

ESCUELA POLITÉCNICA NACIONAL

ESCUELA DE FORMACIÓN DE TECNÓLOGOS TECNOLOGIA SUPERIOR EN AGUA Y SANEAMIENTO AMBIENTAL

CARACTERIZACIÓN DEL RÍO “LA CANTERA” MEDIANTE EL USO DE INDICADORES FÍSICO-QUÍMICOS Y MICROBIOLÓGICOS PARA DETERMINAR SU FACTIBILIDAD DE USO

**TRABAJO DE INTEGRACIÓN CURRICULAR PRESENTADO COMO
REQUISITO PARA LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE TECNÓLOGA
SUPERIOR EN AGUA Y SANEAMIENTO AMBIENTAL**

DAYANA ELIZETH ZAMBRANO ALLAUCA

dayana.zambrano@epn.edu.ec

DIRECTOR: ING. SANTIAGO GUERRA, M.Sc.

santiago.guerra@epn.edu.ec

DMQ, enero 2022.

CERTIFICACIONES

Yo, Dayana Zambrano declaro que el trabajo de integración curricular aquí descrito es de mi autoría; que no ha sido previamente presentado para ningún grado o calificación profesional; y, que he consultado las referencias bibliográficas que se incluyen en este documento.



Dayana Zambrano

dayana.zambrano@epn.edu.ec

dayazambra@hotmail.com

Certifico que el presente trabajo de integración curricular fue desarrollado por Dayana Zambrano, bajo mi supervisión.

ING. Santiago Guerra DIRECTOR
[**santiago.guerra@epn.edu.ec**](mailto:santiago.guerra@epn.edu.ec)

DECLARACIÓN DE AUTORÍA

A través de la presente declaración, afirmo que el trabajo de integración curricular aquí descrito, así como el producto resultante del mismo, son públicos y estarán a disposición de la comunidad a través del repositorio institucional de la Escuela Politécnica Nacional; sin embargo, la titularidad de los derechos patrimoniales nos corresponde a los autores que hemos contribuido en el desarrollo del presente trabajo; observando para el efecto las disposiciones establecidas por el órgano competente en propiedad intelectual, la normativa interna y demás normas.

Dayana Zambrano

DEDICATORIA

Le dedico este trabajo a mi hijo para que sepa que lo amo profundamente y que pese a todas las adversidades de la vida se puede seguir adelante y cumplir todo lo que te propongas, te lleve el tiempo que te lleve no te rindas nunca y hazlo hasta que lo consigas, te amo hijo mío eres mi ángel para toda la eternidad y si te llegara hacer falta, recuerda que siempre estaré en tu corazón para siempre y por siempre.

A mi madre que siempre se me hizo muy difícil entenderla, pero sé que nos ama y pese a las circunstancias no se ha rendido con nosotras.

A Isabel mi mejor amiga y hermana es la que más me ha enseñado de la vida y la que me a protegido, siempre ha estado conmigo en las buenas y en las malas le debo mi vida entera por su ejemplo y consejos te amo demasiado.

A Ángeles e Isis mis dos hermanitas pequeñas, que son esa alegría de todos los días, y que cuando inicié este periodo de mi vida prometí ser su ejemplo, aunque no lo hice muy bien quiero que sepan que pueden lograr sus sueños y que siempre podrán contar conmigo.

Dayana

AGRADECIMIENTO

Al Ing. Santiago Guerra que ha tenido infinita paciencia para que este trabajo salga de la mejor manera.

Un agradecimiento especial a mi super técnico Dani Beltrán, que con su magia y habilidades de Mcgiver trajo del más allá a mi pobre y discontinuada laptop, me salvo dos semanas antes de entregar este trabajo, esa es ¡uff, todo un pro ¡.

Ámbar Morales que me ayudo con sus guías y consejos para realizar este trabajo y siempre me dio animo a seguir y no dejar de hacerla.

A mi tío por sus consejos constantes y jaladas de oreja gracias infinitas por tener fe en mí.

A toda mi familia y amigos, en especial a mis mejores amigas Jessi y Emi las quiero un montón.

A mis compañeros de universidad, al equipo dinamita que siempre los tendré presente al recordar los buenos momentos en la Universidad.

ÍNDICE DE CONTENIDO

CERTIFICACIONES.....	1
DECLARACIÓN DE AUTORÍA.....	2
DEDICATORIA.....	3
AGRADECIMIENTO.....	4
ÍNDICE DE CONTENIDO.....	5
RESUMEN.....	7
ABSTRACT.....	8
1 INTRODUCCIÓN.....	9
1.1 DESCRIPCIÓN DEL COMPONENTE DESARROLLADO.....	9
1.2 Objetivos.....	9
1.3 Alcance.....	10
1.4 Marco teórico.....	10
1.4.1 Gestión del agua.....	10
1.4.3 Calidad del agua.....	11
1.4.4 Caracterización de agua.....	11
1.5 PARÁMETROS FÍSICOS.....	12
1.5.1 Temperatura.....	12
1.5.2 Sólidos disueltos totales.....	12
1.5.3 Turbidez.....	13
1.5.4 Conductividad.....	13
1.6 PARÁMETROS QUÍMICOS.....	13
1.6.2 Oxígeno disuelto.....	13
1.6.3 Demanda Bioquímica de Oxígeno.....	13
1.6.4 Demanda Química de Oxígeno.....	14
1.6.5 Nitratos.....	14
1.6.6 Fosfatos.....	14
1.7 PARÁMETROS MICROBIOLÓGICOS.....	14
1.7.1 Coliformes.....	14
1.8 INDICADORES DE LA CALIDAD DE AGUA ICA SNF.....	15
1.8.1 Cálculo del ICA Global.....	15
.....	15
2 METODOLOGÍA.....	17
2.1 Descripción del área de evaluación.....	17
2.2 Visita de campo.....	18
2.3 Levantamiento de la línea base.....	19
2.4 Estado actual de los componentes hidráulicos del sistema.....	20
2.5 Plan de muestreo.....	21

2.6 Muestreo.....	22
2.7 Análisis de parámetros en laboratorio	28
2.7.2 Medición de parámetros químicos	30
2.7.3 Parámetros biológicos	32
2.8 Cálculo del índice de calidad del agua ICA	32
3 RESULTADOS.....	33
3.1 Visita de campo	33
3.2 Parámetros <i>in situ</i> :.....	33
3.3 Parámetros en laboratorio.....	36
4 CONCLUSIONES	45
5 RECOMENDACIONES	46
6 REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	47
7 ANEXOS.....	49
ANEXO 1	49
Anexo 1 Resultados CICAM punto 1	49
.....	54
ANEXO 2 Anexo 2 Resultados CICAM Punto 2	55
ANEXO 3 Anexo 3 resultados CICAM Punto 3.....	56
ANEXO 4 Anexo 4 resultados CICAM Punto 4.....	56
ANEXO 5 Anexo 5 resultados CICAM Punto 5.....	58

RESUMEN

El presente trabajo, consta de una planificación para determinar la factibilidad de uso del río la Cantera ubicada en el barrio urbano-rural San Fernando, perteneciente al Distrito Metropolitano de Quito. Para ello se realizó un reconocimiento previo de la zona, y así determinar factores externos e internos que puedan interferir con la calidad del río, y así determinar puntos claves de muestreo.

Consecuentemente se analizaron tanto parámetros *in situ*, así como parámetros físicos, químicos y biológicos, y los resultados se compararon con la normativa vigente TUSLMA, y se calculó el índice de calidad de agua. Los resultados obtenidos nos muestran que el cuerpo hídrico esta entre mala y mediada calidad, por lo tanto, no es apta bajo para consumo humano, pero entra en los estándares para uso agrícola.

Los resultados que se obtuvieron en el cálculo del ICA por cada punto son los siguientes; En el punto 1, que es el que se encuentra antes de la caída de agua se obtuvo el resultado del ICA más bajo de todos los 5 puntos el cual es de 46,38. Que muestra que el agua es de mala calidad y está contaminada. El promedio de los siguientes 3 puntos es de 55,73, lo que representa un ligero incremento en la calidad del río, por la oxigenación que le da la caída del agua en el punto 2, y en el punto 5 que es el más importante, ya que es el reservorio de agua se obtuvo un resultado de 57,31, que es el ICA más alto de todos los puntos, pero aun así no es apta para consumo humano sin tratamiento previo.

PALABRAS CLAVE: Calidad del agua, TULSMA, Factibilidad de uso.

ABSTRACT

The present work consists of a planning to determine the feasibility of the use of the La Cantera river located in the urban-rural neighborhood of San Fernando, belonging to the Metropolitan District of Quito. For this purpose, a preliminary reconnaissance of the area was carried out to determine external and internal factors that could interfere with the quality of the river, and to determine key sampling points.

Consequently, in situ parameters were analyzed, as well as physical, chemical and biological parameters, and the results were compared with the current TUSLMA regulations, and the water quality index was calculated. The results obtained show that the water body is between poor and medium quality, therefore, it is not suitable for human consumption, but meets the standards for agricultural use.

The results obtained in the calculation of the AQI for each point are as follows: At point 1, which is the one located before the water fall, the lowest AQI result of all 5 points was obtained, which is 46,38. This shows that the water is of poor quality and contaminated. The average of the following 3 points is 55.73, which represents a slight increase in the quality of the river, due to the oxygenation provided by the water fall at point 2, and at point 5, which is the most important, since it is the water reservoir, a result of 57.31 was obtained, which is the highest AQI of all the points, but even so it is not suitable for human consumption without prior treatment.

KEY WORDS: Water quality, TUSLMA, Feasibility of use.

1 INTRODUCCIÓN

1.1 DESCRIPCIÓN DEL COMPONENTE DESARROLLADO

En las zonas altas de la ciudadela Reino de Quito existe una variedad de tomas de agua ya que por ese sector se encuentra una de las captaciones que abastece a la ciudad de Quito, a este lugar se lo conoce como rico en recurso hídrico, pese a ello la población se ve obligada a buscar fuentes de agua alternas para la agricultura.

Por lo tanto, el río La Cantera abastece en una pequeña cantidad de habitantes los cuales lo utilizan para uso doméstico, riego y recreación. Este cuerpo de agua es una derivación de la captación del canal de Lloa, el cual nace en las faldas del Guagua Pichincha.

En este contexto se argumenta que el agua es el recurso más importante del mundo, es la razón de la vida misma en donde se desarrolla varias actividades, su uso y conservación es de suma importancia, por consecuente es imprescindible conocer la calidad de ésta. El presente trabajo tiene como finalidad realizar análisis físico-químicos y microbiológicos en el agua del río La Cantera para conocer el estado actual de la misma y saber bajo normativa técnica el uso adecuado. [3]

Por ello la calidad es fundamental para no poner en riesgo la vida de las personas que lo consumen por esta razón se efectúan estudios físicos químicos y microbiológicos en una demanda laboratorio, y entre los aspectos que se analizan se encuentran parámetros físicos los cuales son: temperatura, turbiedad, conductividad eléctrica, pH, etc., parámetros químicos: DBO (biológica de oxígeno), oxígeno disuelto, sólidos disueltos y en suspensión, fósforo, nitratos, nitritos, y turbiedad. [3]

1.2 Objetivos

1.2.1 Objetivo general

Caracterizar el río mediante el uso de indicadores físico-químicos y microbiológicos la Cantera para determinar su factibilidad de uso.

1.2.2 Objetivos específicos

- Caracterizar el agua en el río la cantera mediante la medición de parámetros físicos, químicos y microbiológicos.
- Determinar el índice de la calidad mediante el procedimiento ICA NSF.

- Determinar la factibilidad de uso del agua, a partir de la comparación de los resultados de los análisis con la normativa técnica vigente.

1.3 Alcance

La finalidad de este trabajo de titulación es determinar la factibilidad de uso de este cuerpo hídrico, ya sea para riego y/o uso doméstico, mediante el análisis *in situ*, químico y microbiológico del agua. Los resultados obtenidos fueron verificados con los criterios de calidad de agua para riego, uso doméstico y recreacional de la norma del Texto Unificado de Legislación Secundaria del Ministerio del Ambiente (TULSMA) [13] Libro VI Anexo I tabla 1.

Se estableció una secuencia programada de pasos para determinar la calidad y factibilidad de uso del río que consistió en lo siguiente.

- I) Levantamiento de información en campo donde se obtuvieron la información necesaria para determinar los puntos de muestreo y datos socioeconómicos del lugar.
- II) Plan de muestreo.
- III) Análisis de muestras en el laboratorio.
- IV) Verificación y procesamiento de datos.
- V) Determinación de la factibilidad de uso.

1.4 Marco teórico

1.4.1 Gestión del agua

La mezcla de un rápido crecimiento poblacional, con la industrialización y la urbanización ha inducido un lento aumento de las presiones sobre los recursos hídricos de diferentes países. La construcción de las cuencas provoca cambios en el uso del suelo, pasando de áreas rurales a áreas residenciales o industriales, lo que lleva a incrementar los vertidos urbanos, acumular sustancias tóxicas y acrecentar la demanda de agua [4].

En los últimos años se han desarrollado programas y estrategias para minimizar la polución y la cantidad de residuos, para una mayor concienciación social sobre la necesidad de proteger los sistemas acuáticos. No obstante, todavía en muchos ríos los vertidos urbanos, agrícolas e industriales son una de las principales amenazas para la calidad de las aguas y la fauna acuática. Por ende, en muchos países se han desarrollado programas de control y vigilancia de la calidad de las aguas.

En la evaluación y análisis de la calidad de un cuerpo de agua pueden utilizarse diferentes métodos, tanto fisicoquímicos como biológicos [4]. Con respecto a los métodos biológicos, estos han sido muy poco estudiados y desarrollados, sin embargo, en los últimos años los mismos se ha implementado en los estudios de impacto ambiental en varios países de América Central y del Sur.

1.4.2 Hidrología del Ecuador

Geográficamente el Ecuador está estructurado por una importante red hidrográfica, con innumerables ríos que se originan especialmente de los elevados relieves andinos que desembocan hacia dos cuencas: Pacífico y Amazonas [5]. En gran medida estos ríos presentan considerables impactos antrópicos, a causa de actividades como la minería y agricultura, descargas de aguas residuales, industriales y domésticas, desechos sólidos, derrames de hidrocarburos, entre otros. Estos impactos generan cambios negativos dentro de la estructura y composición de la flora y fauna fluvial, que son elementos ambientales que manifiestan la calidad de agua de los ríos [5].

Ecuador posee una amplia oferta hídrica otorgando condiciones especiales para el desarrollo de la acuicultura y piscicultura. Según la FAO, (2011), “La Piscicultura es la producción de peces en medios hídricos naturales o artificiales controlados que agrupan una gran diversidad de cultivos diferentes entre sí, en general denominados por la función de la especie o la familia”. Dentro de la acuicultura, la piscicultura en el Ecuador consigue un desarrollo orientado al cultivo de cachama, tilapia y trucha [6].

1.4.3 Calidad del agua

El término calidad de agua comprende a todas las técnicas de descripción de la condición del agua, incluyendo sus características físicas, químicas, biológicas y microbiológicas generalmente respecto a su idoneidad y con relación a un propósito particular (consumo, agricultura, recreación, etc.) [7].

La calidad de agua comprende una serie de parámetros, criterios y estándares que pueden ser expresados en concentraciones constituyentes, índices, niveles o declaraciones narrativas, que la representan para un uso particular, lo cual depende de los criterios que se requieren cumplir para el uso designado [8]

1.4.4 Caracterización de agua

El agua se constituye de diversas sustancias químicas y biológicas disueltas o suspendidas en ella, las cuales adquiere durante su recorrido como agua lluvia y por medio disolución de componentes químicos del entorno. También tiene microorganismos vivos que interactúan con sus elementos físicos y químicos [9]

Usualmente la calidad se interpreta como el grado en el que el agua cumple con estándares físicos, químicos y biológicos establecidos en normas los cuales se pueden apreciar en la tabla 1.1 (características del agua). Es esencial comprobar los requerimientos de uso de manera que se establezca un posible tratamiento o proceso para alcanzar una calidad deseada. Asimismo, un estándar de calidad se utiliza para monitorear y modificar procedimientos de tratamiento. Se puede estimar una calidad de agua en base a sus propiedades mediante ensayos que cumplan con estándares de calidad [9].

Tabla 1.1: Características del agua.

PARÁMETROS FÍSICOS, QUÍMICOS, BIOLÓGICOS Y MICROBIOLÓGICOS DEL AGUA	
Físicas	Conductividad, turbidez, temperatura, sólidos, color, olor, sabor.
Químicas	pH, dureza, acidez, amoníaco, grasas y/o aceites, alcalinidad, fosfatos, sulfatos, nitratos, Fe, Mn, cloruros, oxígeno disuelto, Zn, Hg, Cu, Ag, As, Pb, Cr, Cd, pesticidas, DBO, DQO, entre otros.
Microbiológicas y Biológicas	Algas, hongos, bacterias (patógenos), protozoarios (patógenos), Helmintos (patógenos), coliformes fecales y coliformes fecales.

1.5 PARÁMETROS FÍSICOS

1.5.1 Temperatura

Es uno de los parámetros más importantes dentro de la medición de parámetros *in situ*, ya que depende de varias características que presenta el agua como la densidad y la viscosidad. Este parámetro permite la aceleración o el aplazamiento de las actividades como la desafección, procesos biológicos, procesos de mezcla, cantidad de oxígeno disuelto en agua y entre otros que indican la calidad del recurso [10]

1.5.2 Sólidos disueltos totales

Los sólidos existentes en el agua demuestran la cantidad de material disuelto en agua, adicional a esto, permite analizar las concentraciones de sales inorgánicas y la salinidad del agua y la turbidez presente en el agua [10].

1.5.3 Turbidez

La turbidez es un rango de medida en el cual el agua pierde su transparencia debido a la apariencia de partículas en suspensión. Mientras más sólidos en suspensión exista en el agua, más impura parecerá ésta y por ende más alta será la turbidez. Según la OMS (OMS, 2006), la turbidez como límite para consumo humano no debe prevalecer en ningún caso las 5 NTU, y estará idealmente bajos los 1 NTU. [11] en cambio la normativa TULSMA [13], menciona que, para la turbidez en caso para aguas de consumo humano y uso doméstico, que únicamente requieren tratamiento convencional, tiene un límite permisible de 100 NTU. Para aguas que requieren solo requieran desinfección es de 10 NTU.

1.5.4 Conductividad

La conductividad en el agua permite transportar corrientes eléctricas, por la presencia de iones y las concentraciones totales existentes, este al ser un indicativo de las sales disueltas en el agua. La manera de medir la conductividad en agua es mediante equipos de lectura directa de $\mu\text{S}/\text{cm}$ por lo general con un error del 1% [10].

1.6 PARÁMETROS QUÍMICOS

1.6.1 Potencial de Hidrogeno (pH)

Es un parámetro utilizado para medir los grados de acidez o alcalinidad de las sustancias. Este tiene gran importancia en procesos químicos y biológicos por lo general los valores y los mayores que 7 alcalinidad o basicidad, mientras que el valor 7 se considera neutro y menores a 7 indican un rango de acidez [12].

1.6.2 Oxígeno disuelto

Es la cantidad de oxígeno que está disuelta en el agua, Parte del oxígeno disuelto en el agua es la consecuencia de la fotosíntesis de las plantas acuáticas, por lo que ríos con muchas plantas en días de sol pueden presentar saturación de OD [14,p 113].

1.6.3 Demanda Bioquímica de Oxígeno

Es uno de los ensayos más importantes para determinar la concentración de materia orgánica, especialmente en aguas residuales [15].

Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO₅): “Es una medida de la cantidad oxígeno que requiere una población microbiana heterogénea para oxidar la materia orgánica de una muestra de agua en un período de 5 días y a 20 °C” [15].

$$DBO_5 = Valor\ registrado \times Factor \left[\frac{mg}{l} \right]$$

Ecuación 1.1 DBO

1.6.4 Demanda Química de Oxígeno

Es una medida de la cantidad de oxígeno consumido por una parte de materia orgánica existente en la muestra y oxidable por un agente químico oxidante fuerte [15].

$$DQO_{total} = DQO_{biodegradable} + DQO_{no\ biodegradable}$$

Ecuación 1.2 DQO

1.6.5 Nitratos

Generalmente manipulado para reconocer el menor contenido de materia orgánica en el agua como: aguas sin contaminación y fuentes de agua donde se utiliza una segunda medición para corregir la absorción del NO₃ ya que este no puede absorber a 275 nm, mientras que hay materia orgánica que tiene una absorción de 220 nm [11].

1.6.6 Fosfatos

El fósforo generalmente está presente en aguas naturales y residuales tratadas como fosfatos. Estos vienen de una variedad de fuentes como productos de limpieza, fertilizantes procesos biológicos etc. [10]

1.7 PARÁMETROS MICROBIOLÓGICOS

1.7.1 Coliformes

Los Coliformes Fecales son un grupo de los Coliformes totales, que por lo general se encuentran en efluente con presencia de bacteria E. Coli. Estos coliformes son capaces de fermentar la lactosa a 43° C en vez de 33 °C como lo hacen los totales [11].

Alrededor del 90% del grupo de los Coliformes presentes en heces están formados por Escherichia coli. Ya que los coliformes fecales se hallan casi solamente en las heces de los animales de sangre caliente [11].

1.8 INDICADORES DE LA CALIDAD DE AGUA ICA SNF

Este indicador por lo general permite la identificación del grado de contaminante existente en un cuerpo de agua. Este método utiliza diferentes expresiones y modelos matemáticos con base los parámetros en análisis de calidad de agua. Se encuentra en una escala de 0 a 100, considerándose de manera ascendente una calidad de condiciones buenas, malas y excelentes[16].

Existen tres etapas para la determinación del ICA

Determinar y asignar los parámetros físicos, químicos y microbiológicos que van a ser utilizados. Se considera una ponderación que depende de un coeficiente a cada uno de los parámetros relacionados.

Se calcula el índice mediante la agrupación de todos los puntos considerados para obtener un solo valor general, a través de la siguiente fórmula:

1.8.1 Cálculo del ICA Global

$$ICA = \frac{\sum_{i=1}^n I_i W_i}{\sum_{i=1}^n W_i}$$

Ecuación 1.3 Cálculo del ICA

Donde:

ICA: Índice de calidad del agua global

I_i: Índice de calidad para el parámetro

W_i: Coeficiente de ponderación del parámetro i

n: Número total de parámetros

Una vez obtenido el valor total, esta muestra se clasifica mediante una tabla que determina el grado de calidad del efluente.

Criterio de calidad	Rango	Color
Excelente	91-100	Blue
Buena	71-90	Green
Mediana	51-70	Yellow
Mala	26-50	Orange
Muy Mala	0-25	Grey

Figura 2.1: Valores de calidad del ICA

2 METODOLOGÍA

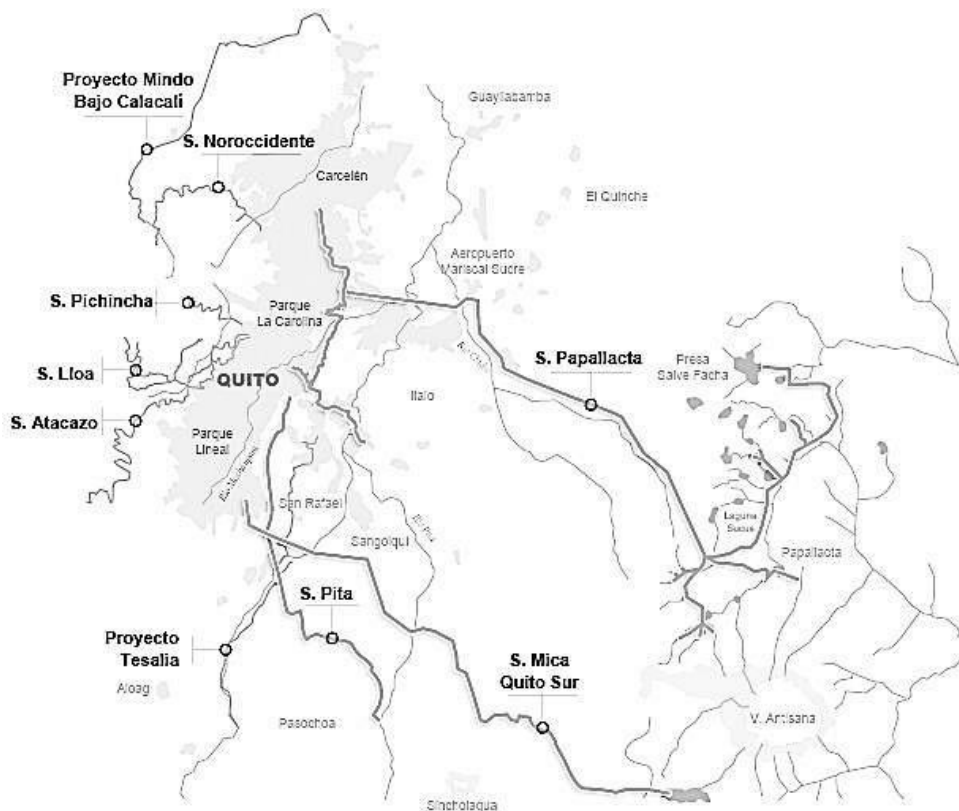
2.1 Descripción del área de evaluación

La ciudadela Reino de Quito conforma a uno de los barrios residenciales del sur del Distrito Metropolitano de Quito. Se encuentra bajo la administración zonal Eloy Alfaro, entre los 1500 y los 4500 msnm, y cuenta con una superficie total de 542.22 km².

En la figura 2.1 se indica la hidrografía de Quito, donde se presentan las cuencas hídricas y las vertientes que se alimentan en todo el distrito, La parroquia La Mena se alimenta principalmente del río el Cinto que contiene varias vertientes que brindan de agua para uso doméstico y riego a sectores como la ciudadela Reino de Quito.

La vertiente llamada “La Cantera” se encuentra a 500 m de la localidad, en dónde hace aproximadamente 10 años construyeron un pequeño sistema de distribución para sus diferentes usos. El 30% de los suelos corresponden a suelos escabrosos que contienen grandes quebradas, propios de áreas volcánicas cercanas al Guagua Pichincha.

Figura 2.1: Hidrografía del Distrito Metropolitano de Quito



2.2 Visita de campo

Con la ayuda de la comunidad de la ciudadela Reino de Quito y los miembros responsables de la construcción edificado por la misma comunidad, se realizó el recorrido por el sistema de tal manera se logró identificar los posibles puntos de muestreo y establecer las medidas para realizar el posterior análisis *in situ* de los puntos establecidos.

En el recorrido se tomaron las coordenadas de los puntos posteriormente muestreados y las diferentes elevaciones para el levantamiento del sistema y su evaluación. En la siguiente tabla 2.1 se indican los puntos tomados con la ayuda del GPS.

Tabla 2.1 coordenadas de los puntos

Coordenadas eje X	Coordenadas eje Y	Elev	Detalle de punto
771009,7	9972148,8	3109	p1: Vertiente
771384,4	9971933,1	2995	p5: Pozo



Figura 2.2: Reconocimiento de zona

2.3 Levantamiento de la línea base

Una vez realizado el reconocimiento del lugar, se levantó toda la información necesaria para realizar todos los posteriores análisis tanto de campo como de laboratorio.

En la presente tabla 2.2 se encuentran los datos obtenidos en la vista de campo, donde se encuentran aspectos geográficos, sociales y económicos de la ciudadela Reino de Quito.

Tabla 2.2 ficha de levantamiento de información

Aspectos generales			
Nombre lugar:	Ciudadela Reino de Quito		
Parroquia:	La Mena	Sector:	Sur
Administración zonal:	Eloy Alfaro	Cantón:	Quito
Ubicación geográfica			
Coordenadas de referencia:		771009,7	9972148,8
		771384,4	9971933,1
			
<i>Figura 2.3: Coordenadas referenciales del sector</i>			
Altitud:	1550 – 4552 msnm		

Rio cercano a la localidad:	Rio el Cinto			
Longitud:	800 m			
Vertiente de alimentación:	Quebrada La Cantera			
Longitud:	500 m			
Clima:	Pluviosidad media anual 1500 mm			
Temperatura:	14.6 °C			
Aspectos sociales				
Número de habitantes:	285			
Número de Casas:	50			
Principales Actividades Económicas:	Comercio de productos			
	Restaurantes			
	Transporte			
	Agricultura, ganadería.			
	Otras actividades			
Servicios básicos:	Agua Potable:	SI	Alcantarillado:	SI
	Luz Eléctrica	SI	Transporte público:	SI
	Servicio Internet:	SI	Gestión de residuos:	SI

2.4 Estado actual de los componentes hidráulicos del sistema

Se observaron que los componentes que se encuentran en el sistema están en funcionamiento, sin embargo, no se ha realizado ningún mantenimiento correctivo ni preventivo, por lo que ha generado decadencia y por ende crea molestias en el transporte de agua.

Visualmente la vertiente “La Cantera” tiene un poco de contaminación por residuos, que misma comunidad genera y deposita en áreas cercanas a este sistema y también se cuentan las actividades demográficas de las zonas altas como el sector del Cinto.

Se realizó un gráfico referencial de la conducción con las coordenadas obtenidas, con la ayuda de este, se identificó del transporte de la conducción. Para el grafico de la conducción se utilizó el programa civil 3D (Figura 3.2)

A continuación, se presenta la figura 2.4 de la conducción, desde la captación hasta el pozo de distribución que es utilizado por los pobladores de la comunidad.



Figura 2.4: Conducción de la vertiente La Cantera

2.5 Plan de muestreo

Se realizó el plan de muestreo según las especificaciones que ya se consideraron en la primera visita técnica. A continuación, en la tabla 2.3 se presenta la tabla de indicación de la planificación del muestreo.

Tabla 2.3 Planificación del muestreo

Plan de muestreo	
Objetivo	Presentar la metodología y resultados obtenidos a partir de las actividades de muestreo al realizar el monitoreo del agua en el Río La Cantera ubicado en Conducción la ciudadela Reino de Quito con el fin de garantizar la calidad del agua para su uso por medio de parámetros físico-químicos y microbiológico en las redes de distribución en zonas aledañas.
Ubicación del sitio de muestreo:	Ciudadela Reino de Quito / sector La Cantera
Participantes:	DAYANA ELIZETH ZAMBRANO ALLAUCA
Nº de puntos muestreados:	5

Tipo de muestreo	Muestreo aleatorio simple sin reposición Se toma un elemento al azar, se estudia y no se devuelve para futuras extracciones.	
Parámetros	Físicos, Químicos, Microbiológicos	
Frecuencia	N/A	
Equipos y parámetros	Multiparámetros	PH, Conductividad y Temperatura
	Turbidímetro	Turbidez
	Comparador de cloro residual con escala Zonda Viales	Cloro residual Oxígeno Disuelto
Consideraciones:	Es importante considerar las etapas que se tiene que dar para la toma de muestras de agua, con la finalidad que la muestra sea lo más representativa posible y así asegurar la integridad desde su recolección hasta el reporte de los resultados.	

2.6 Muestreo

Gracias a la planificación del muestreo y el recorrido previo, se determinaron las vías de acceso al sistema, y se establecieron los puntos más potenciales para el muestreo, la tabla 2.4 nos indica las coordenadas de los puntos muestreados.

El muestreo se realizó en el mes de diciembre del 2021, para posteriormente el análisis con los diferentes parámetros tanto físicos como químicos en el laboratorio de la Facultad de Ingeniería Civil y Ambiental, también en el laboratorio de la ESFOT y del Centro de investigación ambiental (CICAM) , estos análisis en el laboratorio se los realizó en el transcurso de la semana después de conseguir las muestras, tomando en cuenta la disponibilidad de tiempo tanto de estudiantes como de los ayudantes de laboratorio.

Tabla 2.4 coordenadas de los puntos analizados

Nº	Coordenadas eje X	Coordenadas eje Y	Elev	Detalle de punto
1	771009,7	9972148,8	3109	p1: Vertiente
2	771046,2	9972192,5	3109	p2: Cascada la Cantera
3	771028,2	9972149	3109	p3: Captación
4	771029,3	9972107,5	3095	p4: vertedero 1

5	771384,4	9971933,1	2995	p5: Pozo
---	----------	-----------	------	----------

2.6.1 Descripción de los puntos muestreados

La zona donde se encuentra el río La Cantera tiene mucha vegetación. Se determinaron 5 puntos de muestreo, el primer punto aguas arriba de una pequeña cascada o caída de agua donde no se encuentra contaminante a la vista. En cada uno de los puntos se realizó el respectivo análisis in situ con el medidor multiparamétrico.



Figura 2.5: Muestreo en los puntos referenciales

El primer punto se localiza a 500 m del sector, se encuentra la caída de la vertiente que es alimentada por el río El Cinto.



Figura 2.6: Punto 1 caída de vertiente

El segundo punto en la caída de agua para determinar el nivel de oxígeno que esta aporta a la vertiente. En este no se encontraron puntos de contaminación por residuos, las condiciones de la cuenca visualmente presentan una buena estética del agua, en los exteriores no existen zonas de actividad demográfica ni establecimientos residenciales.



Figura 2.7: Punto 2 Cascada de la vertiente La Cantera

En el tercer punto se encontró una pequeña construcción hidráulica, parecido a una rejilla, que tiene el fin de retener sólidos grandes.



Figura 2.8: Punto 3: Rejilla y depresión

El cuarto punto se encuentra aguas abajo donde se detectó contaminación por residuos sólidos y la presencia de una coloración anaranjada en el agua. Los colaboradores del sector comentaron que este fenómeno era causado por presencia de minerales, ya que siempre ha permanecido esta coloración en la vertiente, cabe mencionar que en los alrededores del sector no se encuentran actividades extractivas de minerales ni otras que provoquen este fenómeno.



Figura 2.9: Punto 4 presencia de coloración anaranjada en agua



Figura 2.10: Punto 4 cercano a la depresión de la obra hidráulica

En el quinto y último punto donde se realizó el muestreo se encuentra una captación (pozo) del que se abastece agua a la población del sector Reino de Quito. En esta zona no se visualizan presencia de contaminación por residuos, o por actividades generadas por la comunidad, sin embargo, la carga contaminante que se arrastra desde los puntos anteriores si llega hasta el tanque o pozo construido. Los habitantes del sector comentaron que no cuentan con ningún tipo de tratamiento, simplemente se deja en reposo el agua para que sedimenten las partículas que llegan.



Figura 2.11 punto:5 pozo

2.6.2 Metodología del muestreo

Debido a que el tipo de muestreo que se realizó fue aleatorio simple, se tomaron muestras en lugares al azar en un medio dinámico, es decir, con efluentes líquidos ya que se trató de un canal de descarga con un flujo de agua de turbulencia moderada.

Uno de los principales pasos fue limpiar muy bien los recipientes donde se tomaron las muestras, con el objetivo de que no haya presencia de contaminantes que alteren el resultado de las muestras.

Para la preservación de la muestra se llevó una hielera con el fin de que la muestra no se altere. En ésta se colocaron las muestras de inmediato, luego de haberlas tomado, a una temperatura de más o menos 4 – 6 grados centígrados. Este instrumento fue necesario debido a que las muestras fueron tomadas el día miércoles y tuvieron que estar refrigerada previamente 24 horas antes de realizar los análisis de laboratorio.

En la tabla 2.4 se muestran las técnicas de muestreo de la calidad de agua que se obtuvieron de cada punto monitoreado, donde se considera el tiempo, materiales y reactivos para ensayos, en el momento de tomar la muestra se tiene que enjuagar el recipiente de dos a tres veces para que este homogenizado y no exista interferencia al momento de realizar los análisis.

Tabla 2.4 Técnicas de muestreo

parámetro	Recipiente	Volumen tomado	Preservación de la muestra	Duración de la muestra
DQO/DBO	Frascos de vidrio y plástico	1000 ml por cada punto	De 6 °C a 4 °C	24 h
Nitrógeno amoniacal				28 h
Nitratos				24 h
Fosfatos				24 h
Sólidos totales				24 h
Sólidos suspendidos				48 h
Coliformes fecales	Frasco estéril	100 ml por cada punto		8 h



Figura 2.12 recipientes de muestreo

2.7 Análisis de parámetros en laboratorio

Las muestras obtenidas por el sector fueron llevadas al laboratorio de docente de Ingeniería ambiental, ESFOT, y CICAM para el análisis de cada una. En base a las características del agua se realizaron diferentes ensayos, estos procedimientos son presentados en la tabla 2.5:

Tabla 2.5 métodos de análisis

	Parámetro		Unidad	Método
IN SITU	Potencial Hidrógeno	pH	-	Multiparámetro
	Temperatura	T	°C	
	Conductividad	Cond	μS/cm	
	Oxígeno disuelto	OD	mg/L	
	Turbiedad	NTU		
	Sólidos totales disueltos	STD	mg/L	
LABORATORIO	Nitritos	NO ₃	mg/L	4500 NO ₃ -E
	Nitratos			
	Sulfatos			
	Fosfatos	(PO ₄) ₃ -	mg/L	846 P-E
	Coliformes fecales	NMP	NMP/100 m	9222 C
	Sólidos Totales	ST	mg/L	2540 C
	Demanda biológica de oxígeno	DBO	mg/l	
	Demanda química de oxígeno	DQO		



Figura 2.13 análisis de las muestras en el laboratorio

2.7.1 Medición de parámetros in situ

Para este procedimiento se realizó el respectivo trámite para solicitar los equipos correspondientes del laboratorio de la ESFOT donde se verifica que los equipos estén calibrados y funcionales, con las sondas y componentes completos. Se planifico el día y hora en el cual se haría la visita al lugar para medir los parámetros directamente en el cuerpo de agua.

El equipo con cual se trabajó fue un multiparámetro de marca HORIBA modelo U-50 (figura 2.14) el cual tiene una pantalla digital que al momento de medir nos arroja los resultados de los parámetros. La utilización de éste es muy simple se tiene que lavar el sensor con agua destilada y sumergirlo casi por completo a una muestra de agua cruda. Se espera que se estabilice para proceder a tomar los datos, como se muestra en la figura 2.15.



Figura 2.14 multiparámetro HORIBA



Figura 2.15 toma de lecturas

Medición de parámetros químicos

Se realizó el trámite respectivo con los encargados del laboratorio, los cuales coordinan la disponibilidad de éste para facilitar los materiales, equipos y reactivos que previamente son solicitados mediante un formulario que es revisado y firmado por el respectivo tutor de tesis, los análisis realizados fueron

Demanda Química de Oxígeno (DQO)

El cual se lo realiza con un procedimiento estándar, que se describe a continuación:

Se determinó el rango del reactivo que se necesita, el cual depende de la cantidad de contaminación que contenga el agua, en este caso es agua cruda con baja contaminación, entonces se escogió el rango bajo que es de 3-150 mg/l. luego se midieron 2 ml de muestra y se los colocó en el vial que contiene las sustancias para la determinación de DQO. Posteriormente se agitaron de 3 a 2 minutos, se abrió para expulsar los gases que se forman y que estos no estallen dentro del biodigestor en el cual es colocada la muestra, (este equipo debe ser previamente calentado hasta que llegue a 150 C). A continuación, se dejaron los viales en el biodigestor por dos horas, para una vez pasado ese tiempo retirarlos, dejarlos enfriar de 15 a 20 min y finalmente leer en el espectrofotómetro.

Sulfatos

Para este procedimiento se realizó en primer lugar la preparación de un blanco con la muestra sin el reactivo, seguido se prepara otra muestra con 10 ml del agua cruda a la cual se añade el reactivo Sulfa Ver 4. A continuación se procede a agitar de con movimientos circulares hasta que quede completamente homogénea. Posteriormente se espera que reaccione durante 5 minutos. Luego se escoge el programa 680 sulfate, y finalmente se introduce la celda muy limpia

y se mide.

Fosfatos

Para determinar este parámetro se necesitan dos celdas de 10 ml de capacidad, las cuales se introducen 10 ml de muestra a cada una, a la primera se la deja sin reactivo porque esta será nuestro blanco y a la segunda se coloca el reactivo PhosVer3 se procede a agitar por aproximadamente 30 segundos seguido se deja reaccionar por 2 minutos, y finalmente se lo introduce en el espectrofotómetro para realizar la medición.

Nitratos

Se midió en una pipeta 10 ml de muestra de agua cruda, y se los introduce en una celda, la cual será el blanco. Se midió otros 10 ml de la muestra la cual se los coloca en una celda de medición del espectrofotómetro, seguido se le añadió el reactivo NitraVer 3 se coloca el tapón y se procede a homogeneizar la muestra hasta que esté completamente transparente si presenta nitratos la coloración de la muestra cambia. Posteriormente se dejó reaccionar por 5 minutos, a continuación, se calibró el espectrofotómetro midiendo el blanco primero, antes de colocarlo a medir se debe limpiar muy bien el exterior de la celda. Luego se escoge el número del programa (355 Nitrato RAPP), y finalmente se procedió a tomar la lectura y registrarla.

Nitritos

Para la determinación de nitritos en el agua, se utilizó el espectrofotómetro HACH en el cual se introducen dos tipos de muestra la primera son 10 ml de agua destilada la cual será el blanco, la segunda son 10 ml de la muestra a la cual se le añade el reactivo Nitri Ver 3 se lo procede a homogeneizar por más o menos un minuto agitándolo de arriba hacia abajo, después de esto se deja que reaccione el componente en el agua por 20 minutos. Posteriormente al pasar este tiempo si la muestra cambia de color a un color rosa significa que tiene Nitritos. Finalmente se procede a limpiar cuidadosamente las celdas y medir.

DBO₅

Para la determinación de este parámetro se realizó un convenio con el centro de investigaciones (CICAM) de la Escuela Politécnica Nacional los cuales utilizaron el método PE-V-06 | SM Ed. 23 5210B/ Volumetría, y muy gentilmente nos entregaron los resultados cuando cumplimos nuestra parte del trato, el cual consistió en entregar una micropipeta como donación a este centro de investigaciones. (anexo1-5)

Sólidos

El procedimiento para determinar este parámetro es más largo que los anteriores ya que se necesita de 2 días para determinar sólidos totales y disueltos, como primer punto se lavó y taró los crisoles para colocarlos en el desecador por 24 horas, al día siguiente con la ayuda de una balanza analítica se tomó el peso exacto (P1) de los crisoles .A continuación estos se colocó un volumen de 100 ml (Vm), antes de colocarlo en la mufla por al menos dos horas, dejamos que el líquido se evapore completamente y se vuelve a tomar el peso (P2)de aquellos.

Por otro lado, se midió otros 100 ml de la muestra de agua y se los filtró con la ayuda de un Kitasato y un papel filtro, seguido se pesan los papeles de las muestras, y finalmente se obtiene el registro del peso.

Parámetros biológicos

Para determinar la presencia de microorganismos en el agua, en este caso coliformes fecales y totales. Una vez tomada las muestras en frascos estériles, el CICAM fue el que determinó estos componentes utilizando el método PE-V-46 | SM Ed. 23 9221B, 9221C / Fermentación en Tubos múltiples para determinar coliformes fecales y totales. (anexo)

2.8 Cálculo del índice de calidad del agua ICA

Con base en los resultados conseguidos en los ensayos realizados tanto en campo como en laboratorio, se aplicó la ecuación 1.3. Se asignaron los diferentes coeficientes de ponderación para cada valor que dependen de la influencia y presencia de contaminación en el agua. En la siguiente tabla 2.5 se indican los coeficientes considerados en cada ensayo.

Tabla 2.5 Coeficientes considerados para la determinación del ICA

Parámetro	W
pH	0.12
Temperatura	0.08
Turbidez	0.10
Sólidos disueltos totales	0.08
Oxígeno disuelto	0.17

Nitratos	0.10
Fosfatos	0.10
DBO5	0.10
Coliformes fecales	0.15

3 RESULTADOS

3.1 Visita de campo

En la visita de campo se establecieron los puntos para llevar a cabo el muestreo donde se apreció el estado actual de la captación de agua en el cual existen algunos contaminantes.

Se escogieron 5 puntos referenciales donde se evidenció una variación de sus características. El análisis se realizó en cada uno de los puntos para tener una visión clara de la diferencia de calidad, tanto aguas arriba como abajo del recorrido del río.

A continuación, se presentan los resultados in situ de todos los puntos de muestreo

3.2 Parámetros *in situ*:

Tabla 3.1 resultados de los parámetros *in situ*

Parámetro	Resultado puntos					Unidades
	1	2	3	4	5	
Turbiedad	15.2	17.2	17.4	30.2	10.1	NTU
Temperatura	13.28	12.62	12.25	12.31	13.78	(°C)
pH	10.51	8.23	7.74	7.78	7.42	-
OD	3.81	6.9	6.99	6.26	4.45	(mg/L)
OD%	9.76	10.43	10,43	10.43	10.20	(mg/L)

- Turbiedad

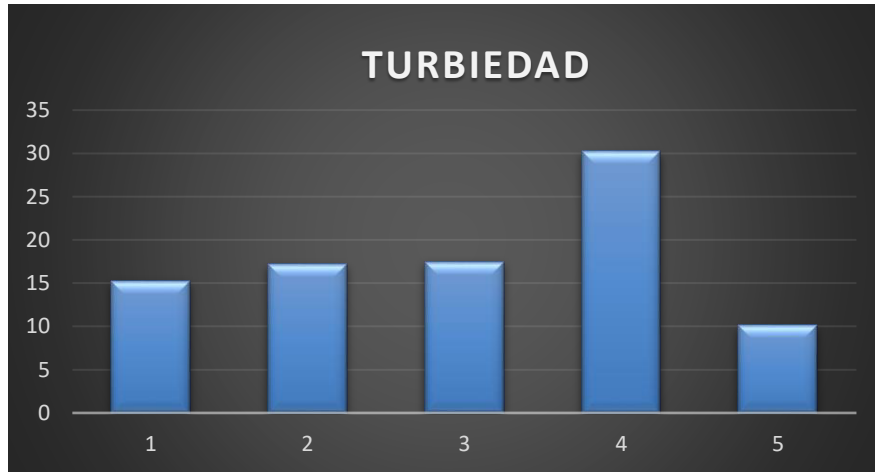


Figura 3.1 Resultados de la turbiedad

Como se aprecia en la figura 3.1, el punto 4 es el que más turbiedad tiene. Se presume en este punto existe una filtración de minerales. La turbiedad está directamente relacionada con la cantidad de sólidos presentes en el cuerpo de agua, por lo tanto, es donde se identifica mayor cantidad de contaminación por sólidos. Por el contrario, se observa un significativo descenso en el punto 5 donde es el tanque que reserva, por lo que se puede decir que en el transcurso de la caída del agua esta se filtra y esto hace que baje el valor de la turbidez.

Según la norma INEN 1108 el límite permisible para agua de consumo humano es de 5 NTU, por lo cual ningún punto cumple con esta norma, si se quiere utilizar para estas actividades se tendría que someter el agua a un tratamiento convencional, por el contrario, la norma no especifica este criterio para uso agrícola.

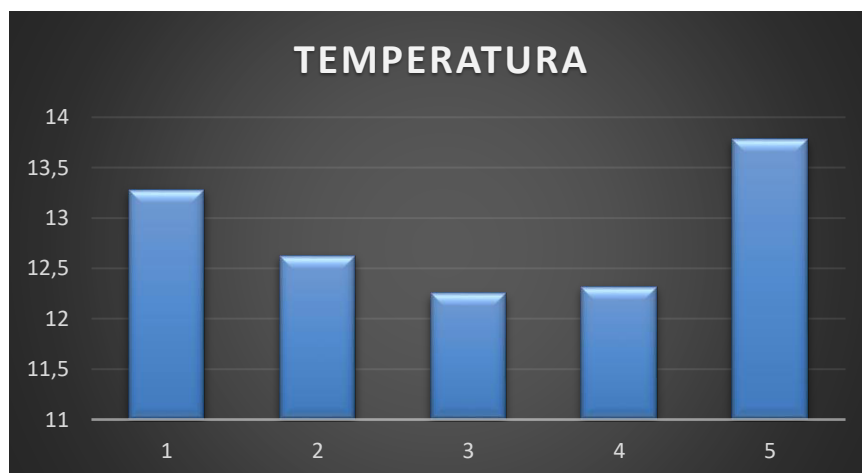


FIGURA 3.2 Resultados de la Temperatura

Este es uno de los parámetros más importantes, por su intervención en diferentes procesos biológicos, tales como la velocidad de aceleración y degradación de varios componentes

orgánicos e inorgánicos presentes en el agua. Este parámetro depende de la zona en la cual se encuentre el cuerpo hídrico a monitorearse, como se observa en la figura 3.2, existe una elevación de temperatura en el último punto ya que como el agua en este punto permanece relativamente estática se aclimata a la temperatura ambiente. Cabe mencionar que la zona es fría.

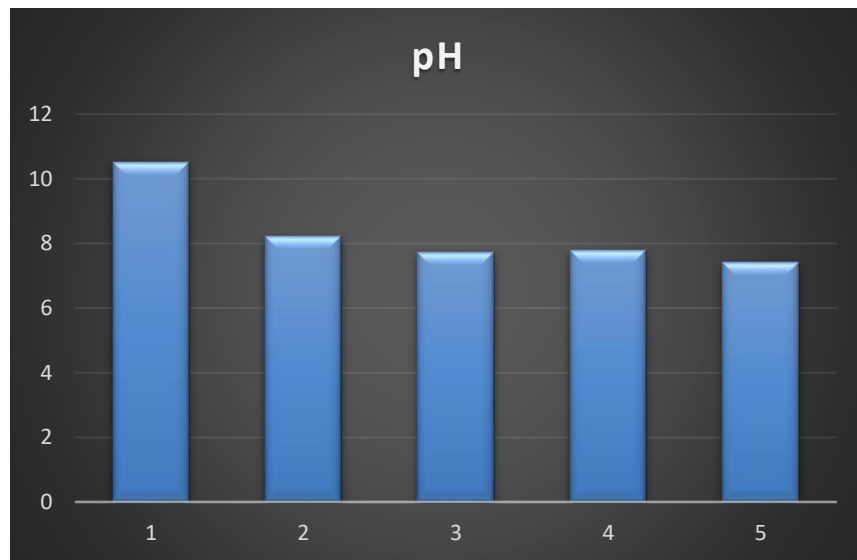


Figura 3.3 Resultados del pH

El potencial hidrógeno, indica el grado de acidez o alcalinidad de un cuerpo hídrico, donde de 7-8 se considera neutro, y según el TULSMA de 6-9 es aceptable para consumo humano, para la preservación de ambientes acuáticos y riego. Entonces como se observa en la figura 3.3 este parámetro está dentro de los límites aceptables para uso doméstico riego y recreacional

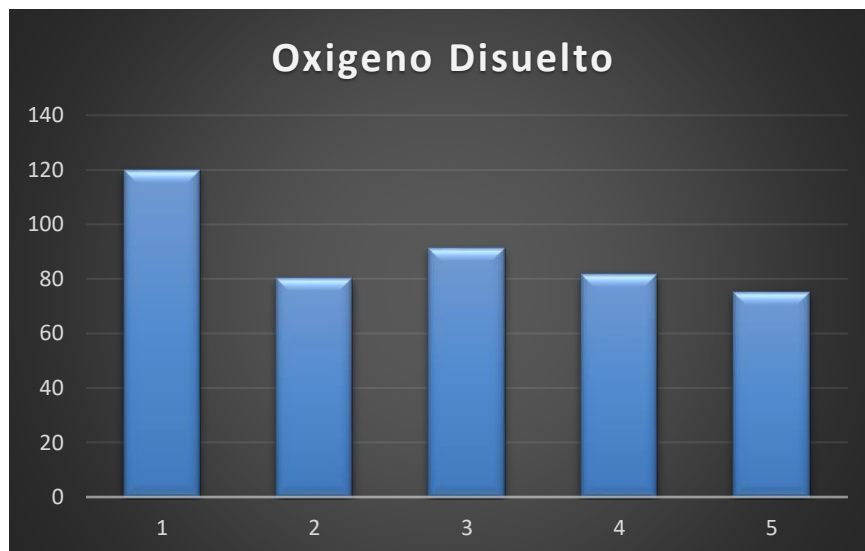


Figura 3.4 Oxígeno disuelto

El OD es el nivel de oxígeno que está presente en el cuerpo hídrico, cuya presencia

ayuda la vida acuática y a su nivel de depuración, se considera un agua muerta cuanto tiene niveles de OD bajos, es así como en el presente cuerpo hídrico la cantidad de oxígeno disuelto esta entre los 80 y 120 %, lo que se considera apto para consumo, riego y preservación de la flora y fauna.

3.3 Parámetros en laboratorio

Parámetro	Resultado puntos					Método
	1	2	3	4	5	
DQO	25	24	10	35	58	Método Estándar
Sulfatos	1	0	-1	-3	2	
Fosfatos	1,58	0,46	0,43	0,27	0,61	
Nitritos	0,013	0,012	0,011	0,12	0,007	
Nitratos	1,7	2	1,8	2,2	2,8	
Solidos disueltos totales	176	206	204	288	188	Gravimetría
Solidos suspendidos	53	74	82	138	100	

Tabla 3.2 Resultados parámetros de laboratorio.

- DQO

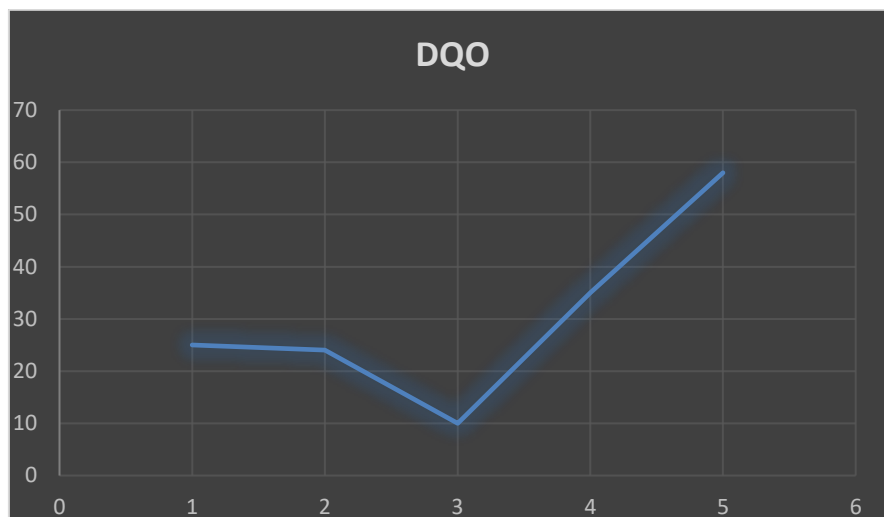


Figura 3.5 estadística DQO

La Demanda Química de Oxígeno nos ayuda a entender el grado de contaminación por materia orgánica del cuerpo hídrico. Como se observa en la figura 3.5, la mayor demanda de DQO es en el punto 5 concentración más alta de este parámetro lo que quiere decir que en el tanque existen valores elevados de nutrientes bioacumulables, según la normativa este parámetro no cumple con lo requerido para ser agua potable.

- Sulfatos

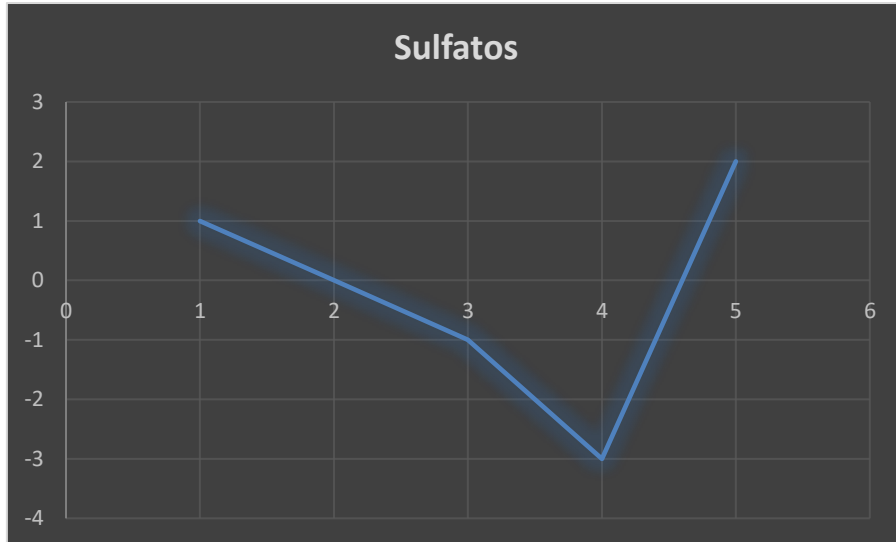


Figura 3.6 Estadística de sulfatos

Los sulfatos evidencian agentes químicos, como algunos detergentes, fertilizantes y productos de pesticidas, por lo tanto, como muestra la figura 3.6 la mayor carga de sulfatos se encuentra en el punto 1 y 5, en el punto 1 se presume que es porque se encuentra más cerca a los cultivos y el 5 porque en el tanque en donde se almacena esta al aire libre y se evidencia que no tiene mantenimiento.

- Fosfatos

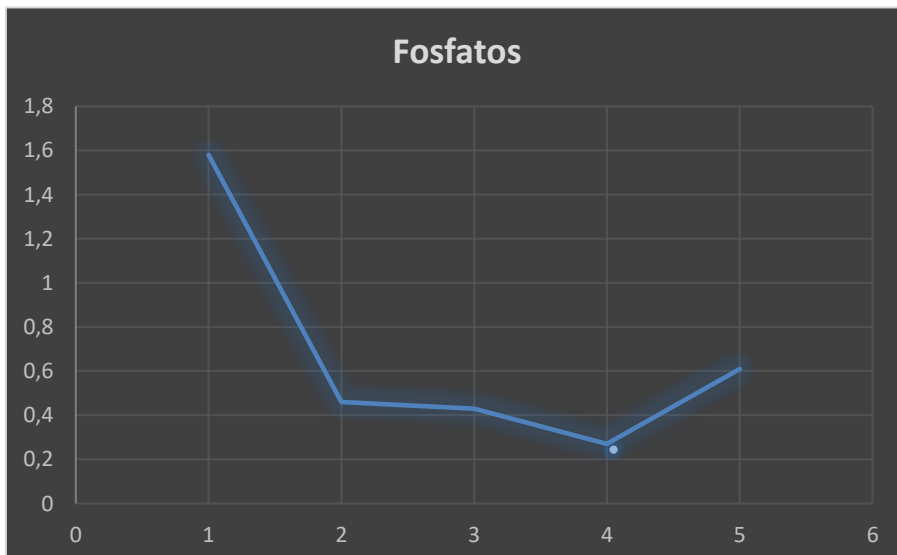


Figura 3.7 Estadísticas de fosfatos

Estos provienen de una gran cantidad de fuentes como productos de limpieza, fertilizantes procesos biológicos, debido a su elevada solubilidad son fácilmente arrastrados hacia ríos canales, etc. Son responsables del crecimiento de algas como se observa en la figura 3.7 el punto 1 evidencia la mayor concentración de estos aniones en el agua. Sus concentraciones son muy bajas y aunque la norma no especifica que limite es permisible de este compuesto, sus concentraciones no afectan al uso de agua.

- Nitritos

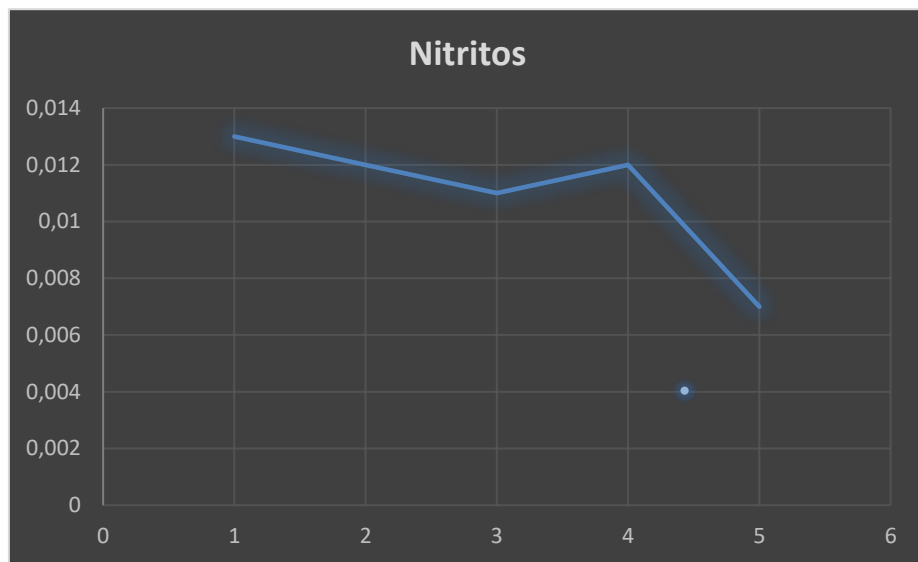


figura 3.8 estadísticas de nitratos

Es el resultado de la biodegradación de los nitratos, en cantidades muy elevadas puede causar afectaciones graves a la salud humana, para el beneficio de la población sus concentraciones son muy bajas y su grado de concentración está dentro de la norma.

- Nitratos

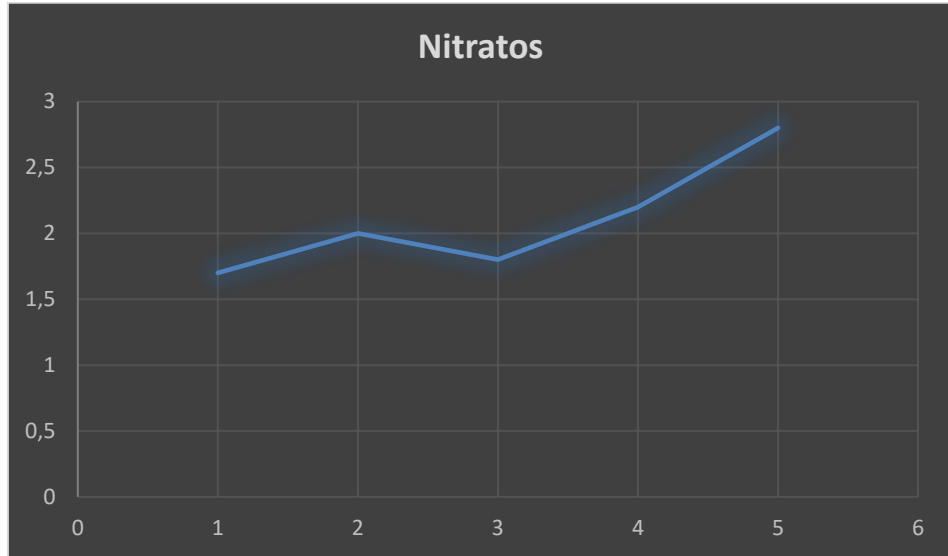


Figura 3.9 Estadística de nitratos

Es un parámetro generalmente utilizado para registrar el bajo contenido de materia orgánica en el agua como: aguas sin contaminar y fuentes de agua potable. Se evidencian más cuando hay presencia de ganadería y prácticas agropecuarias como se evidencia en la figura 3.9 la concentración de esta se encuentra en cantidades muy bajas, lo que quiere decir que no afecta a los pobladores. También en la normativa TULSMA, que dice que para agua para potabilización no debe de sobrepasar los 50 mg/l, entonces quiere decir que está dentro de la norma.

- Solidos

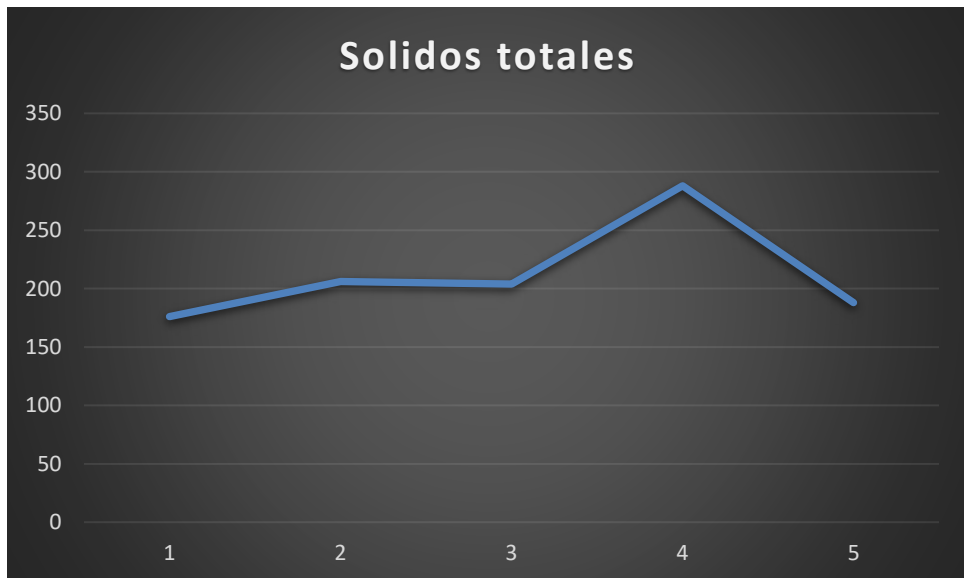


Figura 3.10 Estadística de solidos totales

- Solidos suspendidos



Figura 3.11 Estadística de solidos suspendidos

Los sólidos en general están directamente relacionados con la turbiedad en el agua, lo que nos lleva a analizar que la presencia de éstos representa material particulado ya sea disuelto o presente en el agua. Como se observa en las figuras 3.10 y 3.11, la presencia de los mismos está en un rango inferior de lo que, la norma TULMA menciona como límites permisibles, que es entre 500- 1000 mg/l.

- Demanda biológica de oxígeno (DBO₅)

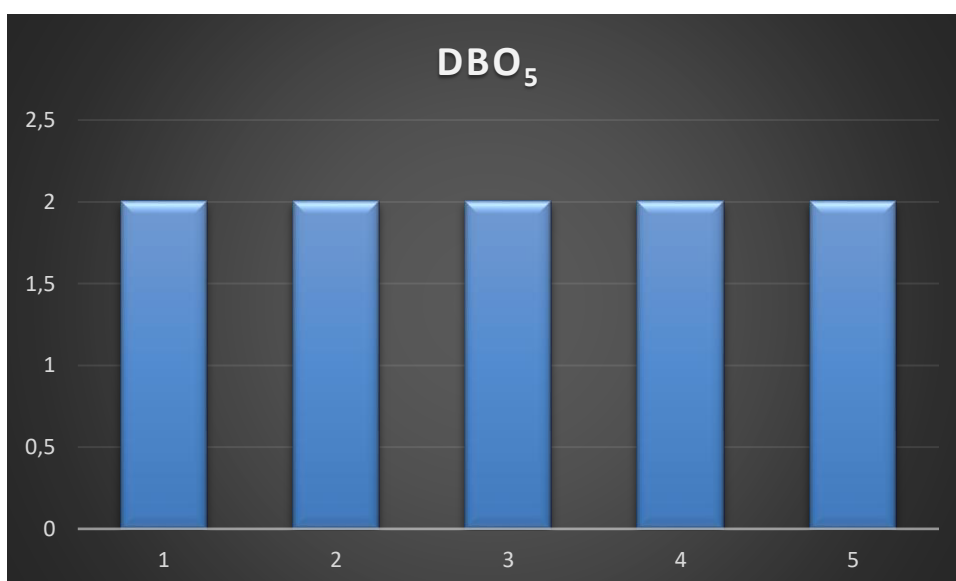


Figura 3.12 DBO₅

Resultados de los 5 puntos de muestreo, reflejan valores que están dentro del límite permisible de la norma TULSMA. Este parámetro es una medida de la cantidad de oxígeno que consumen

los microorganismos y está directamente relacionada con la DQO. En ambientes naturales no supera los 3 mg/l.

- Coliformes

Coliformes totales

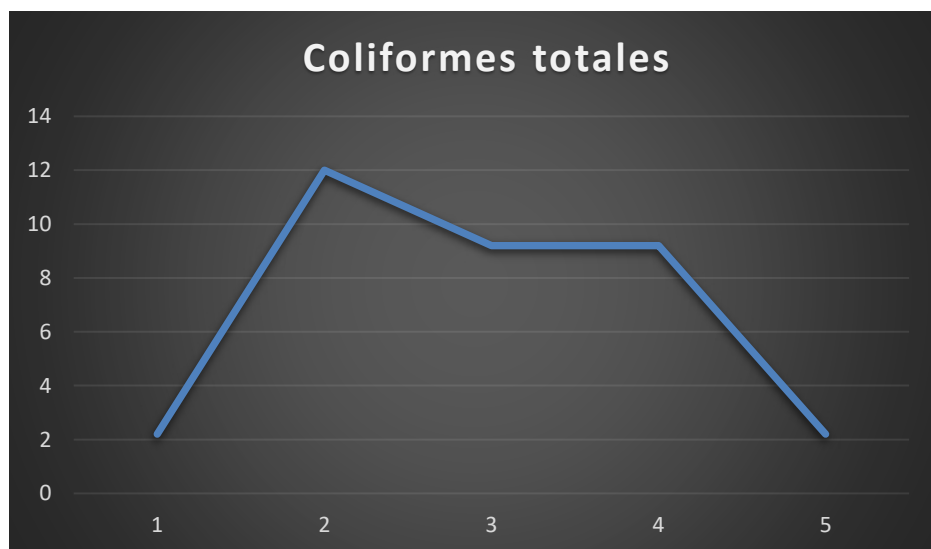


Figura 3.13 Coliformes totales

Como se observa en la figura 3.13 la presencia de coliformes totales en cada uno de los puntos varía según las condiciones del lugar, como se trata de coliformes lo que se espera es que no exista en agua de consumo humano. Si embargo, el TULSMA indica que el límite permisible es de 50 NMP/100 mL, lo que quiere decir es que esta dentro del rango. La mayor presencia de coliformes totales se evidencia en el punto 2 donde se determinó una cantidad de 12 NMP/100

mL.

Coliformes fecales

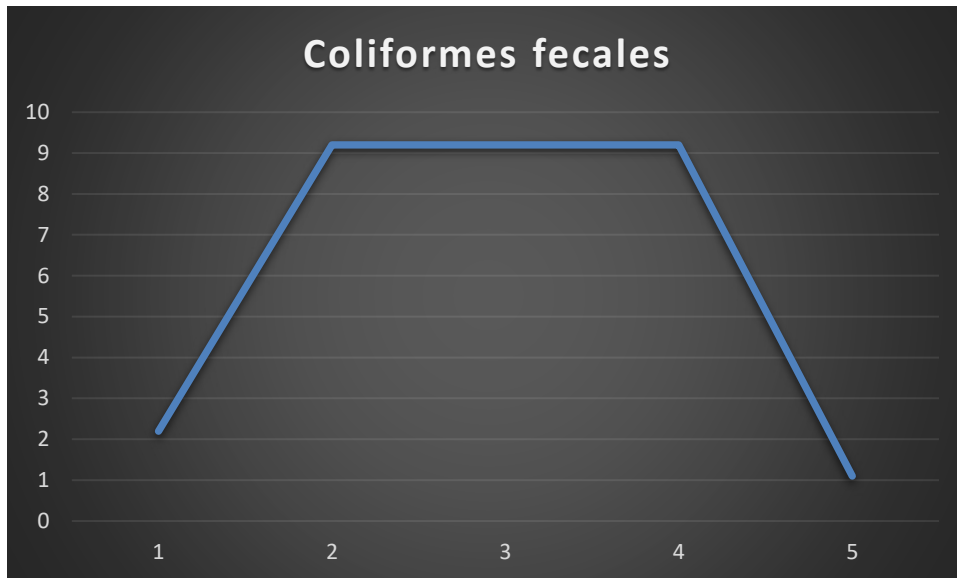


Figura 3.14 Coliformes fecales

En la figura 3.14, se evidencia la presencia de coliformes fecales. En un rango de 1.1- 9.2, lo que según la norma TULSMA se encuentra entre los límites permisibles para consumo humano ya que este tiene un valor de 100 NP/100. El punto 5 siendo el tanque de captación tiene el valor más bajo, lo que es bueno para la comunidad, ya que quiere decir que no se están contaminando por este parámetro.

3.4 Resultados del Índice de calidad del agua (ICA)

Este índice ayuda a identificar el nivel de contaminación que tiene el agua, y su factibilidad de uso que puede dársele a la misma, en cada punto de muestreo.

A continuación, se muestran los resultados totales de cada punto a muestrearse lo que determinó que tan buena es la calidad del agua en el río La Cantera y para que se la puede utilizar, lo que define su factibilidad de uso.

Punto 1

PARÁMETRO	W	resultado	i	i*w
OD	0,17	3,81	3,80	0,54
COLIFORMES	0,15	2,2	51	7,65
pH	0,12	10,51	19	2,28
DBO ₅	0,1	2	75,26	7,53
NO ₃	0,1	1,7	100	10
PO ₄	0,1	1,58	27,72	2,77
TURBIEDAD	0,1	15,2	66,53	6,65
TEMPERATURA	0,08	13,28	12	0,96
SOLIDOS TOTALES	0,08	176	100	8
				46,38

Tabla 3.3 Resultado ICA punto 1

Como se observa en la tabla 3.3 el ICA en este punto es de 46,38. Este resultado representa que el agua es de MALA, como se indica en la teoría. Por lo tanto, no es apta para consumo humano sin previa potabilización, sin embargo, para actividades agrícolas es aceptable.

Punto 2

PARÁMETRO	W	resultado	i	i*w
OD	0,17	6,9	8,61	1,46
COLIFORMES	0,15	12	34,67	5,20
pH	0,12	8,23	80	11,04
DBO ₅	0,1	2	75,26	7,53
NO ₃	0,1	2	100	10
PO ₄	0,1	0,46	48,9	4,89
TURBIEDAD	0,1	17,2	65,08	6,51
TEMPERATURA	0,08	12,62	18	1,44
SOLIDOS TOTALES	0,08	206	100	8
				54,63

Tabla 3.4 Resultado ICA punto 2

Como se observa en la tabla 3.4 el ICA en este punto es de 54,63. A comparación del punto anterior en este punto aumenta un poco más su calidad, por la oxigenación que le brinda la cascada, pero aun así la calidad es **MEDIANA**, lo que nos indica que no es apta para consumo humano, pero si para uso agrícola.

Punto 3

PARÁMETRO	W	resultado	i	i*w
OD	0,17	6,99	7,67	1,30
COLIFORMES	0,15	9,2	34,67	5,20
Ph	0,12	7,74	92	11,04
DBO ₅	0,1	2	75,26	7,53
NO ₃	0,1	1,8	100	10
PO ₄	0,1	0,43	50,44	5,04
TURBIEDAD	0,1	17,4	64,95	6,50
TEMPERATURA	0,08	12,25	17,9	1,43
SOLIDOS TOTALES	0,08	204	100	8
				56,04

Tabla 3.5 Resultados ICA punto 3

En la tabla 3.5 se muestra el resultado ICA del punto 3, que como se observa mantiene la calidad del punto anterior, lo que quiere decir que es de calidad **MEDIANA**, apta para uso agrícola y no apta para consumo humano sin previo tratamiento.

Punto 4

PARÁMETRO	W	resultado	i	i*w
OD	0,17	6,26	7,66	1,30
COLIFORMES	0,15	9,2	34,67	5,20
pH	0,12	7,78	91	10,92
DBO ₅	0,1	2	75,26	7,53
NO ₃	0,1	2,2	100	10
PO ₄	0,1	0,27	62,48	6,25
TURBIEDAD	0,1	30,2	58,88	5,89
TEMPERATURA	0,08	12,31	17,95	1,44
SOLIDOS TOTALES	0,08	288	100	8
				56,52

Tabla 3.6 Resultado ICA punto 3.6

Se evidencia en la tabla 3.6 que la calidad del agua en el punto 4 es **MEDIANA**, se encuentra en el mismo rango que el punto anterior, por lo tanto, la calidad del agua es apta para riego, pero no para consumo humano sin previa potabilización.

Punto 5

PARÁMETRO	W	resultado	i	i*w
OD	0,17	4,45	5,92	1,01
COLIFORMES	0,15	2,2	51	7,65
pH	0,12	7,2	90	10,8
DBO ₅	0,1	2	75,26	7,53
NO ₃	0,1	2,8	100	10
PO ₄	0,1	0,61	42,95	4,30
TURBIEDAD	0,1	10,1	71,55	7,16
TEMPERATURA	0,08	13,78	11	0,88
SOLIDOS TOTALES	0,08	188	100	8
				57,31

Tabla 3.7 Resultado ICA punto 5

Este es el punto más importante, ya que aquí se encuentra el tanque de recolección del agua, pero como se observa en la tabla 3.7 el agua es de calidad **MEDIANA**, lo que quiere decir que no es apta para consumo humano sin previa potabilización, pero si para agricultura que es la mayor actividad de la zona.

Índice de Calidad del agua					
Puntos	1	2	3	4	5
Resultados	46,39	54,63	56,52	56,52	57,31

Tabla 3.8 Resultados ICA por cada punto de muestreo

Como se observa en la tabla 3.3 el punto 1 tiene un valor total de 46,39. Que es la calidad más baja del recorrido del río, en los otros puntos se mantiene en una calidad mediana, la cual no es apta para consumo humano, lo que se evidencia es que, por efecto de la oxigenación de la caída de agua la calidad aumenta hasta poder cambiar de color de acuerdo con la normativa ICA, pero no es suficiente para llegar a ser agua de buena calidad. Por lo tanto, solo se podría utilizar para uso agrícola y actividades cotidianas como el lavado de platos, el baño, lavado de ropa, etc.

4 CONCLUSIONES

- La calidad del agua según el resultado ICA NSF está entre mala y Mediana, por lo cual no se puede ser utilizada para consumo humano.
- Puede decirse que los parámetros medidos, tanto físicos, químicos y biológicos se encuentra dentro de la norma TULSMA para riego.

- En los puntos de muestreo se evidenció las características correspondientes de la zona, y el uso que esta correcto el uso le dan a este cuerpo hídrico, que es su mayoría es agricultura y actividades cotidianas.

5 RECOMENDACIONES

- Realizar visitas periódicas, al transcurso del río para evitar y controlar factores contaminantes.
- Si se quiere utilizar el agua para consumo humano, realizar un tratamiento de potabilización previo, para que los parámetros entren en la normativa vigente.
- Realizar mantenimiento preventivo y correctivo en el punto 3 (rejilla) ya que en este se acumulan sólidos urbanos que interfieran en la calidad del agua.

6 REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [1] Ambientum. "La conductividad Eléctrica del Agua". Smart Fertilizer. <http://www.smart-fertilizer.com/es/articles/electrical-conductivity> (accedido el 16 de febrero de 2022).
- [2] "Sólidos". Aguamarket | Líder en productos para la industria del agua. <http://www.aguamarket.com/diccionario/terminos.asp?Id=2082%20&termino=Solidos> (accedido el 16 de febrero de 2022).
- [3] N. Unidas. "Agua y saneamiento - Desarrollo Sostenible". Desarrollo Sostenible. <https://www.un.org/sustainabledevelopment/es/water-and-sanitation/> (accedido el 16 de febrero de 2022).
- [4] Gómez, j. determinación de la calidad del agua mediante variables físico químicas, y la comunidad de macroinvertebrados como bioindicadores de calidad del agua en la cuenca del río garagoa (sf). Recuperado de: <http://ridum.umanizales.edu.co:8080/xmlui/bitstream/handle/6789/1803/tesisJAGG.pdf?sequence=1&isAllowed=y>.
- [5] I. Arana. "Calidad del agua de un río andino ecuatoriano a través del uso de macroinvertebrados". Cuadernos de Investigación UNED vol.8 n.1 Sabanilla, Montes de Oca Jan./Jun. 2016. https://www.scielo.sa.cr/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1659-42662016000100068 (accedido el 1 de febrero de 2022).
- [6] M. A. Luna Imbacuan. "Efluente Piscícolas: Características Contaminantes, Impactos y Perspectivas de Tratamiento". Journal de Ciencia e Ingeniería - Corporación Universitaria Autónoma del Cauca. <https://jci.uniautonoma.edu.co/2011/2011-2.pdf> (accedido el 8 de febrero de 2022).
- [7] N. Diersing. "Water Quality: Frequently Asked Questions". Florida Keys National Marine Sanctuary. <https://nmsfloridakeys.blob.core.windows.net/floridakeys-prod/media/archive/scisummaries/wqfaq.pdf> (accedido el 1 de febrero de 2022).
- [8] Decameron. Recuperado el recuperado el 04 de agosto de <http://www.ekosnegocios.com/Negocios/especiales/documentos/CumbreEmpresarial/2014/D.pdf>

[9] Estrada R. Determinación de la calidad ambiental del agua en los ríos San José y El Rosario, El Salvador, usando macroinvertebrados acuáticos. Recuperado de: http://ri.ues.edu.sv/id/eprint/3183/1/Determinacion_calidad_agua_rios_San_Jose_y_El_Rosario.pdf

[10] R. Lecca. "Vista de Caracterización de las aguas residuales y la demanda bioquímica de oxígeno". Revistas de investigación Universidad Nacional Mayor de San Marcos. <https://revistasinvestigacion.unmsm.edu.pe/index.php/idata/article/view/12035/10751> (accedido el 06 de febrero de 2022).

[11] lenntech. "Conductividad del agua - Lenntech". Tratamiento y purificación del agua - Lenntech. <https://www.lenntech.es/aplicaciones/ultrapura/conductividad/conductividad-agua.htm> (accedido el 1 de febrero de 2022).

[12] "Acido y base. Concepto de pH. – Química y algo más". Química y algo más – Un blog sobre química y otras ciencias. <http://www.quimicayalgomas.com/quimica-general/acidos-y-bases-ph-2/> (accedido el 2 de febrero de 2022).

[13] TEXTO UNIFICADO DE LEGISLACION SECUNDARIA DE MEDIO AMBIENTE, Decreto Ejecutivo 3516, Ministerio del medio ambiente, Ecuador. Accedido el 1 de febrero de 2022. [En línea]. Disponible: <https://www.ambiente.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2018/05/TULSMA.pdf>

[14] R. Baque Mite, L. Simba Ochoa, B. Gonzalez Osorio, P. Suatunce, E. Diaz Ocampo y L. Cadme Arevalo, "Calidad del agua destinada al consumo humano en un cantón de Ecuador / Quality of water intended for human consumption in a canton of Ecuador", Ciencia Unemi, vol. 9, n.º 20, p. 109, diciembre de 2016. Accedido el 4 de febrero de 2022. [En línea]. Disponible: <https://doi.org/10.29076/issn.2528-7737vol9iss20.2016pp109-117p>.

[15] Romero R., J. A. Calidad del agua. Escuela Colombiana de Ingeniería. Secretaria Nacional del Agua. Ecuador (2012). Recuperado el 04 de agosto del 2015 de: <http://www.agua.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2012/07/InformeCocaFinal1.pdf>

[16] M. Castro, J. Almeida, J. Ferrer y D. Diaz, "Indicadores de la calidad del agua: evolución y tendencias a nivel global", Ingeniería Solidaria, vol. 10, n.º 17, pp. 111–124, diciembre de 2014. Accedido el 5 de febrero de 2022. [En línea]. Disponible: <https://doi.org/10.16925/in.v9i17.811>

7 ANEXOS

ANEXO 1 Reporte del turniting

Tesis turniting

INFORME DE ORIGINALIDAD

10% INDICE DE SIMILITUD	9% FUENTES DE INTERNET	2% PUBLICACIONES	5% TRABAJOS DEL ESTUDIANTE
-----------------------------------	----------------------------------	----------------------------	--------------------------------------

FUENTES PRIMARIAS

1	sedici.unlp.edu.ar Fuente de Internet	1%
2	Submitted to Universidad Politécnica Salesiana del Ecuador Trabajo del estudiante	1%
3	www.corantioquia.gov.co Fuente de Internet	1%
4	bibdigital.epn.edu.ec Fuente de Internet	1%
5	cybertesis.unmsm.edu.pe Fuente de Internet	<1%
6	jfklsdgvegh.blogspot.com Fuente de Internet	<1%
7	Submitted to BENEMERITA UNIVERSIDAD AUTONOMA DE PUEBLA BIBLIOTECA Trabajo del estudiante	<1%
8	1library.co Fuente de Internet	<1%

9	repositorio.upagu.edu.pe Fuente de Internet	<1%
10	www.coursehero.com Fuente de Internet	<1%
11	Submitted to Fundacion Universidad de America Trabajo del estudiante	<1%
12	idoc.pub Fuente de Internet	<1%
13	repositorio.bibliotecaorton.catie.ac.cr Fuente de Internet	<1%
14	turbiedaddelagua.blogspot.com Fuente de Internet	<1%
15	quimicablogchile.wordpress.com Fuente de Internet	<1%
16	archive.org Fuente de Internet	<1%
17	www.aqualex.org Fuente de Internet	<1%
18	Submitted to Escuela Politecnica Nacional Trabajo del estudiante	<1%
19	Juan Manuel Carricondo Antón. "Utilización de residuos vegetales para la eliminación de fósforo en aguas residuales mediante procesos de adsorción", <u>Universitat Politecnica de Valencia, 2020</u> Publicación	<1%

20	gestion.pe Fuente de Internet	<1%
21	www.authorstream.com Fuente de Internet	<1%
22	repositorio.uea.edu.ec Fuente de Internet	<1%
23	repositorio.upao.edu.pe Fuente de Internet	<1%
24	repository.udistrital.edu.co Fuente de Internet	<1%
25	articulo.mercadolibre.com.pe Fuente de Internet	<1%
26	dspace.nplg.gov.ge Fuente de Internet	<1%
27	hdl.handle.net Fuente de Internet	<1%
28	repositorio.cbc.ufms.br:8080 Fuente de Internet	<1%
29	repositorio.ug.edu.ec Fuente de Internet	<1%
30	repositorio.ute.edu.ec Fuente de Internet	<1%

31	www.proz.com Fuente de Internet	<1%
32	www.siamazonia.org.pe Fuente de Internet	<1%
33	"Academic and Professional Discourse Genres in Spanish", John Benjamins Publishing Company, 2010 Publicación	<1%
34	Patricia Batista Grau. "Desarrollo de nanoestructuras de ZnO mediante anodizado electroquímico en diferentes condiciones para su aplicación en el área energética", Universitat Politecnica de Valencia, 2021 Publicación	<1%
35	docplayer.es Fuente de Internet	<1%
36	issuu.com Fuente de Internet	<1%
37	repositorio.uleam.edu.ec Fuente de Internet	<1%
38	repositorio.unesum.edu.ec Fuente de Internet	<1%
39	www.bioline.org.br Fuente de Internet	<1%
40	www.doccity.com	

Fuente de Internet

<1%

41

www.fch.unicen.edu.ar

Fuente de Internet

<1%

Excluir citas

Apagado





Excluir coincidencias < 4 words

Excluir bibliografía

Apagado




Anexo 2

Anexo 2 resultados CICAM punto 1

	ESCUELA POLITÉCNICA NACIONAL CENTRO DE INVESTIGACIÓN Y CONTROL AMBIENTAL <small>Campus Politécnico "José Rábago Orozco Ricamón" • Calle Ladrón de Guevara E 11-253, Edificio Nro. 11 RUC: 1700005620001 Tel: (+593-2) 2976300 Fax: 2151 • Línea directa: (+593-2) 2488844 Apartado 17-01-2759 • E-mail: cicam@epn.edu.ec • Quito - Ecuador</small>			
INFORME DE RESULTADOS				
Fecha: 26 de enero de 2022		No. IRI-22-040		
DATOS DEL CLIENTE:		DATOS DEL LABORATORIO:		
Director proyecto-investigación:	Ing. Santiago Gacra	Fecha de recepción:	2022-01-17	
Nombre del testista:	Dayana Zambrano	No. Oferta de Servicio:	OF22-019	
RUC:	-	No. Solicitud de trabajo:	ST-22-009	
Dirección:	-	Tipo de servicio:	Servicio de ensayo aplicado a la investigación	
Teléfono convencional:	-	Código de la muestra:	MI-22-040	
Teléfono celular:	-	Lugar de análisis:	CICAM - Quito - Ladrón de Guevara E11-253	
Correo electrónico:	-	Fecha de análisis:	17 al 21 de enero de 2022	
		Temperatura de ingreso al laboratorio:	8,0°C	
DATOS DE LA MUESTRA SUMINISTRADOS POR: CLIENTE				
Nombre del Proyecto:	-	Tipo de envase:	Nº de envases:	Preservante:
Fecha de muestreo:	2022-01-17	Plástico	1 No	
Rotulación de la muestra:	NRO.1	Plást. estéril	1 No	
Tipo de muestreo:	Puntual			
Tipo de muestra:	Agua Natural			
Lugar de muestreo:	-			
Origen de la muestra:	-			
Responsable de muestreo:	Cliente			
RESUMEN DE RESULTADOS				
PARÁMETRO	MÉTODO DE REFERENCIA/ MÉTODO INTERNO	UNIDAD	RESULTADO	
⁽¹⁾ Coliformes fecales	PE-V-46 SM Ed. 23 9221B, 9221C / Fermentación en Tubos múltiples	NMP/100 ml.	2,2	
⁽²⁾ Coliformes totales	PE-V-46 SM Ed. 23 9221B, 9221C / Fermentación en Tubos múltiples	NMP/100 ml.	2,2	
⁽³⁾ Demanda bioquímica de oxígeno DBO ₅	PE-V-06 SM Ed. 23 5210B / Volumetría	mg/L	< 2	
Acreditaciones:				
⁽¹⁾ Acreditación N° SAE LEN 06-012. Alcance específico de la acreditación: www.acreditacion.gob.ec				
⁽²⁾ Parámetro no acreditado				
Mayor información respecto a los métodos, incertidumbres de medición y alcance de la acreditación de los parámetros se encuentra disponible en caso de ser solicitado.				
Observaciones:				
El valor de DQO entregado por el testista de 28 mg/L.				
Nota:				
Este informe sólo afecta a la muestra sometida a ensayo bajo las condiciones recibidas.				
La información completa de la medición de este ensayo se encuentra disponible para el cliente, cuando lo requiera.				
La incertidumbre de la medición de este ensayo se encuentra disponible para el cliente, cuando lo requiera.				
El laboratorio no se responsabiliza por la información proporcionada por el cliente que puedan afectar la validez de los resultados.				
En caso de que esta información sea solicitada por ley o disposiciones contractuales se notificará al cliente en forma previa.				
Prohibida la reproducción parcial de este informe.				
	<small>PLAZA ACREDITACIONES PERU</small> JAIRO ENRIQUE JIMPIRIT CHUINTIAM		<small>PLAZA ACREDITACIONES PERU</small> GRETA CAROLA PIERRO NARANJO	
Revisado por: Jairo Jimpirit RESPONSABLE TÉCNICO		Aprobado por: MSc. Carola Fierro COORDINADORA DE LABORATORIO		
F-PG-G-07-06	Página 1 de 1	Versión 00 Vigencia: 2021-07-23		

ANEXO 2

Anexo 2 Resultados CICAM Punto 2

 <p>ESCUELA POLITÉCNICA NACIONAL</p>	<p>ESCUELA POLITÉCNICA NACIONAL CENTRO DE INVESTIGACIÓN Y CONTROL AMBIENTAL</p> <p><small>Campus Politécnico "José Robín Orellana Riquelme" • Calle Ladrón de Guevara E 11-253, Edificio Nro. 11 RUC: 1760005620001. Tel: (+593-2) 2976300 Fax: 2151 • Línea directa: (+593-2) 2938864 Apostado 17-01-2759 • E-mail: cicam@epn.edu.ec • Quito - Ecuador</small></p>	 <p>CICAM <small>Centro de Investigación y Control Ambiental</small></p>		
INFORME DE RESULTADOS				
Fecha: 26 de enero de 2022	No.JRI-22-041			
DATOS DEL CLIENTE:		DATOS DEL LABORATORIO:		
Director proyecto-investigación:	Ing. Santiago Guerra	Fecha de recepción:		
Nombre del testista:	Dayara Zambrano	No. Oferta de Servicio:		
RUC:	-	No. Solicitud de trabajo:		
Dirección:	-	Tipo de servicio:		
Teléfono convencional:	-	Código de la muestra:		
Teléfono celular:	-	Lugar de análisis:		
Correo electrónico:	-	Fecha de análisis:		
		Temperatura de ingreso al laboratorio:		
DATOS DE LA MUESTRA SUMINISTRADOS POR: CLIENTE				
Nombre del Proyecto:	-	Tipo de envase:	Nº de envases:	Preservante:
Fecha de muestreo:	2022-01-17	Plástico	1	No
Rotulación de la muestra:	NRO.2	Plast. estéril	1	No
Tipo de muestreo:	Puntual			
Tipo de muestra:	Aguas Naturales			
Lugar de muestreo:	-			
Origen de la muestra:	-			
Responsable de muestreo:	Cliente			
RESUMEN DE RESULTADOS				
PARÁMETRO	MÉTODO DE REFERENCIA/ MÉTODO INTERNO	UNIDAD	RESULTADO	
⁽¹⁾ Coliformes fecales	PE-V-46 SM Ed. 23 9221B, 9221C / Fermentación en Tubos múltiples	NMP/100 mL	9,2	
⁽²⁾ Coliformes totales	PE-V-46 SM Ed. 23 9221B, 9221C/ Fermentación en Tubos múltiples	NMP/100 mL	1,2 x 10 ¹	
⁽³⁾ Demanda bioquímica de oxígeno DBO ₅	PE-V-06 SM Ed. 23 5210B/ Volumetría	mg/L	< 2	
 <p>JAIRO ENRIQUE JIMPIKIT CHUINTIAM</p> <p>Revisado por: Jairo Jimpikit RESPONSABLE TÉCNICO</p>	 <p>GRETA CAROLA FIERRO NARANJO</p> <p>Aprobado por: MSc. Carola Fierro COORDINADORA DE LABORATORIO</p>			

ANEXO 3

Anexo 3 resultados CICAM Punto 3



ESCUELA POLITÉCNICA NACIONAL
CENTRO DE INVESTIGACIÓN Y CONTROL AMBIENTAL

Campus Politécnico "José Roldán Orellana Rosales" • Calle Ladrón de Guevara E 11-253, Edificio No. 11
RUC: 1760005620001. Tel: (+593-2) 2976300 Ext: 2151 • Línea directa: (+593-2) 2976864
Apartado 17-01-2759 • E-mail: cicam@epn.edu.ec • Quito - Ecuador



INFORME DE RESULTADOS

Fecha: 26 de enero de 2022
No. IRI-22-042

DATOS DEL CLIENTE:

Director proyecto-investigación: Ing. Santiago Cuerra
 Nombre del testista: Dayana Zambrano
 RUC: -
 Dirección: -
 Teléfono convencional: -
 Teléfono celular: -
 Correo electrónico: -

DATOS DEL LABORATORIO:

Fecha de recepción: 2022-01-17
 No. Oferta de Servicio: OF22-019
 No. Solicitud de trabajo: ST-22-009
 Tipo de servicio: Servicio de ensayo aplicado a la investigación
 Código de la muestra: MI-22-042
 Lugar de análisis: CICAM - Quito - Ladrón de Guevara E11-253
 Fecha de análisis: 17 al 21 de enero de 2022
 Temperatura de ingreso al laboratorio: 8,0°C

DATOS DE LA MUESTRA SUMINISTRADOS POR: CLIENTE

Nombre del Proyecto: -
 Fecha de muestreo: 2022-01-17
 Retención de la muestra: NRO.3
 Tipo de muestra: Puntual
 Tipo de muestra: Agua Natural
 Lugar de muestreo: -
 Origen de la muestra: -
 Responsable de muestreo: Cliente

Tipo de envase: Plástico
 Plást. estéril

Nº de envases: 1 No
 1 No

Preservante:

PARÁMETRO	MÉTODO DE REFERENCIA/ MÉTODO INTERNO	UNIDAD	RESULTADO
⁰¹ Coliformes fecales	PE-V-46 SM Ed. 23 9221B, 9221C / Fermentación en Tubos múltiples	NMP/100 mL	9,2
⁰² Coliformes totales	PE-V-46 SM Ed. 23 9221B, 9221C / Fermentación en Tubos múltiples	NMP/100 mL	9,2
⁰³ Demanda bioquímica de oxígeno DBO ₅	PE-V-06 SM Ed. 23 5210B/ Volumetría	mg/L	<2

SM: Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater. Ed: Edición. PE: Procedimiento de Ensayo interno. N/A: No aplica.

Acreditaciones:

⁰¹ Acreditación N° SAE LEN 06-012. Alcance específico de la acreditación: www.acreditacion.gob.ec
⁰² Parámetro no acreditado
 Mayor información respecto a los métodos, incertidumbres de medición y alcance de la acreditación de los parámetros se encuentra disponible en caso de ser solicitado.

Observaciones:

El valor de DQO entregado por el testista de 10 mg/L.

Nota:

Este informe sólo afecta a la muestra sometida a ensayo bajo las condiciones recibidas
 La información completa de la medición de este ensayo se encuentra disponible para el cliente, cuando lo requiera
 La incertidumbre de la medición de este ensayo se encuentra disponible para el cliente, cuando lo requiera
 El laboratorio no se responsabiliza por la información proporcionada por el cliente que puedan afectar la validez de los resultados
 En caso de que esta información sea solicitada por ley o disposiciones contractuales se notificará al cliente en forma previa
 Prohibida la reproducción parcial de este informe



FIRMADO DIGITALMENTE POR:
JAIRO ENRIQUE JIMPEKIT CHUINTEAM

Revisado por: Jairo Jimpekit
RESPONSABLE TÉCNICO




FIRMADO DIGITALMENTE POR:
GRETA CAROLA FIERRO NARANJO

Aprobado por: MSc. Carola Fierro
COORDINADORA DE LABORATORIO

F-PG-G-07-06
Página 1 de 1
Versión 00
Vigencia: 2021-07-23


ANEXO 4

Anexo 4 resultados CICAM Punto 4



ESCUELA POLITÉCNICA NACIONAL
CENTRO DE INVESTIGACIÓN Y CONTROL AMBIENTAL

Campus Politécnico "José Roldán Orellana Escobar" • Calle Ladrón de Guevara E 11-253, Edificio Nro. 11
RUC: 1760895620001 • Tel: (+593-2) 2476300 Ext: 2151 • Línea directa: (+593-2) 2438884
Apartado 17-01-2759 • E-mail: cicam@epn.edu.ec • Quito - Ecuador



INFORME DE RESULTADOS

Fecha: 26 de enero de 2022
No. IRI-22-043

DATOS DEL CLIENTE:

Director proyecto-investigación: Ing. Santiago Guerra
 Nombre del testista: Dayana Zambrano
 RUC: -
 Dirección: -
 Teléfono convencional: -
 Teléfono celular: -
 Correo electrónico: -

DATOS DEL LABORATORIO:

Fecha de recepción: 2022-01-17
 No. Oferta de Servicio: OF-22-019
 No. Solicitud de trabajo: ST-22-009
 Tipo de servicio: Servicio de ensayo aplicado a la investigación
 Código de la muestra: MI-22-043
 Lugar de análisis: CICAM - Quito - Ladrón de Guevara E11-253
 Fecha de análisis: 17 al 21 de enero de 2022
 Temperatura de ingreso al laboratorio: 8,0°C

DATOS DE LA MUESTRA SUMINISTRADOS POR: CLIENTE

Nombre del Proyecto:	-	Tipo de envase:	Plástico	N° de envases:	1 No	Preservante:	-
Fecha de muestreo:	2022-01-17		Plást. estéril		1 No		
Retención de la muestra:	NRO.4						
Tipo de muestreo:	Puntual						
Tipo de muestra:	Agua Natural						
Lugar de muestreo:	-						
Origen de la muestra:	-						
Responsable de muestreo:	Cliente						

PARÁMETRO	MÉTODO DE REFERENCIA/ MÉTODO INTERNO	UNIDAD	RESULTADO
⁰¹ Coliformes fecales	PE-V-46 SM Ed. 23 9221B, 9221C / Fermentación en Tubos múltiples	NMP/100 mL	9,2
⁰² Coliformes totales	PE-V-46 SM Ed. 23 9221B, 9221C / Fermentación en Tubos múltiples	NMP/100 mL	9,2
⁰³ Demanda bioquímica de oxígeno DBO ₅	PE-V-06 SM Ed. 23 5210B/ Volumetría	mg/L	< 2

SM: Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater. Ed: Edición. PE: Procedimiento de Ensayo interno. N/A: No aplica.

Acreditaciones:

⁰⁴ Acreditación N° SAE LEN 06-012. Alcance específico de la acreditación: www.acreditacion.gub.ec

⁰⁵ Parámetro no acreditado

Mayor información respecto a los métodos, incertidumbres de medición y alcance de la acreditación de los parámetros se encuentra disponible en caso de ser solicitado.

Observaciones:

El valor de DQO entregado por el testista de 35 mg/L.

Nota:

Este informe sólo afecta a la muestra sometida a ensayo bajo las condiciones recibidas


La información completa de la medición de este ensayo se encuentra disponible para el cliente, cuando lo requiera

La incertidumbre de la medición de este ensayo se encuentra disponible para el cliente, cuando lo requiera

El laboratorio no se responsabiliza por la información proporcionada por el cliente que puedan afectar la validez de los resultados


En caso de que esta información sea solicitada por ley o disposiciones contractuales se notificará al cliente en forma previa

Prohibida la reproducción parcial de este informe



FIRMADO DIGITALMENTE POR:
JAIRO ENRIQUE JIMPIKIT CHUINTAM

Revisado por: Jairo JimpiKit
RESPONSABLE TÉCNICO



FIRMADO DIGITALMENTE POR:
GRETA CAROLA FIERRO NARANJO

Aprobado por: MSc. Carola Fierro
COORDINADORA DE LABORATORIO

F-PG-G-07-06
Página 1 de 1
Versión 00
Vigencia: 2021-07-23

ANEXO 5

Anexo 5 resultados CICAM Punto 5

	ESCUELA POLITÉCNICA NACIONAL CENTRO DE INVESTIGACIÓN Y CONTROL AMBIENTAL <small>Campus Politécnico "José Rubén Orellana Ríos" • Calle Ladrón de Guevara E 11-253, Edificio No. 11 RUC: 1760005420001 Tel.: (+593-2) 2976100 Ext.: 2151 • Línea directa: (+593-2) 3938864 Apartado 17-01-2759 • E-mail: cicam@epn.edu.ec • Quito - Ecuador</small>		
INFORME DE RESULTADOS			
Fecha: 26 de enero de 2022	No. IRI-22-044		
DATOS DEL CLIENTE:	DATOS DEL LABORATORIO:		
Director proyecto-investigación: Ing. Santiago Oserra	Fecha de recepción: 2022-01-17		
Nombre del testista: Dayana Zambrano	No. Oferta de Servicio: OF22-019		
RUC: -	No. Solicitud de trabajo: ST-22-009		
Dirección: -	Tipo de servicio: Servicio de ensayo aplicado a la investigación		
Teléfono convencional: -	Código de la muestra: MI-22-044		
Teléfono celular: -	Lugar de análisis: CICAM - Quito - Ladrón de Guevara E11-253		
Correo electrónico: -	Fecha de análisis: 17 al 21 de enero de 2022		
	Temperatura de ingreso al laboratorio: 8,0°C		
DATOS DE LA MUESTRA SUMINISTRADOS POR: CLIENTE			
Nombre del Proyecto: -	Tipo de envase: Plástico	N° de envases: 1 No	Preservante: -
Fecha de muestreo: 2022-01-17	Plást. estéril	1 No	
Rotulación de la muestra: NRO.5			
Tipo de muestra: Puntual			
Tipo de muestra: Agua Natural			
Lugar de muestreo: -			
Origen de la muestra: -			
Responsable de muestreo: Cliente			
PARÁMETRO	MÉTODO DE REFERENCIA/ MÉTODO INTERNO	UNIDAD	RESULTADO
⁹³ Coliformes fecales	PE-V-46 SM Ed. 23 9221B, 9221C / Fermentación en Tubos múltiples	NMP/100 mL	< 1,1
⁹⁴ Coliformes totales	PE-V-46 SM Ed. 23 9221B, 9221C / Fermentación en Tubos múltiples	NMP/100 mL	2,2
⁹⁵ Demanda bioquímica de oxígeno DBO ₅	PE-V-06 SM Ed. 23 5210B / Volimetría	mg/L	< 2
<small>SM: Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater. Ed. Edición. PE: Procedimiento de Ensayo interno. N/A: No aplica.</small>			
Acreditaciones:			
<small>⁹³ Acreditación N° SAE LEN 06-012. Alcance específico de la acreditación: www.acreditacion.gub.ec</small>			
<small>⁹⁴ Parámetro no acreditado</small>			
<small>Mayor información respecto a los métodos, incertidumbres de medición y alcance de la acreditación de los parámetros se encuentra disponible en caso de ser solicitado.</small>			
Observaciones:			
<small>El valor de DQO entregado por el testista de 58 mg/L.</small>			
Nota:			
<small>Este informe sólo afecta a la muestra sometida a ensayo bajo las condiciones recibidas</small>			
<small>La información completa de la medición de este ensayo se encuentra disponible para el cliente, cuando lo requiera</small>			
<small>La incertidumbre de la medición de este ensayo se encuentra disponible para el cliente, cuando lo requiera</small>			
<small>El laboratorio no se responsabiliza por la información proporcionada por el cliente que puedan afectar la validez de los resultados</small>			
<small>En caso de que esta información sea solicitada por ley o disposiciones contractuales se notificará al cliente en forma previa</small>			
<small>Prohibida la reproducción parcial de este informe</small>			
	<small>firmado digitalmente por:</small> JAIRO ENRIQUE JIMPIKIT CHUNTIAN		<small>firmado digitalmente por:</small> GRETA CAROLA FIERRO MARAMJO
Revisado por: Jairo Jimpikit RESPONSABLE TÉCNICO		Aprobado por: MSc. Carola Fierro COORDINADORA DE LABORATORIO	
F-PG-G-07-08	Página 1 de 1	Versión 00 Vigencia: 2021-07-23	

