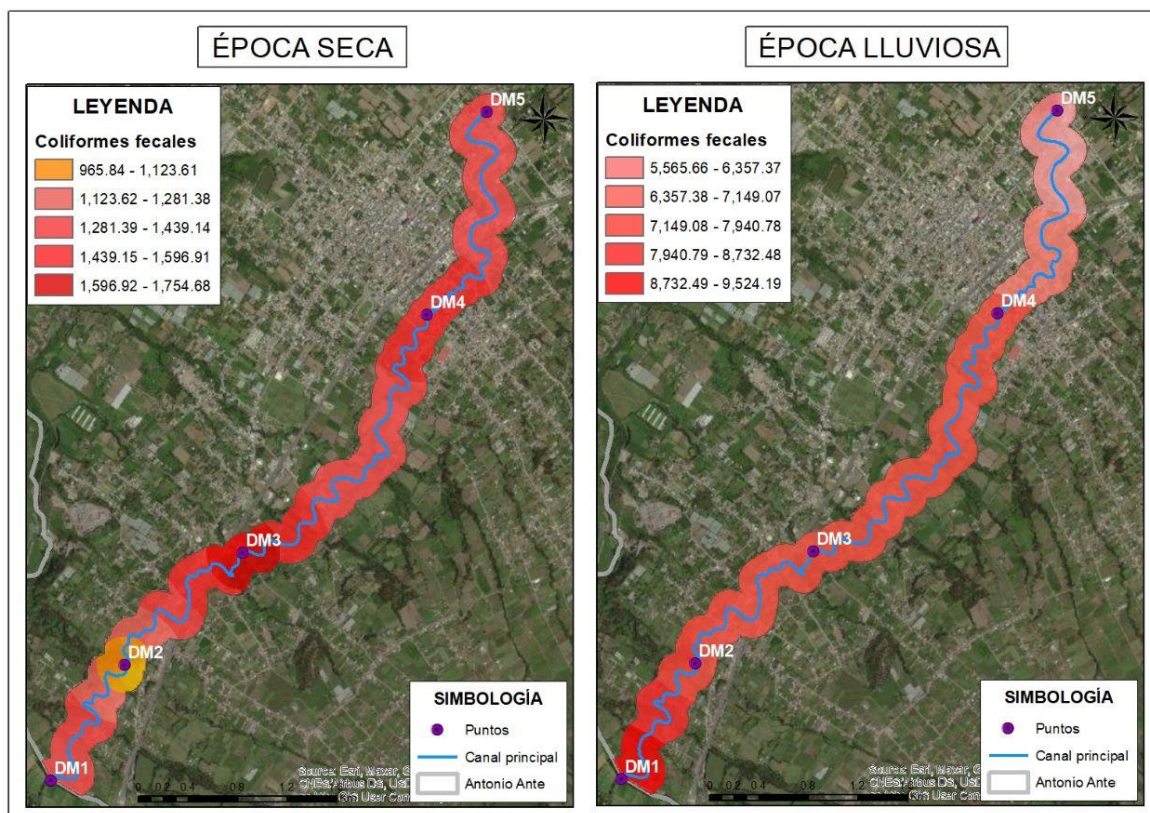


En ambas épocas la presencia de CF se encuentra distribuida en toda la zona de estudio (Figura 34) correspondientes al cantón Antonio Ante, lugar donde se utiliza la totalidad del caudal de agua para el riego de los cultivos dentro de la zona de influencia (Bolaños & Andrango 2017). El agua de riego de la acequia la Victoria que presenta una contaminación microbiana, perjudica la salud de los agricultores y la calidad de los alimentos, los cuales tiene contacto directo con el agua (Desiree et al., 2021). Muchos agricultores comercian sus productos cosechados inmediatamente, sin ningún tipo de protocolo de desinfección de los alimentos (Michaels et al., 2004). Varios estudios señalan que las verduras y hortalizas contaminadas con CF del agua de riego, está contaminación por bacterias fecales podría persistir un lapso de 63 días (Islam et al., 2004; Semenov et al., 2009).

La Figura 34, muestra altas concentraciones de CF en los puntos DM03 (E.S) y DM01 (E.LI), provocadas por la escorrentía de la Hacienda Santa Mónica y los efluentes residuales de la cría de cerdos en San Roque respectivamente (Tabla 5), Some et al. (2021) también señalan que las aguas residuales son las fuentes número uno de polución por coliformes fecales en el agua y su consumo puede generar problemas gastrointestinales debido a la ingesta o alimentos contaminados.

**Figura 34**

*Interpolación de Coliformes Fecales entorno a los puntos de muestreo*



**Tabla 7**

*Cambios espaciales y temporales de los parámetros de calidad del agua de la acequia la Victoria*

		Estaciones de muestreo													
		DM01		DM02		DM03		DM04		DM05		TULSMA			
Parámetro	Unidades	E. S	E. LI	E. S	E. LI	E. S	E. LI	E. S	E. LI	E. S	E. LI	A. Dulce	Riego	OMS	EPA
<b>pH</b>	pH	6.99	7.76	6.88	7.83	6.89	7.85	7.05	8.01	6.41	8.53	6.5-9	6-9	-	6.5-8.5
<b>Conductividad</b>	µS/cm	240	451	221	458	223	451	193.1	463	217.5	298	-	-	750	200-600
<b>SDT</b>	mg/l	141.8	232	131	232	118.8	231	112.23	236	127.1	148.6	-	3000	1000	500
<b>Temperatura</b>	°C	15.4	17.1	15.2	18.9	14.8	17.4	15.2	16.5	15.9	18.1	>3/32>	-	13-30	-
<b>OD</b>	mg/l	5.6	4.5	5.78	4.37	5.71	4.23	6.01	5.35	5.69	7.3	>5	>3	6	4-6
<b>%OD</b>	%	79.3	62.6	76.3	63	75.1	59	81	73.2	76.4	102.8	>60%	-	-	-
<b>Turbidez</b>	NTU	41.6	35.3	42.3	39.5	67.8	43.1	50.8	46.2	12.71	37.6	100	-	5	-
<b>DQO</b>	mg/l	75	30	178	36	187	21	79	<10	33	<10	40	-	-	-
<b>Nitritos</b>	mg/l	0.016	0.003	0	0.14	0	0	0	0.001	0	0	0.2	0.5	-	-
<b>Nitratos</b>	mg/l	0	0.7	0.3	0.4	0	2.4	0	1.9	1.9	2.1	13	-	10	-
<b>Fosfatos</b>	mg/l	1.08	1.75	0.75	1.55	0.92	1.66	0.97	1.79	1.35	1.26	-	-	-	0.02
<b>Fe</b>	mg/l	0.68	0.31	1.67	0.27	0.78	0.22	0.83	0.38	0.16	0.13	0.3	5,00	0.3	-
<b>Cr<sup>+6</sup></b>	mg/l	0	0	0	0	0	0	0.01	0	0	0	-	0.1	0.05	-
<b>DBO<sub>5</sub></b>	mg/l	6	7	6	8	6	7	4	6	4	5	20	-	-	5
<b>C. fecales</b>	UFC	1430	9560	960	7360	1760	7920	1540	7320	1370	5560	-	-	0	-
<b>Caudal</b>	l/s	386.4	448.7	368.5	437.8	358.3	425.4	333.7	390.2	19.89	31.8				

#### **4.2.2. Análisis estadístico**

**Análisis de Componentes Principales (PCA):** Se utilizaron los 15 parámetros de calidad del agua para realizar el PCA excepto el caudal, debido a que utilizó como componente de salida para este análisis estadístico. Según los resultados del PCA, los tres primeros componentes representaron el 80,34 % de la variabilidad de la calidad total. Los componentes principales (CP) fueron seleccionados de acuerdo con el gráfico de sedimentación mencionado por Zeinalzadeh et al. (2017) donde se identifican claramente los valores propios para determinar los CP. En el gráfico de sedimentación la pendiente muestra mayor homogeneidad a partir del tercer componente a partir de la cual se establecen las principales componentes desarrolladas en este estudio.

En la siguiente tabla se detallan los pesos de cada parámetro de acuerdo con los componentes seleccionados anteriormente. Sugiriendo que los parámetros más representativos son la conductividad con una variación total del 51.10 % para CP1, el porcentaje de oxígeno disuelto con una variación total del 70.76 % para el CP2 y la turbidez con una variación total del 80.34 % para el CP3.

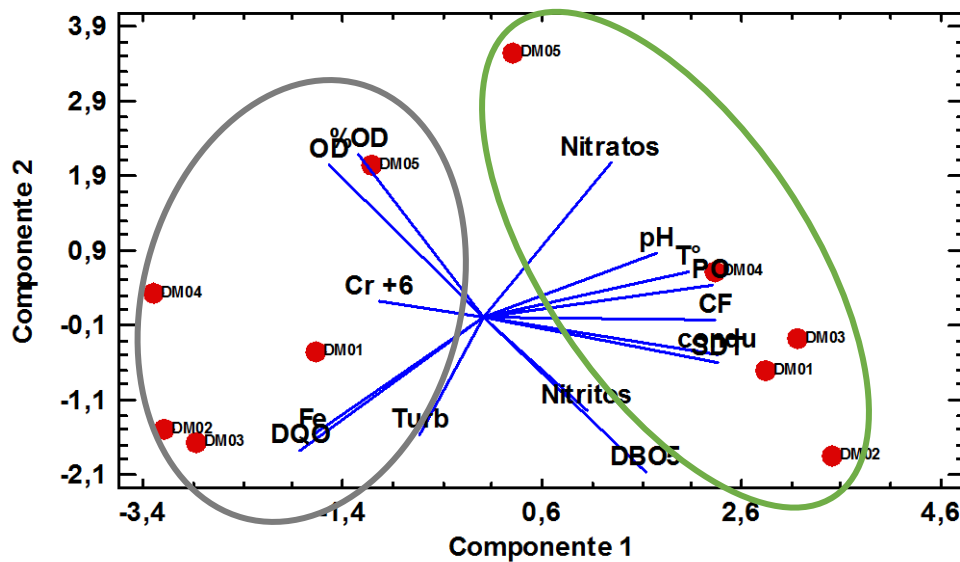
En la figura 35 se encontró una correlación positiva en el %OD y el OD, lo que sugiere que a medida que el %OD aumenta, la cantidad de OD también crece (Alonso Fernández et al., 2014; Q. Gu et al., n.d.). También se puede observar una correlación positiva entre el pH, la temperatura, varios estudios (Zamparas et al., 2012; Zegarra et al., 2021) relacionan el aumento de los fosfatos con un pH más elevado y mayor calidez del agua. En China, un estudio realizado en el embalse de Daheiting, los investigadores encontraron que los fosfatos estaban significativamente correlacionados con el pH y temperatura, siendo la relación con el pH más fuerte a diferencia de la temperatura donde la relación fue menor (Liu et al., 2022), es decir que a medida que el pH y la temperatura aumenta la cantidad de fosfatos incrementando la floración de algas generando anoxia en los cuerpos de agua y por ende ser un impulsor de la eutrofización (Fabian et al., 2023).

La conductividad y los sólidos disueltos totales presentan una correlación positiva (Figura 35), esto significa que, a mayor aumento de la conductividad, los niveles de sólidos disueltos totales crecen, y viceversa. Dey et al. (2021) menciona que los SDT son sustancias disueltas que pueden conducir la electricidad, generando valores más altos de la conductividad. Parámetros como el pH, temperatura,  $PO_4^3$ , CF, conductividad y SDT se encuentran presentes con mayor

fuerza durante la época lluviosa a diferencia del OD, %OD, Cromo hevalente, Fe, DQO y turbidez que tienen mayor presencia dentro de la época seca.

### Figura 35

Gráfico de relación de los componentes principales evaluados



Nota: La elíptica en color gris representa los puntos de muestreo durante la época seca, mientras que la elíptica en color verde representa los puntos de muestreo tomados en la época lluviosa.

### 4.3. Propuesta de conservación de la acequia la Victoria

A continuación, se utilizó el modelo de Presión-Estado-Respuesta, un enfoque analítico que evaluó los problemas ambientales a los cuales se encuentra sometido el canal de riego de la Victoria, donde se identificaron actividades antropogénicas (presión) de impacto negativo sobre los sistemas ambientales (estado) y considerando las posibles soluciones (respuesta) que pueden servir de prevención y recuperación, abordando los problemas de manera efectiva y sostenible.

**Tabla 12**

*Modelo Presión-Estado-Respuesta de la acequia la Victoria*

Presión	Estado	Respuesta
<b>Crecimiento de la población humana</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Contaminación por aguas residuales.</li> <li>- Deterioro de la calidad de agua</li> <li>- Falta de monitoreo de calidad del agua</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Programa de manejo para las aguas residuales vertidas.</li> <li>- Incentivos para el reúso del agua en caso de que se desarrolle un sistema de tratamiento de aguas</li> <li>- Programas de denuncia, quejas y reportes en caso de contaminación del agua de riego.</li> <li>- Programa de educación ambiental para el uso correcto del agua de riego, con el fin de evitar escorrentía contaminada de zonas de cultivo cercanas.</li> <li>- Políticas de monitoreo y control de la calidad del agua de la acequia la Victoria, garantizando el cumplimiento de los estándares establecidos por la normativa nacional de calidad de agua.</li> <li>- Alianza con instituciones que provean de equipamiento para el monitoreo periódico del canal de riego, con el fin de tener mayor conocimiento del estado de calidad de agua de la acequia la Victoria.</li> </ul>
	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Cambio de uso de suelo</li> <li>- Aumento de desechos inorgánicos</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Programa de reforestación alrededor de la zona de influencia de la acequia la Victoria con plantas que eviten drenar la escorrentía y sus raíces tengan la capacidad de atrapar sustancias químicas.</li> <li>- Programa de educación ambiental sobre la disposición final de los residuos inorgánicos generados por los agricultores que desarrollan sus actividades junto a la acequia la Victoria.</li> </ul>

<p><b>Aumento de la actividad agrícola</b></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Presencia de fosfatos, nitritos, nitratos y material suspendido</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Tratamiento biológico utilizando microorganismos.</li> <li>- Implementar filtros de carbono, para eliminar fosfatos del agua.</li> </ul>
<p><b>Descarga de aguas negras</b></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Las muestras de agua cuentan con unidades formadoras de colonia de coliformes fecales</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Sistemas de tratamiento que permitan reducir contaminantes en el agua como: Lechos de microalgas y humedales construidos.</li> </ul>
<p><b>Descarga de aguas residuales domésticas</b></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Las muestras contienen fosfatos, por lo general provenientes de detergentes</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Programa de capacitación a los habitantes ubicados juntos al canal de riego, sobre el peligro de verter agua contaminada al canal de riego y formas de prevención.</li> <li>- Implementar programas de monitoreo que permitan identificar y controlar fuentes de contaminación por aguas domésticas.</li> </ul>
<p><b>Actividad agrícola y pecuaria</b></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Escorrentías provenientes del pastoreo de ganado y actividad agrícola.</li> <li>- Aguas residuales generadas por la cría de cerdos para consumo.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Establecer barreras naturales con plantas que permitan la reducción de escorrentía evitando la erosión del suelo.</li> <li>- Incentivos por buenas prácticas de agricultura, como la rotación de cultivos y la conservación del suelo, evitando la escorrentía y erosión del suelo.</li> <li>- Programa de capacitación para la gestión de residuos provenientes de la actividad pecuaria, con el fin de generar un adecuado manejo del estiércol de cerdo y ganado como el compostaje.</li> </ul>
<p><b>Erosión del suelo y derrumbes</b></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Presencia de sedimentos.</li> <li>- Falta de recursos para mejoras en el canal de riego.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Gestionar financiamiento y mayor apoyo a entidades gubernamentales, a través de donaciones, préstamos de organización, apoyo con maquinaria con el fin de prevenir derrumbes.</li> <li>- Establecer alianzas con instituciones educativas u organizaciones gubernamentales, con el fin de generar capacitación sobre identificación y gestión de riegos.</li> </ul>

#### ***4.3.1. Programas de conservación de la acequia La Victoria***

Una vez determinadas las presiones que existen en la acequia la Victoria, conocer el estado en que se encuentra el canal de agua y las posibles soluciones, se establecieron dos programas fundamentales en función a los resultados y observaciones realizadas en campo para manejar y conservar la dinámica tanto física como biológica del canal de agua que abastece aproximadamente a 3 000 agricultores.

#### **Programa 1: Biorremediación y conservación de la acequia la Victoria.**

En base a los resultados se comprueba la contaminación por diversas sustancias inorgánicas y orgánicas, nutrientes, aguas residuales industriales como domésticas en el canal de agua de la Victoria. Si bien algunas sustancias y nutrientes son esenciales en cantidades mínimas para las actividades biológicas de un cuerpo de agua, se sabe que concentraciones elevadas pueden causar diversos efectos negativos en la salud de los seres vivos, también el exceso de nutrientes puede generar eutroficación del cuerpo de agua (Lakmali et al., 2022).

Por lo general para remediar aguas contaminadas se desarrollan Plantas de Tratamiento, sin embargo, implementar una infraestructura tan compleja puede llegar a ser muy costosa, debido a los diferentes procesos de tratamiento que deben llevarse a cabo, como la sedimentación, filtración, desinfección, entre otros (Viegas et al., 2021). En contraste, desarrollar un proceso de biorremediación en base a microalgas puede ser una alternativa más sostenible y rentable (Liyanage et al., 2020).

Ferreira et al., (2022) señalan la eficiencia del uso de microalgas para remediar efluentes contaminados por nutrientes y aguas residuales, debido a que las algas utilizan los nutrientes del agua para su desarrollo (biomasa) reduciendo los niveles de nitritos, nitrados, hierro, fosfatos del agua. La biomasa puede ser utilizada como biofertilizante o bioestimulante en los cultivos (Navarro-López et al., 2020), también existen estudios que demuestran la eficiencia de las algas para capturar CO<sub>2</sub> atmosférico (Ferreira et al., 2022; Viegas et al., 2021).

El siguiente programa (Tabla 13) establece los lineamientos para reducir los contaminantes existentes en la acequia la Victoria, logrando un manejo y aprovechamiento adecuado de la biomasa resultante.



**Tabla 13**

*Esquema de propuesta de biorremediación del canal de riego de la Victoria*

<b>PROGRAMA DE BIORREMEDIACIÓN DE LA ACEQUIA LA VICTORIA</b>			
<b>Objetivo:</b>	Restaurar la calidad del agua mediante el uso de microalgas para degradar, transformar o eliminar los contaminantes presentes en el canal de riego la Victoria.		
<b>Meta:</b>	Reducción de impactos negativos asociados a la contaminación.		
<b>Responsables:</b>	Gobierno Provincial de Imbabura (Gestión Ambiental), Junta de Agua de la Victoria, GAD Antonio Ante (Gestión Ambiental)		
<b>Impacto:</b>	Parámetros de calidad del agua sobre los límites establecidos por la normativa nacional, OMS y EPA		
<b>Proyecto</b>	<b>Actividades</b>	<b>Recursos</b>	<b>Verificadores</b>
<b>Selección de tipos de microalgas y condiciones de tratamiento.</b>	- Selección de especies de microalgas adecuadas para el tipo de contaminante y condiciones del agua a tratar ( <i>Scenedesmus obliquus</i> , <i>S. bijuga</i> , <i>Chlorella minutissima</i> ).	- Espacio para establecer los sistemas de tratamiento.	- Monitoreos constantes de los parámetros de calidad del agua
	- Diseño y construcción de sistemas de cultivo de microalgas, como estanques abiertos o fotobiorreactores cerrados.	- Bomba de agua. - Tanques o estanques de captación de agua.	- Informes mensuales o semanales de análisis químicos o microbiológicos del agua.
<b>Cultivo y seguimiento de microalgas</b>	- Inoculación del agua contaminada con la biomasa de microalgas seleccionada.	- Instrumentos de monitoreo (multiparámetros).	- Informes mensuales o semanales de análisis químicos o microbiológicos del agua.
	- Monitoreo regular de los parámetros físico-químicos y biológicos del sistema de cultivo, como temperatura, pH, concentración de nutrientes y crecimiento de las microalgas.	- Filtros y mallas de soporte para microalgas.	
	- Evaluación y seguimiento de la reducción de los contaminantes en el agua tratada, mediante análisis de laboratorio y pruebas de calidad del agua.	- Agua residual.	
	- Optimización del proceso de biorremediación mediante ajustes en las condiciones de cultivo, selección de cepas de microalgas más eficientes.		

<b>Recogida y reciclaje de microalgas</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Implementación de técnicas de recolección y separación de las microalgas de agua tratada, como sistemas de filtración o centrifugación.</li> <li>- Valorización de la biomasa de microalgas recolectada, para bioestimulante o biofertilizante.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Personal capacitado.</li> <li>- Análisis de laboratorio.</li> <li>- Financiamiento.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Bitácora del crecimiento de algas o biomasa.</li> <li>- Documento de seguimiento del programa de biorremediación.</li> </ul>
<b>Bioseguridad y comunicación</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Capacitación del personal encargado del manejo y operación de los sistemas de cultivo de microalgas, asegurando un correcto funcionamiento y seguimiento de los protocolos establecidos.</li> <li>- Implementación de medidas de bioseguridad para prevenir la propagación de microalgas invasivas o contaminantes en el medio ambiente.</li> <li>- Documentación y comunicación de los resultados obtenidos, compartiendo experiencias y conocimientos adquiridos en la implementación del proceso de biorremediación con microalgas.</li> </ul>		

## **Programa 2: Capacitación y sensibilización sobre el correcto manejo y conservación de la acequia la Victoria.**

Alegbeleye & Sant'Ana. (2023) mencionan que la contaminación de un río por aguas residuales, pueden contener patógenos que a su vez transfieren estos contaminantes a las plantas y generar problemas de salud. La acequia la Victoria es un canal de agua crucial para el cantón y su entorno. Un programa de capacitación y sensibilización ayudaría a concienciar a las personas sobre la importancia de conservar y proteger este recurso hídrico. Al comunicar buenas prácticas de manejo y conservación, se puede minimizar la contaminación del recurso hídrico (Sawadogo et al., 2023).

Una capacitación adecuada sobre el manejo de la acequia la Victoria puede ayudar a los habitantes y funcionarios que se encargan del monitoreo del canal de riego a comprender cómo las malas prácticas ambientales pueden afectar la calidad del agua. El programa resalta la importancia de evitar arrojar residuos o productos químicos contaminantes en la acequia, promoviendo la conservación de un agua limpia y segura tanto para la comunidad como para el ecosistema circundante.

Un programa de capacitación y sensibilización brinda la oportunidad de involucrar a la comunidad en la gestión y conservación de la acequia. Al educar a los miembros de la comunidad sobre el valor de este recurso y cómo pueden contribuir a su cuidado, se fomenta una mayor participación y responsabilidad en su preservación. Esto puede conducir a una mayor cooperación y trabajo conjunto para mantener la acequia en buen estado.

**Tabla 14**

*Esquema sobre el programa de capacitación y sensibilización sobre el correcto manejo y conservación de la acequia la Victoria.*

<b>PROGRAMA DE CAPACITACIÓN Y SENSIBILIZACIÓN SOBRE EL CORRECTO MANEJO DE LA ACEQUIA LA VICTORIA</b>			
<b>Objetivo:</b>	Promover la conciencia y el conocimiento en la comunidad sobre la importancia de proteger y preservar este recurso hídrico.		
<b>Meta:</b>	Preservación y el uso sostenible de la acequia la Victoria, garantizando la disponibilidad de agua limpia y de calidad-		
<b>Responsables:</b>	Gobierno Provincial de Imbabura (Gestión Ambiental), Junta de Agua de la Victoria, GAD Antonio Ante (Gestión Ambiental)		
<b>Impacto:</b>	Contaminación indiscriminada del canal de riego por aguas residuales domésticas y materiales orgánicos como inorgánicos.		
<b>Proyecto</b>	<b>Actividades</b>	<b>Recursos</b>	<b>Verificadores</b>
<b>Educación y capacitación</b>	1. Talleres educativos, sobre la importancia de la acequia, su funcionamiento y los problemas ambientales relacionados.	- Material educativo	- Monitoreos
	2. Visitas guiadas a la acequia y socializar las prácticas de conservación.	- Espacio para talleres y charlas.	- constantes de los avances realizados.
	3. Charlas informativas con expertos en recursos hídricos y medio ambiente para abordar temas relacionados con la gestión y conservación de la acequia.	- Transporte. - Tecnología y equipo audio visual. - Materiales de campo.	- Informes mensuales o semanales de los talleres y charlas realizadas.
<b>Difusión y comunicación</b>	4. Campañas de sensibilización a través de medios de comunicación locales, redes sociales y carteleras para crear conciencia sobre el cuidado de la acequia y promover prácticas sostenibles.	- Personal capacitado. - Colaboración y alianzas. - Financiamiento.	- Hoja de asistencia. - Documento de seguimiento del

---

	5. Desarrollar y distribuir material educativo, como folletos, guías y carteles, que contengan información sobre el manejo adecuado de la acequia y las prácticas de conservación.	programa de capacitación.
	6. Establecer programas de monitoreo sobre calidad del agua.	
<b>Monitoreo y Evaluación</b>	7. Establecer alianzas con organizaciones locales, instituciones educativas y grupos comunitarios para ampliar el alcance del programa y generar sinergias en la promoción de la conservación de la acequia.	
	8. Desarrollar evaluaciones periódicas para medir el impacto del programa, identificar áreas de mejora y ajustar las estrategias de capacitación y sensibilización en consecuencia.	

---

## Capítulo V

### Conclusiones y Recomendaciones

#### Conclusiones

- Las actividades que se realizan en el área de influencia, las cuales generan un impacto negativo en la acequia La Victoria, son la ganadería, la agricultura, desechos de material inorgánico y al cambio de uso de suelo son la principal causa de degradación del canal de riego deliniando los puntos críticos para la recolección de muestras a evaluar.
- Los análisis registran un aumento en los rangos de contaminación durante la época lluviosa, contradiciendo las expectativas de datos más elevados durante la época seca, lo cual se atribuye al cambio climático y a los eventos climáticos extremos.
- Los análisis químicos de los parámetros de DQO, DBO<sub>5</sub> y fosfatos sobrepasan los valores máximos permisibles según el TULSMA y la EPA, mientras que los parámetros de nitritos, nitratos, hierro, cromo hexavalente sí cumplen con los rangos permisibles del TULSMA, OMS y EPA.
- Tomando en cuenta los parámetros que sobrepasan los rangos de calidad de agua y las actividades antropogénicas que afectan el estado de calidad de la acequia La Victoria, se plantearon dos programas de mitigación basados en el uso de microalgas como agente de biorremediación, mediante el desarrollo de un sistema de cultivo y monitoreo adecuado, junto con actividades de educación ambiental, brindando una solución integral y sostenible para mejorar la calidad del agua de la acequia La Victoria.

## Recomendaciones

- Para mantener y mejorar la dinámica y composición de la acquia la Victoria se recomienda conservar y mejorar el canal natural que aún existe en varias zonas del canal de riego.
- Desarrollar inspecciones periódicas del canal de riego con el fin evitar la escasez de agua y detectar posibles vulnerabilidades, tales como erosiones, grietas o socavones. Llevando a cabo reparaciones y refuerzos correspondientes de manera oportuna, a fin de prevenir el deterioro y derrumbes sobre el canal de riego.
- Para evitar la infiltración de escorrentía al canal de riego, se recomienda cultivar árboles en las zonas ribereñas de la acequia La Victoria, que eviten drenar el agua y presenten un sistema de raíces que permitan captura productos químicos. También implementar mayor información de la contaminación que puede generar el uso de productos químicos en sus cultivos en especial durante la época lluviosa, ya que serán drenados y lavados al canal de riego.
- Resaltar la importancia de considerar el cambio climático en la gestión de recursos hídricos, resaltando la necesidad de implementar medidas adaptativas para preservar y mejorar la calidad del agua en condiciones cambiantes.
- Monitorear de manera periódica la calidad del agua de la acequia la Victoria, agregando indicadores biológicos que permitan tener un mejor panorama del estado ecológico del agua de riego.

## REFERENCIAS

- Acevedo, L., Mendoza, C., & Oyón, R. (2001). *Coliformes totales, fecales y algunas enterobacterias, Staphylococcus sp. y hongos en ensaladas para perro calientes expendidas en la ciudad de Maracay, Venezuela*. Archivos Latinoamericanos de Nutrición, 51(4), 366–370. [http://www.scielo.org.ve/scielo.php?script=sci\\_abstract&pid=S0004-](http://www.scielo.org.ve/scielo.php?script=sci_abstract&pid=S0004-)
- Acosta, A., y Matínez, E. (2010). *El agua, un derecho humano fundamental*. Quito, Ecuador: Abya Yala.
- Acuerdo Ministerial 097-A, Anexos de Normativa, REFORMA LIBRO VI DEL TEXTO UNIFICADO DE LEGISLACION SECUNDARIA DEL MINISTERIO DEL AMBIENTE*, (2015) (testimony of MAATE). [https://www.gob.ec/sites/default/files/regulations/2018-09/Documento\\_Registro-Oficial-No-387-04-noviembre-2015\\_0.pdf](https://www.gob.ec/sites/default/files/regulations/2018-09/Documento_Registro-Oficial-No-387-04-noviembre-2015_0.pdf)
- Adimasu WW (2015). Evaluación del estado de la calidad del agua del lago Hawassa mediante el índice de calidad del agua, sur de Etiopía. *Revista Internacional de Recursos Hídricos e Ingeniería Ambiental*, 7(4), 58-65.
- Aguirre, C., González, E., & Guerrero, H. (2015). *Elaboración y aplicación de metodologías analíticas e instrumentales para la cuantificación de parámetros fisicoquímicos en agua y su aplicación en el laboratorio de Ingeniería Química*. (tesis de pregrado). Investigación, Universidad de El Salvador. <http://ri.ues.edu.sv/id/eprint/7559/1/Elaboración%20y%20aplicación%20de%20metodologías%20analíticas%20e%20instrumentales%20para%20la%20cuantificación%20de%20parámetros%20fisicoquímicos%20en%20agua%20y%20su%20aplicación%20en%20el%20Laboratorio%20de%20Ingeniería%20Química,%20FIA%20UES.pdf>
- Alegbeleye, O., & Sant'Ana, A. S. (2023). Microbiological quality of irrigation water for cultivation of fruits and vegetables: An overview of available guidelines, water testing strategies and some factors that influence compliance. *Environmental Research*, 220, 114771. <https://doi.org/10.1016/J.ENVRES.2022.114771>
- Alilou, H., Moghaddam Nia, A., Saravi, M. M., Salajegheh, A., Han, D., & Bakhtiari Enayat, B. (2019). A novel approach for selecting sampling points locations to river water quality monitoring in data-scarce regions. *Journal of Hydrology*, 573, 109–122. <https://doi.org/10.1016/J.JHYDROL.2019.03.068>
- Alonso Fernández, J. R., García Nieto, P. J., Díaz Muñoz, C., & Álvarez Antón, J. C. (2014). Modeling eutrophication and risk prevention in a reservoir in the Northwest of Spain by



- using multivariate adaptive regression splines analysis. *Ecological Engineering*, 68, 80–89. <https://doi.org/10.1016/J.ECOLENG.2014.03.094>
- Arcentales-Ríos, R., Carrión-Méndez, A., Cipriani-Ávila, I., Acosta, S., Capparelli, M., Moulatlet, G. M., & Pinos-Vélez, V. (2022). Assessment of metals, emerging contaminants, and physicochemical characteristics in the drinking water and wastewater of Cuenca, Ecuador. *Journal of Trace Elements and Minerals*, 2, 100030. <https://doi.org/10.1016/J.JTEMIN.2022.100030>
- Arya, M. S., Biju, A., & Benchamin, D. (2022). Assessment of spatial and temporal variations in water quality using multivariate statistical analysis in the Munroe Island, Kerala, India. *Acta Ecologica Sinica*. <https://doi.org/10.1016/j.chnaes.2022.10.002>
- Assefa Alemu, Z., Tesfaye Teklu, K., Assefa Alemayehu, T., Habte Balcha, K., & Derso Mengesha, S. (2015). Physicochemical quality of drinking water sources in Ethiopia and its health impact: a retrospective study. *Environ Syst Res*, 4, 22. <https://doi.org/10.1186/s40068-015-0049-7>
- Badrzadeh, N., Samani, J. M. V., Mazaheri, M., & Kuriqi, A. (2022). Evaluation of management practices on agricultural nonpoint source pollution discharges into the rivers under climate change effects. *Science of the Total Environment*, 838. <https://doi.org/10.1016/J.SCITOTENV.2022.156643>
- Bagnouls, F., & Gaussen, H. (1957). Les climats biologiques et leur classification. *Annales de Géographie*, 66(355), 193–220. <https://doi.org/10.3406/GEO.1957.18273>
- Bâki Iz, H. (2018). Is the global sea surface temperature rise accelerating? *Geodesy and Geodynamics*, 9(6), 432–438. <https://doi.org/10.1016/J.GEOG.2018.04.002>
- Baloïtcha, G. M. P., Mayabi, A. O., & Home, P. G. (2022). Evaluation of water quality and potential scaling of corrosion in the water supply using water quality and stability indices: A case study of Juja water distribution network, Kenya. *Heliyon*, 8(3), e09141. <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2022.e09141>
- Behmel, S., Damour, M., Ludwig, R., & Rodriguez, M. J. (2016). Water quality monitoring strategies — A review and future perspectives. *Science of The Total Environment*, 571, 1312–1329. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2016.06.235>
- Benavides Lozano, A., y Ramírez Guerrero, T. E. (2016). Desarrollo de un prototipo de un sistema automático de recolección y reciclaje de aguas grises. (Tesis pregrado). Colombia
- Bluett, S., O’Callaghan, P., Paull, B., & Murray, E. (2022). Robust off-grid analyser for autonomous remote in-situ monitoring of nitrate and nitrite in water. *Talanta Open*, 100173. <https://doi.org/10.1016/J.TALO.2022.100173>

- Bolaños, S., & Andrango, B. (2017). *Rediseño del canal de Riego la Victoria ubicado en las Parroquias San Roque, Atuntaqui, Chaltura, Natabuela e Imbaya del Cantón Antonio Ante, Provincia de Imbabura* [Universidad Central del Ecuador]. <http://www.dspace.uce.edu.ec/handle/25000/13740>
- Bosire, C. K., Mtimet, N., Enahoro, D., Ogutu, J. O., Krol, M. S., de Leeuw, J., Ndiwa, N., & Hoekstra, A. Y. (2022). Livestock water and land productivity in Kenya and their implications for future resource use. *Heliyon*, 8(3), e09006. <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2022.e09006>
- Cai, J., Meng, L., Liu, H., Chen, J., & Xing, Q. (2022). Estimating Chemical Oxygen Demand in estuarine urban rivers using unmanned aerial vehicle hyperspectral images. *Ecological Indicators*, 139, 108936. <https://doi.org/10.1016/j.ecolind.2022.108936>
- Casilla, S. (2014). Evaluación de la calidad de agua en los diferentes puntos de descarga de la Cuenca del rio Suhez. (Tesis de pregrado). Universidad Nacional del Altiplano Puno [http://repositorio.unap.edu.pe/bitstream/handle/UNAP/4546/Casilla\\_Quispe\\_Sergio.pdf?sequence=1&isAllowed=y](http://repositorio.unap.edu.pe/bitstream/handle/UNAP/4546/Casilla_Quispe_Sergio.pdf?sequence=1&isAllowed=y)
- Chatanga, P., Ntuli, V., Mugomeri, E., Keketsi, T., & Chikowore, N. V. T. (2019). Situational analysis of physico-chemical, biochemical and microbiological quality of water along Mohokare River, Lesotho. *The Egyptian Journal of Aquatic Research*, 45(1), 45–51. <https://doi.org/10.1016/j.ejar.2018.12.002>
- Chen, K., Liu, Q., Peng, W., Liu, Y., & Wang, Z. (2023). Source apportionment of river water pollution in a typical agricultural city of Anhui Province, eastern China using multivariate statistical techniques with APCS–MLR. *Water Science and Engineering*, 16(2), 165–174. <https://doi.org/10.1016/j.wse.2022.12.007>
- Chen, W.-H., Carrera Uribe, M., Kwon, E. E., Lin, K.-Y. A., Park, Y.-K., Ding, L., & Saw, L. H. (2022). A comprehensive review of thermoelectric generation optimization by statistical approach: Taguchi method, analysis of variance (ANOVA), and response surface methodology (RSM). *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 169, 112917. <https://doi.org/10.1016/j.rser.2022.112917>
- Código Orgánico del Ambiente. (2017). Registro Oficial Suplemento 938. (12 de abril del 2017).
- Código Orgánico de Organización Territorial, Autonomía y Descentralización. (2010). Registro Oficial Suplemento 303 (19 de octubre del 2010). Ecuador. [https://www.defensa.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2016/01/dic15\\_CODIGO-ORGANICO-DE-ORGANIZACION-TERRITORIAL-COOTAD.pdf](https://www.defensa.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2016/01/dic15_CODIGO-ORGANICO-DE-ORGANIZACION-TERRITORIAL-COOTAD.pdf)

- Constitución de la República del Ecuador. (2008). Registro Oficial de 449. (20 de octubre del 2008).
- de Feudis, M., Falsone, G., Gherardi, M., Speranza, M., Vianello, G., & Vittori Antisari, L. (2021). GIS-based soil maps as tools to evaluate land capability and suitability in a coastal reclaimed area (Ravenna, northern Italy). *International Soil and Water Conservation Research*, 9(2), 167–179. <https://doi.org/10.1016/J.ISWCR.2020.11.007>
- Desiree, K., Schwan, C. L., Ly, V., Hok, L., Bello, N. M., Nwadike, L., Phebus, R. K., & Vipham, J. L. (2021). Investigating Salmonella enterica, Escherichia coli, and Coliforms on Fresh Vegetables Sold in Informal Markets in Cambodia. *Journal of Food Protection*, 84(5), 843–849. <https://doi.org/10.4315/JFP-20-219>
- Dey, S., Botta, S., Kallam, R., Angadala, R., & Andugala, J. (2021). Seasonal variation in water quality parameters of Gudlavalluru Engineering College pond. *Current Research in Green and Sustainable Chemistry*, 4, 100058. <https://doi.org/10.1016/J.CRGSC.2021.100058>
- Dey, S., Kotaru, N. S. A., Veerendra, G. T. N., & Sambangi, A. (2022). The removal of iron from synthetic water by the applications of plants leaf biosorbents. *Cleaner Engineering and Technology*, 9, 100530. <https://doi.org/10.1016/j.clet.2022.100530>
- Dey, S., Sreenivasulu, A., Veerendra, G. T. N., Phani Manoj, A. V., & Haripavan, N. (2022). Synthesis and characterization of mango leaves biosorbents for removal of iron and phosphorous from contaminated water. *Applied Surface Science Advances*, 11, 100292. <https://doi.org/10.1016/j.apsadv.2022.100292>
- Domokos, E., Sebestyén, V., Somogyi, V., Trájer, A. J., Gerencsér-Berta, R., Oláhné Horváth, B., Tóth, E. G., Jakab, F., Kemenesi, G., & Abonyi, J. (2022). Identification of sampling points for the detection of SARS-CoV-2 in the sewage system. *Sustainable Cities and Society*, 76, 103422. <https://doi.org/10.1016/j.scs.2021.103422>
- Dralle, D., Karst, N., & Thompson, S. E. (2015). a, b careful: The challenge of scale invariance for comparative analyses in power law models of the streamflow recession. *Geophysical Research Letters*, 42(21), 9285–9293. <https://doi.org/10.1002/2015GL066007>
- Espinosa, F. M. G., & Carreño, J. D. O. (2015). *Cálculo del caudal de la cuenca hidrológica de la quebrada guaguaqui, del departamento de boyacá, por el método racional*. (Tesis pregrado). Universidad Distrital Francisco José de Caldas. <http://hdl.handle.net/11349/3184>
- Fabian, P. S., Kwon, H., Vithanage, M., & Lee, J. (2023). Modeling, challenges, and strategies for understanding impacts of climate extremes (droughts and floods) on water quality in

- Asia: A review. *Environmental Research*, 225(February), 115617.  
<https://doi.org/10.1016/J.ENVRES.2023.115617>
- FAO. (1997). Lucha Contra la Contaminación Agrícola de los Recursos Hídricos.  
<http://www.fao.org/docrep/W2598S/w2598s03.htm>
- FAO. (2011). *THE STATE OF THE WORLD'S LAND AND WATER RESOURCES FOR FOOD AND AGRICULTURE*. Estados Unidos. <https://www.fao.org/3/i1688e/i1688e.pdf>
- Ferreira Carraro, C. de F., Almeida Loures, C. C., & de Castro, J. A. (2022). Microalgae bioremediation and CO<sub>2</sub> fixation of industrial wastewater. *Cleaner Engineering and Technology*, 8, 100466. <https://doi.org/10.1016/J.CLET.2022.100466>
- Fikadu, G. (2022). Determination of Selected physicochemical water quality parameters of the upper stream of Amerti watershed of Western Ethiopia. *Environmental Challenges*, 8, 100558. <https://doi.org/10.1016/j.envc.2022.100558>
- GAD Antonio Ante. (2011). *Plan Desarrollo Cantonal 2011 Antonio Ante*. 1–444.
- GAD Antonio Ante. (2020). *Plan de Desarrollo y Ordenamiento Territorial 2019*.
- GAD Provincial Imbabura. (2018). *Prefectura de Imbabura - 3000 usuarios de la acequia La Victoria de Antonio Ante se benefician. La Prefectura aporta para el mejoramiento de la distribución de agua de riego*.  
<https://www.imbabura.gob.ec/index.php/component/k2/item/1132-3000-usuarios-de-la-acequia-la-victoria-de-antonio-ante-se-benefician-la-prefectura-aporta-para-el-mejoramiento-de-la-distribucion-de-agua-de-riego>
- GAD Provincial Imbabura. (2022, May 9). *En el cantón Antonio Ante. RAMALES DE LA ACEQUIA LA VICTORIA FUERON MEJORADOS PARA APROVECHAR EL AGUA DE RIEGO*. <https://www.imbabura.gob.ec/index.php/noticias/blog-noticias/19-vialidad-e-infraestructura/729-en-el-canton-antonio-ante-ramales-de-la-acequia-la-victoria-fueron-mejorados-para-aprovechar-el-agua-de-riego>
- Galárraga-Sánchez, R. H. (2000). *Informe nacional sobre la gestión del agua en el Ecuador*. Quito.
- Gaussen, H. (1956). L'étude des climats par les courbes ombrothermiques : application à la cartographie. *L'Information Géographique*, 20(5), 191–193.  
<https://doi.org/10.3406/INGEO.1956.1643>
- Geris, J., Comte, J. C., Franchi, F., Petros, A. K., Tirivarombo, S., Selepeng, A. T., & Villholth, K. G. (2022). Surface water-groundwater interactions and local land use control water quality impacts of extreme rainfall and flooding in a vulnerable semi-arid region of Sub-

- Saharan Africa. *Journal of Hydrology*, 609, 127834.  
<https://doi.org/10.1016/J.JHYDROL.2022.127834>
- Gil, J. D. B., Garrett, R. D., Rotz, A., Daioglou, V., Valentim, J., Pires, G. F., Costa, M. H., Lopes, L., & Reis, J. C. (2018). Tradeoffs in the quest for climate smart agricultural intensification in Mato Grosso, Brazil. *Environmental Research Letters*, 13(6), 064025.  
<https://doi.org/10.1088/1748-9326/aac4d1>
- González-Fuenzalida, R. A., Molins-Legua, C., Calabria, D., Mirasoli, M., Guardigli, M., Roda, A., & Campíns-Falcó, P. (2022). Sustainable and green persulfate-based chemiluminescent method for on-site estimation of chemical oxygen demand in waters. *Analytica Chimica Acta*, 1223, 340196. <https://doi.org/10.1016/J.ACA.2022.340196>
- Gray, J., Wu, R., & Or, Y. (2002). Effects of hypoxia and organic enrichment on the coastal marine environment. *Marine Ecology Progress Series*, 238, 249–279.  
<https://doi.org/10.3354/meps238249>
- Gu, D., Guo, J., Fan, Y., Zuo, Q., & Yu, L. (2022). Evaluating water-energy-food system of Yellow River basin based on type-2 fuzzy sets and Pressure-State-Response model. *Agricultural Water Management*, 267, 107607.  
<https://doi.org/10.1016/j.agwat.2022.107607>
- Gu, Q., Zhang, Y., Ma, L., Li, J., Wang, K., Zheng, K., Zhang, X., & Sheng, L. (n.d.). *Assessment of Reservoir Water Quality Using Multivariate Statistical Techniques: A Case Study of Qiandao Lake, China*. <https://doi.org/10.3390/su8030243>
- Guanquiza, L., Antúnez, A. (2019). *La contaminación ambiental en los acuíferos de Ecuador. Necesidad de su reversión desde las políticas públicas con enfoque bioético*. *Revista Iberoamericana de Bioeconomía y Cambio Climático*. DOI 10.5377/ribcc.v5i9.7946  
<https://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/12963/1/Riego%20precolonial%20y%20tradicional.pdf>
- Guo, Z., Li, K., Jiang, L., Ran, Y., Sarkodie, E. K., Yang, J., Shi, J., Liu, S., Li, M., Li, J., Liu, H., Liang, Y., Yin, H., & Liu, X. (2022). Removal mechanisms of phosphate from water by calcium silicate hydrate supported on hydrochar derived from microwave-assisted hydrothermal treatment. *Environmental Technology & Innovation*, 28, 102942. <https://doi.org/10.1016/j.eti.2022.102942>
- Hernández-Alomia, F., Ballesteros, I., & Castillejo, P. (2022). Bioremediation potential of glyphosate-degrading microorganisms in eutrophicated Ecuadorian water bodies. *Saudi Journal of Biological Sciences*, 29(3), 1550–1558.  
<https://doi.org/10.1016/J.SJBS.2021.11.013>

- Hutchins, M. G., Harding, G., Jarvie, H. P., Marsh, T. J., Bowes, M. J., & Loewenthal, M. (2020). Intense summer floods may induce prolonged increases in benthic respiration rates of more than one year leading to low river dissolved oxygen. *Journal of Hydrology X*, 8, 100056. <https://doi.org/10.1016/j.hydroa.2020.100056>
- ICC. (2017). *Manual de Medición de Caudales*. <https://icc.org.gt/wp-content/uploads/2018/02/Manual-de-medici%C3%B3n-de-caudales-ICC.pdf>
- IDEAM. (2020). *INSTRUCTIVO DE TOMA Y PRESERVACIÓN DE MUESTRAS SEDIMENTOS Y AGUA SUPERFICIAL PARA LA RED DE MONITOREO DE CALIDAD DEL IDEAM*. <http://sgi.ideam.gov.co/documents/412030/35488871/M-S-LC-I004+INSTRUCTIVO+DE+TOMA+Y+PRESERVACI%C3%93N+DE+MUESTRAS+SEDIMENTOS+Y+AGUA+SUPERFICIAL+PARA+LA+RED+DE+MONITOREO+D+E+CALIDAD+DEL+IDEAM+v3.pdf/477bbe4a-5825-49c8-9961-10805a3c2288?version=1.0>
- INAMHI. (2022). *Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología en Twitter: “#PronósticoNacionalEC - Pronóstico del tiempo para el martes, 26 y 27 de Julio de 2022. □ Advertencia 26 - VIGENTE: <https://t.co/X7PrkvWhln> @Riesgos\_Ec @Ambiente\_Ec @ComunicacionEc @coequito <https://t.co/fyzNA2La9Q>” / Twitter. [https://twitter.com/inamhi\\_ec/status/1551739651458842624?ref\\_src=twsrc%5Etfw](https://twitter.com/inamhi_ec/status/1551739651458842624?ref_src=twsrc%5Etfw)*
- IPCC. (2014). *Cambio climático 2014. Informe de síntesis*. <http://www.ipcc.ch>.
- Islam, M., Morgan, J., Doyle, M. P., Phatak, S. C., Millner, P., & Jiang, X. (2004). Persistence of *Salmonella enterica* Serovar Typhimurium on Lettuce and Parsley and in Soils on Which They Were Grown in Fields Treated with Contaminated Manure Composts or Irrigation Water. *Foodborne Pathogens and Disease*, 1(1), 27–35. <https://doi.org/10.1089/153531404772914437>
- Jerves-Cobo, R., Forio, M. A. E., Lock, K., van Butsel, J., Pauta, G., Cisneros, F., Nopens, I., & Goethals, P. L. M. (2020). Biological water quality in tropical rivers during dry and rainy seasons: A model-based analysis. *Ecological Indicators*, 108, 105769. <https://doi.org/10.1016/J.ECOLIND.2019.105769>
- Juárez, M. M., Pomaa, H. R., & Rajal, V. B. (2015). ¿Cumplir con la legislación nos garantiza consumir agua segura? *RIBAGUA - Revista Iberoamericana Del Agua*, 2(2), 71–79. <https://doi.org/10.1016/J.RIBA.2015.10.002>
- Kayitesi, N. M., Guzha, A. C., & Mariethoz, G. (2022). Impacts of land use land cover change and climate change on river hydro-morphology- a review of research studies in tropical

- regions. *Journal of Hydrology*, 615, 128702. <https://doi.org/10.1016/J.JHYDROL.2022.128702>
- Knapp, G. (1992). *Riego precolonial y tradicional en la sierra Norte del Ecuador*. Quito – Ecuador.
- Kothari, V., Vij, S., Sharma, S., & Gupta, N. (2021). Correlation of various water quality parameters and water quality index of districts of Uttarakhand. *Environmental and Sustainability Indicators*, 9, 100093. <https://doi.org/10.1016/j.indic.2020.100093>
- Lakmali, W. G. M., Athukorala, A. D. S. N. P., & Jayasundera, K. B. (2022). Investigation of Pb(II) bioremediation potential of algae and cyanobacteria strains isolated from polluted water. *Water Science and Engineering*, 15(3), 237–246. <https://doi.org/10.1016/J.WSE.2022.04.003>
- Larsen, S. J., Kilminster, K. L., Mantovanelli, A., Goss, Z. J., Evans, G. C., Bryant, L. D., & McGinnis, D. F. (2019). Artificially oxygenating the Swan River estuary increases dissolved oxygen concentrations in the water and at the sediment interface. *Ecological Engineering*, 128, 112–121. <https://doi.org/10.1016/J.ECOLENG.2018.12.032>
- Latino, L. R., Pica-Ciamarra, U., & Wisser, D. (2020). Africa: The livestock revolution urbanizes. *Global Food Security*, 26, 100399. <https://doi.org/10.1016/j.gfs.2020.100399>
- Latreche, K., & Rahmania, F. (2022). The  $\gamma$ -index: A spline-based tool to define features of wet and dry seasons. *Physics and Chemistry of the Earth, Parts A/B/C*, 128, 103229. <https://doi.org/10.1016/j.pce.2022.103229>
- Liu, C., Wang, S., Liu, X., Zhou, H., Li, B., Du, Y., & Wang, L. (2022). Characteristics of water quality response to hypolimnetic anoxia in Daheiting Reservoir. *Water Science and Technology*, 85(7), 2065–2075. <https://doi.org/10.2166/WST.2021.491>
- Liyanage, L. M. M., Lakmali, W. G. M., Athukorala, S. N. P., & Jayasundera, K. B. (2020). Application of live *Chlorococcum aquaticum* biomass for the removal of Pb(II) from aqueous solutions. *Journal of Applied Phycology*, 32(6), 4069–4080. <https://doi.org/10.1007/S10811-020-02242-W/METRICS>
- Long, D. T., Pearson, A. L., Voice, T. C., Polanco-Rodríguez, A. G., Sanchez-Rodríguez, E. C., Xagorarakis, I., Concha-Valdez, F. G., Puc-Franco, M., Lopez-Cetz, R., & Rzotkiewicz, A. T. (2018). Influence of rainy season and land use on drinking water quality in a karst landscape, State of Yucatán, Mexico. *Applied Geochemistry*, 98, 265–277. <https://doi.org/10.1016/j.apgeochem.2018.09.020>
- Lozano, W. (2013). *Calidad Fisicoquímica del Agua – Métodos simplificados para su muestreo y análisis*. Colombia. Universidad Piloto de Colombia.

- Matsubae-Yokoyama, K., Kubo, H., Nakajima, K., & Nagasaka, T. (2009). A Material Flow Analysis of Phosphorus in Japan. *Journal of Industrial Ecology*, 13(5), 687–705. <https://doi.org/10.1111/j.1530-9290.2009.00162.x>
- Mattiasen, E. G., Kashef, N. S., Stafford, D. M., Logan, C. A., Sogard, S. M., Bjorkstedt, E. P., & Hamilton, S. L. (2020). Effects of hypoxia on the behavior and physiology of kelp forest fishes. *Global Change Biology*, 26(6), 3498–3511. <https://doi.org/10.1111/gcb.15076>
- Mengistu, D., Bewket, W., Dosio, A., & Panitz, H. J. (2021). Climate change impacts on water resources in the Upper Blue Nile (Abay) River Basin, Ethiopia. *Journal of Hydrology*, 592, 125614. <https://doi.org/10.1016/J.JHYDROL.2020.125614>
- Michaels, B., Keller, C., Blevins, M., Paoli, G., Ruthman, T., Todd, E., & Griffith, C. J. (2004). Prevention of food worker transmission of foodborne pathogens: risk assessment and evaluation of effective hygiene intervention strategies. *Food Service Technology*, 4(1), 31–49. <https://doi.org/10.1111/J.1471-5740.2004.00088.X>
- Mitiku, A. B., Meresa, G. A., Mulu, T., & Woldemichael, A. T. (2023). Examining the impacts of climate variabilities and land use change on hydrological responses of Awash River basin, Ethiopia. *HydroResearch*, 6, 16–28. <https://doi.org/10.1016/J.HYDRES.2022.12.002>
- Mng'ong'o, M. E., Munishi, L. K., & Ndakidemi, P. A. (2022). Increasing agricultural soil phosphate (P) status influences water P levels in paddy farming areas: Their implication on environmental quality. *Case Studies in Chemical and Environmental Engineering*, 6, 100259. <https://doi.org/10.1016/j.cscee.2022.100259>
- Mohajane, C., & Manjoro, M. (2022). Sediment-associated heavy metal contamination and potential ecological risk along an urban river in South Africa. *Heliyon*, 8(12), e12499. <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2022.e12499>
- Mohanty, S., Benya, A., Hota, S., Kumar, M. S., & Singh, S. (2023). Eco-toxicity of hexavalent chromium and its adverse impact on environment and human health in Sukinda Valley of India: A review on pollution and prevention strategies. *Environmental Chemistry and Ecotoxicology*, 5, 46–54. <https://doi.org/10.1016/j.eneco.2023.01.002>
- Mora, A., García-Gamboa, M., Sánchez-Luna, M. S., Gloria-García, L., Cervantes-Avilés, P., & Mahlknecht, J. (2021a). A review of the current environmental status and human health implications of one of the most polluted rivers of Mexico: The Atoyac River, Puebla. *Science of The Total Environment*, 782, 146788. <https://doi.org/10.1016/J.SCITOTENV.2021.146788>



- Mora, A., García-Gamboa, M., Sánchez-Luna, M. S., Gloria-García, L., Cervantes-Avilés, P., & Mahlknecht, J. (2021b). A review of the current environmental status and human health implications of one of the most polluted rivers of Mexico: The Atoyac River, Puebla. *Science of The Total Environment*, 782, 146788. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2021.146788>
- Morales-Marín, L. A., Rokaya, P., Sanyal, P. R., Sereda, J., & Lindenschmidt, K. E. (2019). Changes in streamflow and water temperature affect fish habitat in the Athabasca River basin in the context of climate change. *Ecological Modelling*, 407, 108718. <https://doi.org/10.1016/J.ECOLMODEL.2019.108718>
- Muñoz, H., Orozco, S., Vera, A., Suárez, J., & Jiménez José. (2015). *Relationship between Dissolved Oxygen, Rainfall and Temperature: Zahuapan River, Tlaxcala, Mexico*. [https://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S2007-24222015000500005](https://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2007-24222015000500005)
- Murgueitio, E., Powney, E. K., & Ortega, M. (2015). *Caracterización fisicoquímica de las aguas de la laguna de Mapaguña, provincia de Chimborazo*. Ecuador. <http://repositorio.espe.edu.ec/xmlui/handle/21000/9701>
- Navarro Carrascal, O. E. (2011). *Representación social del agua y de sus usos*. Psicología desde el caribe: <http://rcientificas.uninorte.edu.co/index.php/psicologia/article/viewFile/1785/9389>
- Navarro-López, E., Ruíz-Nieto, A., Ferreira, A., Gabriel Acién, F., & Gouveia, L. (2020). Biostimulant Potential of *Scenedesmus obliquus* Grown in Brewery Wastewater. *Molecules* 2020, Vol. 25, Page 664, 25(3), 664. <https://doi.org/10.3390/MOLECULES25030664>
- NTE INEN 2169: *Agua. Calidad del agua. Muestreo. Manejo y conservación de muestras: Instituto Ecuatoriano de Normalización (INEN) (1998)*. <https://archive.org/details/ec.nte.2169.1998/page/n11>
- Ojeda, R. (2005). *Evaluación preliminar del impacto sobre las aguas subterráneas y superficiales del área de influencia directa del vertedero de residuos sólidos del municipio de arauca y propuesta de recuperación paisajística del mismo*. <http://www.bdigital.unal.edu.co/10516/1/EVALUACI%C3%93N%20PRELIMINAR%20DEL%20IMPACTO%20SOBRE%20LAS%20AGUAS%20SUBTERRANE>
- ONU. (2020). *El agua, un recurso que se agota por el crecimiento de la población y el cambio climático*. Cambio Climático y Medio Ambiente. <https://news.un.org/es/story/2020/11/1484732>

- Ospina, O., García, G., Gordillo, J., & Tovar, K. (2016). *Evaluación de la turbiedad y la conductividad ocurrida en temporada seca y de lluvia en el río Combeima*. Colombia. <http://dx.doi.org/10.16925/in.v12i19.1191>
- Ouarda, T. B. M. J., Charron, C., & St-Hilaire, A. (2022). Regional estimation of river water temperature at ungauged locations. *Journal of Hydrology X*, 17, 100133. <https://doi.org/10.1016/j.hydroa.2022.100133>
- Pandia, E. (2015). *Modelo presión, estado, respuesta (P-E-R), para la clasificación de indicadores ambientales y gestión de la calidad de agua* [Universidad Nacional Mayor de San Marco]. [https://cybertesis.unmsm.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12672/4647/Pandia\\_fe.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://cybertesis.unmsm.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12672/4647/Pandia_fe.pdf?sequence=1&isAllowed=y)
- Pant, B. D., Neupane, D., Paudel, D. R., Chandra Lohani, P., Gautam, S. K., Pokhrel, M. R., & Poudel, B. R. (2022). Efficient biosorption of hexavalent chromium from water by modified arecanut leaf sheath. *Heliyon*, 8(4), e09283. <https://doi.org/10.1016/J.HELIYON.2022.E09283>
- Pantha, S., Timilsina, S., Pantha, S., Manjan, S. K., & Maharjan, M. (2022). Water quality index of springs in mid-hill of Nepal. *Environmental Challenges*, 9, 100658. <https://doi.org/10.1016/j.envc.2022.100658>
- Picetti, R., Deeney, M., Pastorino, S., Miller, M. R., Shah, A., Leon, D. A., Dangour, A. D., & Green, R. (2022). Nitrate and nitrite contamination in drinking water and cancer risk: A systematic review with meta-analysis. *Environmental Research*, 210, 112988. <https://doi.org/10.1016/j.envres.2022.112988>
- Portilla, F. (2018). *Agroclimatología del Ecuador* (Editorial Universitaria Abya-Yala Quito-Ecuador, Ed.; 1ra ed.).
- Pourrut, P., Acosta, J., Winkel, A., & Rodríguez, J. (1983). *Los Climas del Ecuador*. <https://www.ipgh.gob.ec/portal/index.php/biblioteca-menu/novedades-bibliograficas/471-los-climas-del-ecuador>
- Pozo, J. (2020). *Proceso de desinfección de aguas residuales mediante la fotocatalisis con óxido de titanio*. (Tesis pregrado). Ecuador.
- Prasad, M., Sunitha, V., Reddy, Y. S., Suvarna, B., Reddy, B. M., & Reddy, M. R. (2019). Data on water quality index development for groundwater quality assessment from Obulavaripalli Mandal, YSR district, A.P India. *Data in Brief*, 24. <https://doi.org/10.1016/J.DIB.2019.103846>

- Pütz, P. (2008). *Eliminación y determinación de fosfato* (No. 1). <https://es.hach.com/asset-get.download.jsa?id=25593611552>
- Ramos, L. M., Vidal, L. A., Vilarly, S., & Saavedra, L. (2008). *Análisis de la contaminación microbiológica (coliformes totales y fecales) en la bahía de Santa Marta, Caribe Colombiano*. 13(3), 87–98. <http://www.scielo.org.co/pdf/abc/v13n3/v13n3a7.pdf>
- Rauf, A. U., Mallongi, A., Daud, A., Hatta, M., & Astuti, R. D. P. (2021). Ecological risk assessment of hexavalent chromium and silicon dioxide in well water in Maros Regency, Indonesia. *Gaceta Sanitaria*, 35, S4–S8. <https://doi.org/10.1016/j.gaceta.2020.12.002>
- Rosado, D. (2017). *DISEÑO DE UN SISTEMA DE AGUA POTABLE PARA LA COMUNIDAD DE COTAMA, CANTÓN OTAVALO, PROVINCIA DE IMBABURA, ECUADOR [UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA SEDE QUITO]*. <https://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/14706/1/UPS%20-%20ST003273.pdf>
- Rouf, M. A., Islam, Md. J., Roknuzzaman, Md., Siddique, Md. N., & Golder, M. R. (2022). Vertical profile of dissolved oxygen and associated water variables in the Pasur-Rupsha estuary of Bangladesh. *Heliyon*, 8(10), e10935. <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2022.e10935>
- Sachs, J. (2020). *The Ages of Globalization*. Estados Unidos: Columbia University.
- Sawadogo, A., Dossou-Yovo, E. R., Kouadio, L., Zwart, S. J., Traoré, F., & Gündoğdu, K. S. (2023). Assessing the biophysical factors affecting irrigation performance in rice cultivation using remote sensing derived information. *Agricultural Water Management*, 278, 108124. <https://doi.org/10.1016/J.AGWAT.2022.108124>
- Schmautz, Z., Espinal, C. A., Smits, T. H. M., Frossard, E., & Junge, R. (2021). Nitrogen transformations across compartments of an aquaponic system. *Aquacultural Engineering*, 92, 102145. <https://doi.org/10.1016/J.AQUAENG.2021.102145>
- Semenov, A. v., van Overbeek, L., & van Bruggen, A. H. C. (2009). Percolation and Survival of *Escherichia coli* O157:H7 and *Salmonella enterica* Serovar Typhimurium in Soil Amended with Contaminated Dairy Manure or Slurry. *Applied and Environmental Microbiology*, 75(10), 3206–3215. <https://doi.org/10.1128/AEM.01791-08>
- Sevillano, A. (2018). Tratamiento de Agua en la Canalización de la Acequia “La Victoria” en el Cantón Antonio Ante de la Provincia de Imbabura. *Pontificia Universidad Católica Del Ecuador Sede Ibarra*.
- Shukla, S., & Saxena, A. (2020). *Sources and leaching of nitrate contamination in groundwater*.

- Sierra, J. (2001). *Determinación experimental de la curva de la DBO y el valor de las constantes K y Lo en una muestra de agua contaminada del río Bogotá*. 6. <http://www.redalyc.org/pdf/911/91101114.pdf>
- Solgi, S., Hamid, S., Sepaskhah, A., Edalat, M. (2022). *Wheat yield modeling under water-saving irrigation and climatic scenarios in transition from surface to sprinkler irrigation systems*, Journal of Hydrology, Iran. <https://doi.org/10.1016/j.jhydrol.2022.128053>.
- Some, S., Mondal, R., Mitra, D., Jain, D., Verma, D., & Das, S. (2021). Microbial pollution of water with special reference to coliform bacteria and their nexus with environment. *Energy Nexus*, 1, 100008. <https://doi.org/10.1016/j.nexus.2021.100008>
- Tang, Y., Zhou, Q., & Jiao, J.-L. (2020). Evaluating water ecological achievements of leading cadres in Anhui, China: Based on water resources balance sheet and pressure-state-response model. *Journal of Cleaner Production*, 269, 122284. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2020.122284>
- The Weather Channel. (2022). *Pronóstico del tiempo mensual para Antonio Ante, Provincia de Imbabura de weather.com*. <https://weather.com/es-EC/tiempo/mensual/1/33d4d4a4df55717962630c74c1a5295724d3b78a0dfc170c36f0be223cec356e>
- Tiwari, A., Kauppinen, A., Räsänen, P., Salonen, J., Wessels, L., Juntunen, J., Miettinen, I. T., & Pitkänen, T. (2023). Effects of temperature and light exposure on the decay characteristics of fecal indicators, norovirus, and Legionella in mesocosms simulating subarctic river water. *Science of The Total Environment*, 859, 160340. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2022.160340>
- Torres, B., González, G., Rustrián, E., & Houbron, E. (2013). Enfoque de cuenca para la identificación de fuentes de contaminación y evaluación de la calidad de un río, Veracruz, México. *Revista Internacional de Contaminación Ambiental*, 29(3), 135–146. Retrieved from [http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci\\_abstract&pid=S0188-49992013000300001&lng=es&nrm=iso&tlng=es](http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_abstract&pid=S0188-49992013000300001&lng=es&nrm=iso&tlng=es)
- Torres, P., Cruz, C. H., & Patiño, P. J. (2009). Índices de calidad de agua en fuentes superficiales utilizadas en la producción de agua para consumo humano. una revisión crítica. *Revista Ingenierías Universidad de Medellín*. <http://www.scielo.org.co/pdf/rium/v8n15s1/v8n15s1a09.pdf>
- UNESCO. (2017). *Informe mundial de las Naciones Unidas sobre el desarrollo de los recursos hídricos, 2017: Aguas residuales: el recurso no explotado*. <https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000247647>

- UNESCO. (2018). *Informe mundial de las Naciones Unidas sobre el desarrollo de los recursos hídricos 2018: Soluciones basadas en la naturaleza para la gestión del agua; 2018*. <https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000261494>
- UNESCO. (2020). *The United Nations world water development report 2020: water and climate change*. Programa Mundial de la UNESCO de Evaluación de los Recursos Hídricos. <https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000372985>
- Vera, D. (2016). *Patrones de Distribución Espacial y Representatividad de las Especies Arbóreas Presentes en los Territorios de Chile y Argentina* [Universidad de Chile]. <https://repositorio.uchile.cl/bitstream/handle/2250/143512/patrones-de-distribuci%C3%B3n-espacial.pdf?sequence=1>
- Viegas, C., Gouveia, L., & Gonçalves, M. (2021). Evaluation of microalgae as bioremediation agent for poultry effluent and biostimulant for germination. *Environmental Technology and Innovation*, 24. <https://doi.org/10.1016/J.ETI.2021.102048>
- Vigiak, O., Grizzetti, B., Udias-Moinelo, A., Zanni, M., Dorati, C., Bouraoui, F., & Pistocchi, A. (2019). Predicting biochemical oxygen demand in European freshwater bodies. *Science of The Total Environment*, 666, 1089–1105. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2019.02.252>
- Vilela, P., Jácome, G., Kim, S. Y., Nam, K. J., & Yoo, C. K. (2020). Population response modeling and habitat suitability of *Cobitis choii* fish species in South Korea for climate change adaptation. *Ecotoxicology and Environmental Safety*, 189, 109949. <https://doi.org/10.1016/J.ECOENV.2019.109949>
- Vizcaino, K. (2020). *PROPUESTA DE MANEJO DEL RECURSO HÍDRICO EN BASE A LA EVALUACIÓN DE CALIDAD DE AGUA DEL RÍO PIOTER, CANTÓN TULCÁN* [Universidad Técnica del Norte]. <http://repositorio.utn.edu.ec/handle/123456789/10581>
- Walter, R. K., Huie, S. A., Abraham, J. C. P., Pasulka, A., Davis, K. A., Connolly, T. P., Mazzini, P. L. F., & Robbins, I. (2022). Seasonal controls on nearshore dissolved oxygen variability and hypoxia in a coastal embayment. *Estuarine, Coastal and Shelf Science*, 278, 108123. <https://doi.org/10.1016/j.ecss.2022.108123>
- Wątor, K., & Dobrzyński, D. (2022). Towards a better practice in water sampling: Case studies on used in practice geothermal waters. *Chemosphere*, 303. <https://doi.org/10.1016/J.CHEMOSPHERE.2022.134913>
- Wilson, M. M., Michieka, R. W., & Mwendwa, S. M. (2021). Assessing the influence of horticultural farming on selected water quality parameters in Maumau stream, a tributary

of Nairobi River, Kenya. *Heliyon*, 7(12), e08593.  
<https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2021.e08593>

Yaduvanshi, A., Bendapudi, R., Nkemelang, T., & New, M. (2021). Temperature and rainfall extremes change under current and future global warming levels across Indian climate zones. *Weather and Climate Extremes*, 31, 100291.  
<https://doi.org/10.1016/J.WACE.2020.100291>

Zamparas, M., Gianni, A., Stathi, P., Deligiannakis, Y., & Zacharias, I. (2012). Removal of phosphate from natural waters using innovative modified bentonites. *Applied Clay Science*, 62–63, 101–106. <https://doi.org/10.1016/J.CLAY.2012.04.020>

Zegarra, V., Edgardo, M., Reyna Mandujano, M., & Carlos, S. (n.d.). *FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AMBIENTAL*.

Zomlot, Z., Verbeiren, B., Huysmans, M., & Batelaan, O. (2017). Trajectory analysis of land use and land cover maps to improve spatial–temporal patterns, and impact assessment on groundwater recharge. *Journal of Hydrology*, 554, 558–569.  
<https://doi.org/10.1016/j.jhydrol.2017.09.032>

# **ANEXOS**

**Anexo 1.** Informe de resultados microbiológicos de la primera estación de muestreo, durante la época seca.



<b>INFORME DE RESULTADOS</b>	FIT-INFORMES-REQ7.8_B Versión 06
Informe de Resultados Nro: IRRE22-333	Pág. 1 de 3

**DATOS SUMINISTRADOS POR EL CLIENTE:**

**Cliente:** Diana Maldonado  
**Dirección:** Atuntaqui  
**Correo electrónico:** dcmaldonadoc@utn.edu.ec      **Teléfono:** 0962757249  
**Tipo de Muestra:** Agua Residual  
**Identificación muestra cliente:** DM5

**Fecha de recepción laboratorio:** 27 de Julio del 2022  
**Autorización orden de trabajo N°:** OTELABEMAPAI061      **Toma de muestra realizada por:** El cliente  
**Código de Laboratorio:** MER22-034      **Fecha de realización de ensayos:** 28/07/2022 - 03/08/2022  
**Lugar de análisis:** Laboratorio EMAPA-I      **Fecha de emisión informe:** 04 de Agosto del 2022

**RESULTADOS PARÁMETROS QUÍMICOS**

PARÁMETROS ANALIZADOS	MÉTODO DE ENSAYO	UNIDADES	ITEM DE ENSAYO	<sup>(1)</sup> LÍMITE MÁXIMO PERMISIBLE
			MER22-034	
Demanda bioquímica de oxígeno (DBO <sub>5</sub> ) (*)	Standard Methods 5210 D	mg/l	6	N/A

**RESULTADOS PARÁMETROS MICROBIOLÓGICOS**

PARÁMETROS ANALIZADOS	MÉTODO DE ENSAYO	UNIDADES	ITEM DE ENSAYO	<sup>(1)</sup> LÍMITE MÁXIMO PERMISIBLE
			MER22-034	
Coliformes Fecales (*)	Standard Methods 9222 J	UFC/100ml	1430	N/A

Condiciones Ambientales de Análisis:		
Área	Temperatura (C°)	Humedad Relativa (%)
Potables/Naturales	-	-
Residuales	21,6	58,6
Microbiología	21,6	58,6



**OBSERVACIONES:**

N/A: No aplica

**CONSIDERACIONES:**

1. Los ensayos marcados con (\*) están fuera del alcance de acreditación del SAE
2. El laboratorio NO emite declaraciones de conformidad.
3. Los resultados se aplican a la muestra cómo se recibió y se relacionan solamente con los ítems sometidos a ensayo.
4. El Laboratorio EMAPA-I no se responsabiliza de la información proporcionada por el cliente y que pueda afectar a la validez de los resultados
5. El Laboratorio EMAPA-I declina toda responsabilidad por el uso que se le de al presente documento.
6. Este informe NO se podrá reproducir parcial o totalmente sin autorización del Laboratorio EMAPA-I.
7. <sup>1</sup>Valores de referencia: N/A

Revisado por Msc. C. Tafur :  
RESPONSABLE TÉCNICO



Msc. Carla Valarezo  
JEFE DE LABORATORIO

**Anexo 2.** Informe de resultados microbiológicos de la segunda estación de muestreo, durante la época seca.



<b>INFORME DE RESULTADOS</b>	FIT-INFORMES-REQ7.8_B Versión 06
Informe de Resultados Nro: IRRE22-332	Pág. 1 de 3

**DATOS SUMINISTRADOS POR EL CLIENTE:**

<b>Cliente:</b> Diana Maldonado	
<b>Dirección:</b> Atuntaqui	
<b>Correo electrónico:</b> dcmaldonadoc@utn.edu.ec	<b>Teléfono:</b> 0962757249
<b>Tipo de Muestra:</b> Agua Residual	
<b>Identificación muestra cliente:</b> DM4	
<b>Fecha de recepción laboratorio:</b> 27 de Julio del 2022	
<b>Autorización orden de trabajo N°:</b> OTELABEMAPAI061	<b>Toma de muestra realizada por:</b> El cliente
<b>Código de Laboratorio:</b> MER22-033	<b>Fecha de realización de ensayos:</b> 28/07/2022 - 03/08/2022
<b>Lugar de análisis:</b> Laboratorio EMAPA-I	<b>Fecha de emisión informe:</b> 04 de Agosto del 2022

**RESULTADOS PARÁMETROS QUÍMICOS**

PARÁMETROS ANALIZADOS	MÉTODO DE ENSAYO	UNIDADES	ITEM DE ENSAYO	<sup>(1)</sup> LÍMITE MÁXIMO PERMISIBLE
			MER22-033	
Demanda bioquímica de oxígeno (DBO <sub>5</sub> ) (*)	Standard Methods 5210 D	mg/l	6	N/A

**RESULTADOS PARÁMETROS MICROBIOLÓGICOS**

PARÁMETROS ANALIZADOS	MÉTODO DE ENSAYO	UNIDADES	ITEM DE ENSAYO	<sup>(1)</sup> LÍMITE MÁXIMO PERMISIBLE
			MER22-033	
Coliformes Fecales (*)	Standard Methods 9222 J	UFC/100ml	960	N/A

Condiciones Ambientales de Análisis:		
Área	Temperatura (°C)	Humedad Relativa (%)
Potables/Naturales	-	-
Residuales	21,6	58,6
Microbiología	21,6	58,6

**OBSERVACIONES:**

N/A: No aplica

**CONSIDERACIONES:**

1. Los ensayos marcados con (\*) están fuera del alcance de acreditación del SAE
2. El laboratorio NO emite declaraciones de conformidad.
3. Los resultados se aplican a la muestra cómo se recibió y se relacionan solamente con los ítems sometidos a ensayo.
4. El Laboratorio EMAPA-I no se responsabiliza de la información proporcionada por el cliente y que pueda afectar a la validez de los resultados
5. El Laboratorio EMAPA-I declina toda responsabilidad por el uso que se le de al presente documento.
6. Este informe NO se podrá reproducir parcial o totalmente sin autorización del Laboratorio EMAPA-I.
7. <sup>1</sup>Valores de referencia: N/A

Revisado por Msc. C. Tafur :  
RESPONSABLE TÉCNICO



Msc. Carla Valarezo  
JEFE DE LABORATORIO

**Anexo 3.** Informe de resultados microbiológicos de la tercera estación de muestreo, durante la época seca.



<b>INFORME DE RESULTADOS</b>	FIT-INFORMES-REQ7.8_B Versión 06
Informe de Resultados Nro: IRRE22-331	Pág. 1 de 3

**DATOS SUMINISTRADOS POR EL CLIENTE:**

<b>Cliente:</b> Diana Maldonado	
<b>Dirección:</b> Atuntaqui	
<b>Correo electrónico:</b> dcmaldonadoc@utn.edu.ec	<b>Teléfono:</b> 0962757249
<b>Tipo de Muestra:</b> Agua Residual	
<b>Identificación muestra cliente:</b> DM3	
<b>Fecha de recepción laboratorio:</b> 27 de Julio del 2022	
<b>Autorización orden de trabajo N°:</b> OTELABEMAPAI061	<b>Toma de muestra realizada por:</b> El cliente
<b>Código de Laboratorio:</b> MER22-032	<b>Fecha de realización de ensayos:</b> 28/07/2022 - 03/08/2022
<b>Lugar de análisis:</b> Laboratorio EMAPA-I	<b>Fecha de emisión informe:</b> 04 de Agosto del 2022

**RESULTADOS PARÁMETROS QUÍMICOS**

PARÁMETROS ANALIZADOS	MÉTODO DE ENSAYO	UNIDADES	ITEM DE ENSAYO	<sup>(1)</sup> LÍMITE MÁXIMO PERMISIBLE
			MER22-032	
Demanda bioquímica de oxígeno (DBO <sub>5</sub> ) (*)	Standard Methods 5210 D	mg/l	6	N/A

**RESULTADOS PARÁMETROS MICROBIOLÓGICOS**

PARÁMETROS ANALIZADOS	MÉTODO DE ENSAYO	UNIDADES	ITEM DE ENSAYO	<sup>(1)</sup> LÍMITE MÁXIMO PERMISIBLE
			MER22-032	
Coliformes Fecales (*)	Standard Methods 9222 J	UFC/100ml	1760	N/A

Condiciones Ambientales de Análisis:		
Área	Temperatura (°C)	Humedad Relativa (%)
Potables/Naturales	-	-
Residuales	21,6	58,6
Microbiología	21,6	58,6

**OBSERVACIONES:**

N/A: No aplica

**CONSIDERACIONES:**

1. Los ensayos marcados con (\*) están fuera del alcance de acreditación del SAE
2. El laboratorio NO emite declaraciones de conformidad.
3. Los resultados se aplican a la muestra cómo se recibió y se relacionan solamente con los ítems sometidos a ensayo.
4. El Laboratorio EMAPA-I no se responsabiliza de la información proporcionada por el cliente y que pueda afectar a la validez de los resultados
5. El Laboratorio EMAPA-I declina toda responsabilidad por el uso que se le de al presente documento.
6. Este informe NO se podrá reproducir parcial o totalmente sin autorización del Laboratorio EMAPA-I.
7. <sup>1</sup>Valores de referencia: N/A

Revisado por Msc. C. Tafur :  
RESPONSABLE TÉCNICO



Msc. Carla Valarezo  
JEFE DE LABORATORIO

**Anexo 4.** Informe de resultados microbiológicos de la cuarta estación de muestreo, durante la época seca.



<b>INFORME DE RESULTADOS</b>	FIT-INFORMES-REQ7.8_B Versión 06
Informe de Resultados Nro: IRRE22-330	Pág. 1 de 3

**DATOS SUMINISTRADOS POR EL CLIENTE:**

**Cliente:** Diana Maldonado  
**Dirección:** Atuntaqui  
**Correo electrónico:** dcmaldonadoc@utn.edu.ec      **Teléfono:** 0962757249  
**Tipo de Muestra:** Agua Residual  
**Identificación muestra cliente:** DM2

**Fecha de recepción laboratorio:** 27 de Julio del 2022  
**Autorización orden de trabajo N°:** OTELABEMAPI061      **Toma de muestra realizada por:** El cliente  
**Código de Laboratorio:** MER22-031      **Fecha de realización de ensayos:** 28/07/2022 - 03/08/2022  
**Lugar de análisis:** Laboratorio EMAPA-I      **Fecha de emisión informe:** 04 de Agosto del 2022

**RESULTADOS PARÁMETROS QUÍMICOS**

PARÁMETROS ANALIZADOS	MÉTODO DE ENSAYO	UNIDADES	ITEM DE ENSAYO	<sup>(1)</sup> LÍMITE MÁXIMO PERMISIBLE
			MER22-031	
Demanda bioquímica de oxígeno (DBO <sub>5</sub> ) (*)	Standard Methods 5210 D	mg/l	4	N/A

**RESULTADOS PARÁMETROS MICROBIOLÓGICOS**

PARÁMETROS ANALIZADOS	MÉTODO DE ENSAYO	UNIDADES	ITEM DE ENSAYO	<sup>(1)</sup> LÍMITE MÁXIMO PERMISIBLE
			MER22-031	
Coliformes Fecales (*)	Standard Methods 9222 J	UFC/100ml	1540	N/A

Condiciones Ambientales de Análisis:		
Área	Temperatura (°C)	Humedad Relativa (%)
Potables/Naturales	-	-
Residuales	21,6	58,6
Microbiología	21,6	58,6

**OBSERVACIONES:**

N/A: No aplica

**CONSIDERACIONES:**

1. Los ensayos marcados con (\*) están fuera del alcance de acreditación del SAE
2. El laboratorio NO emite declaraciones de conformidad.
3. Los resultados se aplican a la muestra cómo se recibió y se relacionan solamente con los ítems sometidos a ensayo.
4. El Laboratorio EMAPA-I no se responsabiliza de la información proporcionada por el cliente y que pueda afectar a la validez de los resultados
5. El Laboratorio EMAPA-I declina toda responsabilidad por el uso que se le de al presente documento.
6. Este informe NO se podrá reproducir parcial o totalmente sin autorización del Laboratorio EMAPA-I.
7. <sup>1</sup>Valores de referencia: N/A

Revisado por Msc. C. Tafur :  
RESPONSABLE TÉCNICO



Msc. Carla Valarezo  
JEFE DE LABORATORIO

**Anexo 5.** Informe de resultados microbiológicos de la quinta estación de muestreo, durante la época seca.



<b>INFORME DE RESULTADOS</b>	FIT-INFORMES-REQ7.8_B Versión 06
Informe de Resultados Nro: IRRE22-329	Pág. 1 de 3

**DATOS SUMINISTRADOS POR EL CLIENTE:**

**Cliente:** Diana Maldonado  
**Dirección:** Atuntaqui  
**Correo electrónico:** dcmaldonadoc@utn.edu.ec      **Teléfono:** 0962757249  
**Tipo de Muestra:** Agua Residual  
**Identificación muestra cliente:** DM1

**Fecha de recepción laboratorio:** 27 de Julio del 2022  
**Autorización orden de trabajo N°:** OTELABEMAPI061      **Toma de muestra realizada por:** El cliente  
**Código de Laboratorio:** MER22-030      **Fecha de realización de ensayos:** 28/07/2022 - 03/08/2022  
**Lugar de análisis:** Laboratorio EMAPA-I      **Fecha de emisión informe:** 04 de Agosto del 2022

**RESULTADOS PARÁMETROS QUÍMICOS**

PARÁMETROS ANALIZADOS	MÉTODO DE ENSAYO	UNIDADES	ITEM DE ENSAYO	<sup>(1)</sup> LÍMITE MÁXIMO PERMISIBLE
			MER22-030	
Demanda bioquímica de oxígeno (DBO <sub>5</sub> ) (*)	Standard Methods 5210 D	mg/l	4	N/A

**RESULTADOS PARÁMETROS MICROBIOLÓGICOS**

PARÁMETROS ANALIZADOS	MÉTODO DE ENSAYO	UNIDADES	ITEM DE ENSAYO	<sup>(1)</sup> LÍMITE MÁXIMO PERMISIBLE
			MER22-030	
Coliformes Fecales (*)	Standard Methods 9222 J	UFC/100ml	1370	N/A

Condiciones Ambientales de Análisis:		
Área	Temperatura (C°)	Humedad Relativa (%)
Potables/Naturales	-	-
Residuales	21,6	58,6
Microbiología	21,6	58,6



**OBSERVACIONES:**

N/A: No aplica

**CONSIDERACIONES:**

1. Los ensayos marcados con (\*) están fuera del alcance de acreditación del SAE
2. El laboratorio NO emite declaraciones de conformidad.
3. Los resultados se aplican a la muestra cómo se recibió y se relacionan solamente con los ítems sometidos a ensayo.
4. El Laboratorio EMAPA-I no se responsabiliza de la información proporcionada por el cliente y que pueda afectar a la validez de los resultados
5. El Laboratorio EMAPA-I declina toda responsabilidad por el uso que se le de al presente documento.
6. Este informe NO se podrá reproducir parcial o totalmente sin autorización del Laboratorio EMAPA-I.
7. <sup>1</sup>Valores de referencia: N/A

Revisado por Msc. C. Tafur :  
RESPONSABLE TÉCNICO



Msc. Carla Valarezo  
JEFE DE LABORATORIO

**Anexo 6.** Informe de resultados microbiológicos de la primera estación de muestreo, durante la época lluviosa.



<b>INFORME DE RESULTADOS</b>	FIT-INFORMES-REQ7.8_B Versión 06
Informe de Resultados Nro: IRRE22-456	Pág. 1 de 2

**DATOS SUMINISTRADOS POR EL CLIENTE:**

Cliente: Diana Maldonado	
Dirección: Atuntaqui	
Correo electrónico: dcmaldonadoc@utn.edu.ec	Teléfono: 0962757249
Tipo de Muestra: Agua Residual	
Identificación muestra cliente: DM5	
Fecha de recepción laboratorio: 12 de Octubre del 2022	
Autorización orden de trabajo N°: OTELABEMAPAI085	Toma de muestra realizada por: El cliente
Código de Laboratorio: MER22-049	Fecha de realización de ensayos: 12-19/10/2022
Lugar de análisis: Laboratorio EMAPA-I	Fecha de emisión informe: 24 de Octubre del 2022

**RESULTADOS PARÁMETROS QUÍMICOS**

PARÁMETROS ANALIZADOS	MÉTODO DE ENSAYO	UNIDADES	ITEM DE ENSAYO	<sup>(1)</sup> LÍMITE MÁXIMO PERMISIBLE
			MER22-049	
Demanda bioquímica de oxígeno (DBO <sub>5</sub> ) (*)	Standard Methods 5210 D	mg/l	7	N/A

**RESULTADOS PARÁMETROS MICROBIOLÓGICOS**

PARÁMETROS ANALIZADOS	MÉTODO DE ENSAYO	UNIDADES	ITEM DE ENSAYO	<sup>(1)</sup> LÍMITE MÁXIMO PERMISIBLE
			MER22-049	
Coliformes Fecales (*)	Standard Methods 9222 J	UFC/100ml	9560	N/A

Condiciones Ambientales de Análisis:		
Área	Temperatura (C°)	Humedad Relativa (%)
Potables/Naturales	-	-
Residuales	22,3	60,6
Microbiología	24,5	50,9

**OBSERVACIONES:**

N/A: No aplica

**CONSIDERACIONES:**

1. Los ensayos marcados con (\*) están fuera del alcance de acreditación del SAE
2. El laboratorio NO emite declaraciones de conformidad.
3. Los resultados se aplican a la muestra cómo se recibió y se relacionan solamente con los ítems sometidos a ensayo.
4. El Laboratorio EMAPA-I no se responsabiliza de la información proporcionada por el cliente y que pueda afectar a la validez de los resultados
5. El Laboratorio EMAPA-I declina toda responsabilidad por el uso que se le de al presente documento.
6. Este informe NO se podrá reproducir parcial o totalmente sin autorización del Laboratorio EMAPA-I.
7. <sup>1</sup>Valores de referencia: N/A

Revisado por Msc. C. Tafur :  
RESPONSABLE TÉCNICO



Msc. Carla Valarezo  
JEFE DE LABORATORIO



**Anexo 7.** Informe de resultados microbiológicos de la séptima estación de muestreo, durante la época lluviosa.



<b>INFORME DE RESULTADOS</b>	FIT-INFORMES-REQ7.8_B Versión 06
Informe de Resultados Nro: IRRE22-455	Pág. 1 de 2

**DATOS SUMINISTRADOS POR EL CLIENTE:**

Cliente: Diana Maldonado	
Dirección: Atuntaqui	
Correo electrónico: dcmaldonadoc@utn.edu.ec	Teléfono: 0962757249
Tipo de Muestra: Agua Residual	
Identificación muestra cliente: DM4	

Fecha de recepción laboratorio: 12 de Octubre del 2022	Toma de muestra realizada por: El cliente
Autorización orden de trabajo N°: OTELABEMAPI085	Fecha de realización de ensayos: 12-19/10/2022
Código de Laboratorio: MER22-048	Fecha de emisión informe: 24 de Octubre del 2022
Lugar de análisis: Laboratorio EMAPA-I	

**RESULTADOS PARÁMETROS QUÍMICOS**

PARÁMETROS ANALIZADOS	MÉTODO DE ENSAYO	UNIDADES	ITEM DE ENSAYO	<sup>(1)</sup> LÍMITE MÁXIMO PERMISIBLE
			MER22-048	
Demanda bioquímica de oxígeno (DBO <sub>5</sub> ) (*)	Standard Methods 5210 D	mg/l	8	N/A

**RESULTADOS PARÁMETROS MICROBIOLÓGICOS**

PARÁMETROS ANALIZADOS	MÉTODO DE ENSAYO	UNIDADES	ITEM DE ENSAYO	<sup>(1)</sup> LÍMITE MÁXIMO PERMISIBLE
			MER22-048	
Coliformes Fecales (*)	Standard Methods 9222 J	UFC/100ml	7360	N/A

Condiciones Ambientales de Análisis:		
Área	Temperatura (C°)	Humedad Relativa (%)
Potables/Naturales	-	-
Residuales	22,3	60,6
Microbiología	24,5	50,9

**OBSERVACIONES:**

N/A: No aplica

**CONSIDERACIONES:**

1. Los ensayos marcados con (\*) están fuera del alcance de acreditación del SAE
2. El laboratorio NO emite declaraciones de conformidad.
3. Los resultados se aplican a la muestra cómo se recibió y se relacionan solamente con los ítems sometidos a ensayo.
4. El Laboratorio EMAPA-I no se responsabiliza de la información proporcionada por el cliente y que pueda afectar a la validez de los resultados
5. El Laboratorio EMAPA-I declina toda responsabilidad por el uso que se le de al presente documento.
6. Este informe NO se podrá reproducir parcial o totalmente sin autorización del Laboratorio EMAPA-I.
7. <sup>1</sup>Valores de referencia: N/A

Revisado por Msc. C. Tafur :  
RESPONSABLE TÉCNICO



Msc. Carla Valarezo  
JEFE DE LABORATORIO



**Anexo 8.** Informe de resultados microbiológicos de la octava estación de muestreo, durante la época lluviosa.



<b>INFORME DE RESULTADOS</b>	FIT-INFORMES-REQ7.8_B Versión 06
Informe de Resultados Nro: IRRE22-454	Pág. 1 de 2

**DATOS SUMINISTRADOS POR EL CLIENTE:**

**Cliente:** Diana Maldonado  
**Dirección:** Atuntaqui  
**Correo electrónico:** dcmaldonadoc@utn.edu.ec      **Teléfono:** 0962757249  
**Tipo de Muestra:** Agua Residual  
**Identificación muestra cliente:** DM3

**Fecha de recepción laboratorio:** 12 de Octubre del 2022  
**Autorización orden de trabajo N°:** OTELABEMAPI085      **Toma de muestra realizada por:** El cliente  
**Código de Laboratorio:** MER22-047      **Fecha de realización de ensayos:** 12-19/10/2022  
**Lugar de análisis:** Laboratorio EMAPA-I      **Fecha de emisión informe:** 24 de Octubre del 2022

**RESULTADOS PARÁMETROS QUÍMICOS**

PARÁMETROS ANALIZADOS	MÉTODO DE ENSAYO	UNIDADES	ITEM DE ENSAYO	<sup>(1)</sup> LÍMITE MÁXIMO PERMISIBLE
			MER22-047	
Demanda bioquímica de oxígeno (DBO <sub>5</sub> ) (*)	Standard Methods 5210 D	mg/l	7	N/A

**RESULTADOS PARÁMETROS MICROBIOLÓGICOS**

PARÁMETROS ANALIZADOS	MÉTODO DE ENSAYO	UNIDADES	ITEM DE ENSAYO	<sup>(1)</sup> LÍMITE MÁXIMO PERMISIBLE
			MER22-047	
Coliformes Fecales (*)	Standard Methods 9222 J	UFC/100ml	7920	N/A

Condiciones Ambientales de Análisis:		
Área	Temperatura (C°)	Humedad Relativa (%)
Potables/Naturales	-	-
Residuales	22,3	60,6
Microbiología	24,5	50,9

**OBSERVACIONES:**

N/A: No aplica

**CONSIDERACIONES:**

1. Los ensayos marcados con (\*) están fuera del alcance de acreditación del SAE
2. El laboratorio NO emite declaraciones de conformidad.
3. Los resultados se aplican a la muestra cómo se recibió y se relacionan solamente con los ítems sometidos a ensayo.
4. El Laboratorio EMAPA-I no se responsabiliza de la información proporcionada por el cliente y que pueda afectar a la validez de los resultados
5. El Laboratorio EMAPA-I declina toda responsabilidad por el uso que se le de al presente documento.
6. Este informe NO se podrá reproducir parcial o totalmente sin autorización del Laboratorio EMAPA-I.
7. <sup>1</sup>Valores de referencia: N/A

Revisado por Msc. C. Tafur :  
RESPONSABLE TÉCNICO



Msc. Carla Valarezo  
JEFE DE LABORATORIO



**Anexo 9.** Informe de resultados microbiológicos de la novena estación de muestreo, durante la época lluviosa.



<b>INFORME DE RESULTADOS</b>	FIT-INFORMES-REQ7.8_B Versión 06
Informe de Resultados Nro: IRRE22-453	Pág. 1 de 2

**DATOS SUMINISTRADOS POR EL CLIENTE:**

Cliente: Diana Maldonado	
Dirección: Atuntaqui	
Correo electrónico: dcmaldonadoc@utn.edu.ec	Teléfono: 0962757249
Tipo de Muestra: Agua Residual	
Identificación muestra cliente: DM2	

Fecha de recepción laboratorio: 12 de Octubre del 2022	Toma de muestra realizada por: El cliente
Autorización orden de trabajo N°: OTELABEMAPAI085	Fecha de realización de ensayos: 12-19/10/2022
Código de Laboratorio: MER22-046	Fecha de emisión informe: 24 de Octubre del 2022
Lugar de análisis: Laboratorio EMAPA-I	

**RESULTADOS PARÁMETROS QUÍMICOS**

PARÁMETROS ANALIZADOS	MÉTODO DE ENSAYO	UNIDADES	ITEM DE ENSAYO	<sup>(1)</sup> LÍMITE MÁXIMO PERMISIBLE
			MER22-046	
Demanda bioquímica de oxígeno (DBO <sub>5</sub> ) (*)	Standard Methods 5210 D	mg /l	6	N/A

**RESULTADOS PARÁMETROS MICROBIOLÓGICOS**

PARÁMETROS ANALIZADOS	MÉTODO DE ENSAYO	UNIDADES	ITEM DE ENSAYO	<sup>(1)</sup> LÍMITE MÁXIMO PERMISIBLE
			MER22-046	
Coliformes Fecales (*)	Standard Methods 9222 J	UFC/100ml	7320	N/A

Condiciones Ambientales de Análisis:		
Área	Temperatura (C°)	Humedad Relativa (%)
Potables/Naturales	-	-
Residuales	22,3	60,6
Microbiología	24,5	50,9



**OBSERVACIONES:**

N/A: No aplica

**CONSIDERACIONES:**

1. Los ensayos marcados con (\*) están fuera del alcance de acreditación del SAE
2. El laboratorio NO emite declaraciones de conformidad.
3. Los resultados se aplican a la muestra cómo se recibió y se relacionan solamente con los ítems sometidos a ensayo.
4. El Laboratorio EMAPA-I no se responsabiliza de la información proporcionada por el cliente y que pueda afectar a la validez de los resultados
5. El Laboratorio EMAPA-I declina toda responsabilidad por el uso que se le de al presente documento.
6. Este informe NO se podrá reproducir parcial o totalmente sin autorización del Laboratorio EMAPA-I.
7. <sup>1</sup>Valores de referencia: N/A

Revisado por Msc. C. Tafur :  
RESPONSABLE TÉCNICO



Msc. Carla Valarezo  
JEFE DE LABORATORIO



**Anexo 10.** Informe de resultados microbiológicos de la quinta estación de muestreo, durante la época lluviosa.



<b>INFORME DE RESULTADOS</b>	FIT-INFORMES-REQ7.8_B Versión 06
Informe de Resultados Nro: IRRE22-452	Pág. 1 de 2

**DATOS SUMINISTRADOS POR EL CLIENTE:**

Cliente: Diana Maldonado	
Dirección: Atuntaqui	
Correo electrónico: dcmaldonadoc@utn.edu.ec	Teléfono: 0962757249
Tipo de Muestra: Agua Residual	
Identificación muestra cliente: DM1	

Fecha de recepción laboratorio: 12 de Octubre del 2022	Toma de muestra realizada por: El cliente
Autorización orden de trabajo N°: OTELABEMAPI085	Fecha de realización de ensayos: 12-19/10/2022
Código de Laboratorio: MER22-045	Fecha de emisión informe: 24 de Octubre del 2022
Lugar de análisis: Laboratorio EMAPA-I	

**RESULTADOS PARÁMETROS QUÍMICOS**

PARÁMETROS ANALIZADOS	MÉTODO DE ENSAYO	UNIDADES	ITEM DE ENSAYO	<sup>(1)</sup> LÍMITE MÁXIMO PERMISIBLE
			MER22-045	
Demanda bioquímica de oxígeno (DBO <sub>5</sub> ) (*)	Standard Methods 5210 D	mg/l	5	N/A

**RESULTADOS PARÁMETROS MICROBIOLÓGICOS**

PARÁMETROS ANALIZADOS	MÉTODO DE ENSAYO	UNIDADES	ITEM DE ENSAYO	<sup>(1)</sup> LÍMITE MÁXIMO PERMISIBLE
			MER22-045	
Coliformes Fecales (*)	Standard Methods 9222 J	UFC/100ml	5560	N/A

Condiciones Ambientales de Análisis:		
Área	Temperatura (C°)	Humedad Relativa (%)
Potables/Naturales	-	-
Residuales	22,3	60,6
Microbiología	24,5	50,9

**OBSERVACIONES:**

N/A: No aplica

**CONSIDERACIONES:**

1. Los ensayos marcados con (\*) están fuera del alcance de acreditación del SAE
2. El laboratorio NO emite declaraciones de conformidad.
3. Los resultados se aplican a la muestra cómo se recibió y se relacionan solamente con los ítems sometidos a ensayo.
4. El Laboratorio EMAPA-I no se responsabiliza de la información proporcionada por el cliente y que pueda afectar a la validez de los resultados
5. El Laboratorio EMAPA-I declina toda responsabilidad por el uso que se le de al presente documento.
6. Este informe NO se podrá reproducir parcial o totalmente sin autorización del Laboratorio EMAPA-I.
7. <sup>1</sup>Valores de referencia: N/A

Revisado por Msc. C. Tafur :  
RESPONSABLE TÉCNICO



Msc. Carla Valarezo  
JEFE DE LABORATORIO

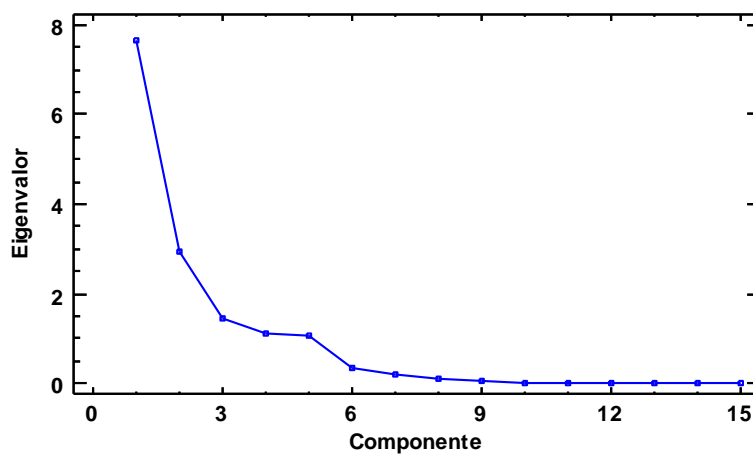


**Anexo 11.** Análisis de componentes principales de los 15 parámetros evaluados

<i>Componente</i> <i>Número</i>	<i>Eigenvalor</i>	<i>Porcentaje de</i> <i>Varianza</i>	<i>Porcentaje</i> <i>Acumulado</i>
1	7,66596	51,106	51,106
2	2,94939	19,663	70,769
3	1,43548	9,570	80,339
4	1,11261	7,417	87,756
5	1,0565	7,043	94,800
6	0,371375	2,476	97,275
7	0,226509	1,510	98,786
8	0,121903	0,813	99,598
9	0,0602652	0,402	100,000
10	4,23948E-16	0,000	100,000
11	3,44135E-16	0,000	100,000
12	1,79652E-16	0,000	100,000
13	0,0	0,000	100,000
14	0,0	0,000	100,000
15	0,0	0,000	100,000

**Anexo 12.** Gráfico de sedimentación de los componentes principales evaluados

Gráfica de Sedimentación



### Anexo 13. Pesos de los componentes principales

Parámetro	Componente 1	Componente 2	Componente 3	Componente 4	Componente 5	Componente 6
pH	0,256737	0,162218	0,518838	-0,115913	0,00020763	0,188799
conduct	<b>0,348853</b>	-0,0897416	0,0689946	-0,138686	0,031855	0,105219
SDT	0,345369	-0,112868	0,00891942	-0,135591	0,0350712	0,174876
T°	0,305298	0,113261	0,220121	0,343029	-0,0585272	0,134979
OD	-0,224185	0,377605	0,329653	0,0467527	-0,149015	0,0303352
%OD	-0,182896	<b>0,405477</b>	0,37794	0,118309	-0,150612	0,0197886
Turb	-0,0913552	-0,288756	<b>0,531697</b>	-0,375021	0,154323	-0,480454
DQO	-0,268386	-0,33042	0,0957822	-0,105875	-0,242548	-0,0319655
NO <sub>2</sub>	0,156598	-0,231759	0,146257	<b>0,725028</b>	0,0273594	-0,102824
NO <sub>3</sub>	0,190608	0,385392	-0,157524	-0,266286	-0,18463	0,0574765
PO	0,337597	0,0839003	-0,153406	-0,137662	0,126799	-0,116524
Fe	-0,250294	-0,290351	0,0931426	-0,122793	-0,123477	<b>0,763443</b>
Cr <sup>+6</sup>	-0,151385	0,0394199	0,0982005	0,0492142	<b>0,856892</b>	0,223314
DBO <sub>5</sub>	0,242548	-0,381239	0,165325	0,0341976	-0,24359	0,021696
CF	0,341459	-0,0055955	0,136887	-0,17044	0,0838667	0,103321
Máximo	0,348853	0,405477	0,531697	0,725028	0,856892	0,763443
CP	Conduct	%OD	Turb	NO <sub>2</sub>	Cr <sup>+6</sup>	Fe

Nota: los pesos que se encuentran resaltados son los pesos máximos de acuerdo a cada columna, representando los parámetros principales de cada columna (componente).

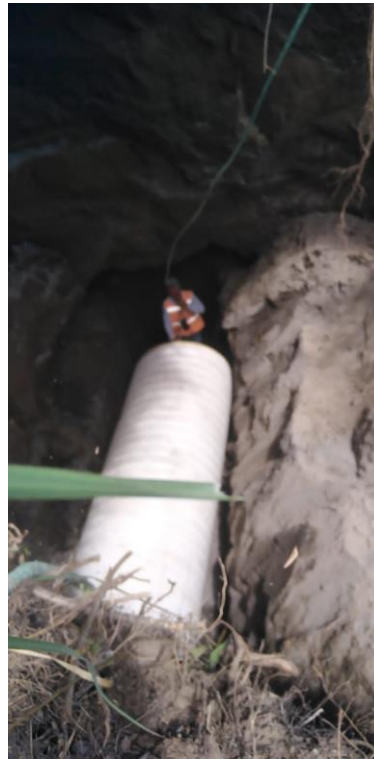
**Anexo 14:** Medición de parámetro in-situ y toma de muestras



**Anexo 15:** Toma de muestras, sifón el Artezon



**Anexo 16:** Daños en el canal de riego, durante la temporada lluviosa 2022



**Anexo 17:** Análisis exsitu d la calidad de agua de la Acequia la Victoria



**Anexo 18:** Toma de muestras de agua de la Acequia la Victoria

