



**ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO**

**SEDE ORELLANA**

**FACULTAD DE CIENCIAS**

**CARRERA INGENIERÍA AMBIENTAL**

**EVALUACIÓN DE LA CALIDAD DEL AGUA DE LA PLANTA  
MODULAR COMPACTA DE AGUA POTABLE PARROQUIA EL  
DORADO EN LA PROVINCIA DE ORELLANA POR MEDIO DE  
LOS ÍNDICES DE CALIDAD DEL AGUA**

**Trabajo de Integración Curricular**

Tipo: Proyecto Técnico

Presentado para optar al grado académico de:

**INGENIERO AMBIENTAL**

**AUTOR:**

**RICKY STALIN ISIZAN CALDERON**

El Coca– Ecuador

2023



**ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO**

**SEDE ORELLANA**

**FACULTAD DE CIENCIAS**

**CARRERA INGENIERÍA AMBIENTAL**

**EVALUACIÓN DE LA CALIDAD DEL AGUA DE LA PLANTA  
MODULAR COMPACTA DE AGUA POTABLE PARROQUIA EL  
DORADO EN LA PROVINCIA DE ORELLANA POR MEDIO DE  
LOS ÍNDICES DE CALIDAD DEL AGUA**

**Trabajo de Integración Curricular**

Tipo: Proyecto Técnico

Presentado para optar al grado académico de:

**INGENIERO AMBIENTAL**

**AUTOR: RICKY STALIN ISIZAN CALDERON**

**DIRECTORA: ING. GREYS CAROLINA HERRERA MORALES MSC.**

El Coca– Ecuador

2023

© 2023, Ricky Stalin Isizan Calderón

Se autoriza la reproducción total o parcial, con fines académicos, por cualquier medio o procedimiento, incluyendo cita bibliográfica del documento, siempre y cuando se reconozca el Derecho de Autor.

Yo, Ricky Stalin Isizan Calderón, declaro que el presente Trabajo de Integración Curricular es de mi autoría y los resultados del mismo son auténticos. Los textos en el documento que provienen de otras fuentes están debidamente citados y referenciados.

Como autor asumo la responsabilidad legal y académica de los contenidos de este Trabajo de Integración Curricular; el patrimonio intelectual pertenece a la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo.

El Coca, 19 de diciembre del 2023

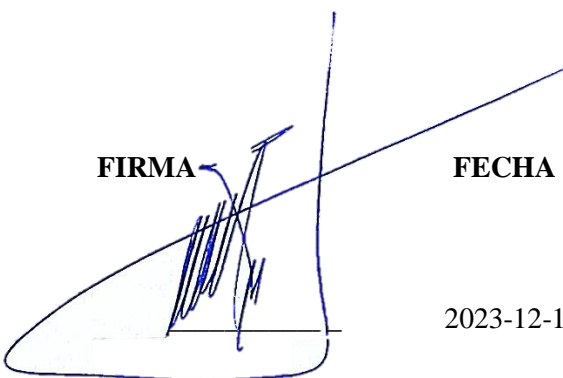


**Ricky Stalin Isizan Calderón**  
**2206400410**

**ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO**  
**FACULTAD DE CIENCIAS**  
**CARRERA INGENIERÍA AMBIENTAL**

El Tribunal del Trabajo de Integración Curricular certifica que: El Trabajo de Integración Curricular; Tipo: Proyecto Técnico, **EVALUACIÓN DE LA CALIDAD DEL AGUA DE LA PLANTA MODULAR COMPACTA DE AGUA POTABLE PARROQUIA EL DORADO EN LA PROVINCIA DE ORELLANA POR MEDIO DE LOS ÍNDICES DE CALIDAD DEL AGUA**, realizado por el señor: **RICKY STALIN ISIZAN CALDERÓN**, ha sido minuciosamente revisado por los Miembros del Tribunal del Trabajo de Integración Curricular, el mismo que cumple con los requisitos científicos, técnicos, legales, en tal virtud el Tribunal Autoriza su presentación.

Ing. Carlos Mestanza Ramon, PhD.  
**PRESIDENTE DEL TRIBUNAL**

**FIRMA**  **FECHA**

2023-12-19

Ing. Greys Carolina Herrera Morales, MSc.  
**DIRECTORA DE TRABAJO DE INTEGRACIÓN CURRICULAR**



2023-12-19

Ing. Leonardo Daniel Cabezas Andrade, MSc.  
**ASESOR DEL TRABAJO DE INTEGRACIÓN CURRICULAR**



2023-12-19

## **DEDICATORIA**

Dedico este trabajo primero a Dios, siempre me ha llevado de la mano por el camino que debo de seguir cuidándome y guiándome, a mis padres que el fruto de su confianza en mí les llene de mucha felicidad al igual que a mí me hace feliz hacer este trabajo, a mi madre que siempre estuvo pendiente y me apoyó sin importar las condiciones que pasase ella. A mi padre que espero que le llene de orgullo y satisfacción que pueda realizarme profesionalmente. A mis hermanos que sus deseos y consejos fueron de mucha importancia para mí, tanto en el ámbito profesional como humano. Mi hermana que fue una segunda madre en toda mi vida, a pesar de nuestras diferencias de pensamiento siempre hubo el más lindo sentimiento entregado. Mi hermano mi ayuda, mi ejemplo, mi ángel de preocupación por mí, mi guía en situaciones difíciles, y dedico este trabajo a la Familia Espín Martínez por mí y por Asael Martínez que donde quiera que estés sé que siempre estarás conmigo.

Ricky

## **AGRADECIMIENTO**

Primero a Dios por las bendiciones de llegar en donde estoy. Por regalarme el tiempo, la vida y sobre todo a mi Familia que fue un lugar perfecto para crecer, formarme como ser humano y recibir el amor que necesite, a mis padres que fueron incondicionales ambos para lograr estar haciendo este trabajo de integración curricular. Mi madre que fue un pilar importante en mi vida con sus regaños y premiaciones, con sus consejos, apoyo incondicional, amor y preocupación por mi bienestar. A mi papá que siempre fue duro de entender, pero fácil de pedirle ayuda, su preocupación por sí comía, mi salud, fue fundamental en mi vida por su humildad y ejemplo de cómo se sale adelante a pesar de las adversidades y su amor. A mis hermanos que siempre los sentí presentes en cada minúsculo paso que daba. A mi hermana que nunca me cabra la vida para agradecerle lo que hizo por mí en momentos que solo ella me pudo entender. A mi hermano que cada vez que nos vemos me siento bienvenido en su hogar, en su vida y sobre todo me siento feliz al verlo y decidir qué camino debo seguir y hacer. No puedo exceptuar a mis profesores especialmente de los que me enseñaron por las buenas o por las malas el regalo que es poder prepararse y aprender, un agradecimiento a cada uno de mis profesores que he cursado y a mi novia que me ha apoyado económicamente y muchas veces animándome a no desistir creyendo en mí en este trascurso de mi vida.

Ricky

## ÍNDICE DE CONTENIDO

ÍNDICE DE CONTENIDO .....	VII
ÍNDICE DE TABLAS.....	XI
ÍNDICE DE ILUSTRACIONES.....	XII
ÍNDICE DE ANEXOS .....	XIII
RESUMEN.....	XIV
SUMMARY .....	XV
INTRODUCCIÓN .....	1

### CAPÍTULO I

1. DIAGNÓSTICO DEL PROBLEMA .....	3
1.1. Planteamiento del problema .....	4
1.2. Antecedentes.....	4
1.3. Justificación.....	5
1.4. Objetivos.....	6
1.4.1. <i>Objetivo general</i> .....	6
1.4.2. <i>Objetivos específicos</i> .....	7

### CAPÍTULO II

2. FUNDAMENTOS TEÓRICOS.....	8
2.1. El agua como recurso .....	8
2.2. Clasificación de los cuerpos de agua .....	9
2.3. Ciclo del agua .....	9
2.4. Calidad de agua .....	10
2.5. La pureza del agua .....	11
2.6. Calidad microbiológica del agua .....	11
2.7. Contaminación del agua.....	12
2.8. Enfermedades de transmisión hídrica .....	12
2.9. Enfermedades de origen hídrico.....	13
2.10. Agua potable .....	13
2.11. Parámetros físicos.....	13
2.11.1. <i>Turbiedad</i> .....	13
2.11.2. <i>Potencial de hidrógeno – pH</i> .....	14



<b>2.12.</b>	<b>Parámetros físico-químicos</b> .....	14
<b>2.12.1.</b>	<i>Demanda Química de Oxígeno (DQO)</i> .....	14
<b>2.12.2.</b>	<i>Sulfatos</i> .....	14
<b>2.12.3.</b>	<i>Hidrocarburos totales de petróleo – TPH</i> .....	15
<b>2.12.4.</b>	<i>Cadmio</i> .....	15
<b>2.12.5.</b>	<i>Hierro</i> .....	16
<b>2.12.6.</b>	<i>Plomo</i> .....	16
<b>2.12.6.</b>	<i>Cobre</i> .....	17
<b>2.13.</b>	<b>Parámetros microbiológicos</b> .....	18
<b>2.13.1.</b>	<i>Coliformes fecales</i> .....	18
<b>2.13.2.</b>	<i>Coliformes totales</i> .....	19
<b>2.14.</b>	<b>Muestra de agua</b> .....	19
<b>2.15.</b>	<b>Muestra compuesta</b> .....	19
<b>2.16.</b>	<b>Muestreo</b> .....	20
<b>2.16.5.</b>	<i>Normas INEN 2169</i> .....	20
<b>2.17.</b>	<b>Tamaño muestral para poblaciones finitas</b> .....	21
<b>2.18.</b>	<b>Espectroscopía de emisión atómica</b> .....	22
<b>2.19.</b>	<b>Espectroscopia de absorción atómica</b> .....	23
<b>2.20.</b>	<b>Criterios de calidad del agua</b> .....	23
<b>2.21.</b>	<b>Procesos de potabilización del agua</b> .....	25
<b>2.22.</b>	<b>Norma Técnica Ecuatoriana (INEN 1108)</b> .....	29

### CAPITULO III

<b>3.</b>	<b>MARCO METODOLÓGICO</b> .....	30
<b>3.1.</b>	<b>Tipo de investigación</b> .....	30
<b>3.1.1.</b>	<i>Levantamiento de información</i> .....	30
<b>3.1.1.1.</b>	<i>Entrevista al operador de la Planta Modular Compacta de Agua Potable Parroquia El Dorado</i> .....	30
<b>3.1.1.2.</b>	<i>Levantamiento de información por medio de encuestas a la parroquia El Dorado</i> ....	31
<b>3.1.1.3.</b>	<i>Fórmula para tamaño muestral para población finita de encuestas</i> .....	31
<b>3.1.1.4.</b>	<i>Toma de muestras</i> .....	33
<b>3.1.1.5.</b>	<i>Numero de muestras</i> .....	33
<b>3.1.1.6.</b>	<i>Criterios de recolección</i> .....	33
<b>3.1.1.7.</b>	<i>Consideraciones para la toma de muestras físico-químico:</i> .....	34
<b>3.1.1.8.</b>	<i>Preservación de la muestra</i> .....	37
<b>3.1.1.9.</b>	<i>Rotulado de la muestra</i> .....	37

3.1.1.10.	<i>Embalaje y transporte de la muestra</i> .....	38
3.1.1.11.	<i>Traslado de muestras</i> .....	38
3.1.2.	<b>Análisis en el laboratorio</b> .....	39
3.1.2.1.	<i>Preparación de soluciones</i> .....	39
3.1.2.2.	<i>Medición del pH y conductividad en muestras de agua.</i> .....	39
3.1.2.3.	<i>Determinación de análisis microbiológicos</i> .....	40
3.1.2.4.	<i>Determinación de turbidez</i> .....	42
3.1.2.5.	<i>Metodología para determinar sulfatos</i> .....	42
3.1.2.6.	<i>Metodología para análisis de metales pesados Cd, Fe, Cu y Cr.</i> .....	44
3.1.2.7.	<i>Metodología para determinar la Demanda Química de Oxígeno (DQO)</i> .....	46
3.1.2.8.	<i>Metodología para determinar TPH</i> .....	47
3.1.3.	<b>Desinfección microbiológica</b> .....	50
3.1.3.1.	<i>Desinfección preventiva</i> .....	50
3.1.3.2.	<i>Desinfección Correctiva</i> .....	50

#### CAPITULO IV

4.	<b>RESULTADOS</b> .....	52
4.1.	<b>Resultados de las encuestas</b> .....	52
4.1.1.	<i>Tamaño muestral para la parroquia El Dorado</i> .....	52
4.1.2.	<i>Tabulación de las encuestas realizadas</i> .....	52
4.2.	<b>Análisis del laboratorio</b> .....	55
4.2.1.	<b>Resultados de muestras de agua para alimentación de la Planta Modular Compacta de Agua Potable Parroquia el Dorado</b> .....	55
4.2.1.1.	<i>Resultados de los parámetros físicos</i> .....	58
4.2.1.2.	<i>Resultados de los parámetros Físico-Químicos</i> .....	59
4.2.1.3.	<i>Resultados de los parámetros microbiológicos</i> .....	62
4.2.2.	<b>Resultados de las muestras del almacenamiento de la Planta Modular Compacta de Agua Potable Parroquia el Dorado</b> .....	63
4.2.2.1.	<i>Resultados de los parámetros Físicos</i> .....	66
4.2.2.2.	<i>Resultados de los parámetros físico-químicos</i> .....	67
4.2.2.3.	<i>Resultados de los parámetros microbiológicos</i> .....	69
4.3.	<b>Evaluación de los Resultados</b> .....	70
4.4.	<b>Discusión</b> .....	71

**CAPITULO V**

**5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES ..... 75**

**BIBLIOGRAFÍA**

**ANEXOS**

## ÍNDICE DE TABLAS

<b>Tabla 2-1:</b> Solubilidad de los compuestos del plomo .....	17
<b>Tabla 2-2:</b> Valores de precisión de tamaño muestral .....	21
<b>Tabla 2-3:</b> Técnicas de espectroscopia más utilizadas .....	22
<b>Tabla 2-4:</b> Criterios de calidad de fuentes de agua para consumo humano y uso doméstico ....	24
<b>Tabla 2-5:</b> Requisitos físicos, químicos y microbiológicos del agua para consumo humano de las normas INEN 1108 .....	29
<b>Tabla 3-1:</b> Coordenadas de los puntos de muestreo.....	33
<b>Tabla 3-2:</b> Técnicas generales para la conservación de muestras - análisis físico-químico.....	35
<b>Tabla 3-3:</b> Materiales y equipos utilizados para la toma de muestras.....	37
<b>Tabla 3-4:</b> Equipos y materiales de medición del pH y conductividad.....	40
<b>Tabla 3-5:</b> Equipos y materiales para análisis microbiológicos .....	41
<b>Tabla 3-6:</b> Reactivo para análisis microbiológicos .....	42
<b>Tabla 3-7:</b> Equipos para medición de Sulfatos y Turbidez .....	43
<b>Tabla 3-8:</b> Reactivos para la medición de Sulfatos .....	44
<b>Tabla 3-9:</b> Equipos y gases para análisis de metales pesados .....	45
<b>Tabla 3-10:</b> Estándares para calibrar el equipo Espectrómetro de absorción atómica .....	45
<b>Tabla 3-11:</b> Equipos de medición de Hidrocarburos Totales de Petróleo (TPH).....	48
<b>Tabla 3-12:</b> Instrumentos y reactivos utilizados para análisis de Hidrocarburos Totales de .....	49
<b>Tabla 4-1:</b> Resultados de la muestra A22-174 .....	55
<b>Tabla 4-2:</b> Resultados de la muestra A22-175 .....	56
<b>Tabla 4-3:</b> Resultados de la muestra A22-176 .....	57
<b>Tabla 4-4:</b> Resultados de la muestra A22-171 .....	63
<b>Tabla 4-5:</b> Resultados de la muestra A22-172 .....	64
<b>Tabla 4-6:</b> Resultados de la muestra A22-173 .....	65
<b>Tabla 4-7:</b> Evaluación de los resultados obtenidos en el Laboratorio del GADPO de las muestras obtenidas en el Arroyo la Florida.....	70
<b>Tabla 4-8:</b> Evaluación de los resultados obtenidos en el Laboratorio del GADPO de las muestras .....	71

## ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

<b>Ilustración 2-1:</b>	Coagulación en los procesos de .....	26
<b>Ilustración 2-2:</b>	Floculación procesos de.....	26
<b>Ilustración 2-3:</b>	Decantación de proceso de.....	27
<b>Ilustración 2-4:</b>	Filtrado del proceso de.....	28
<b>Ilustración 2-5:</b>	Cloración del proceso de.....	29
<b>Ilustración 3-1:</b>	Mapa de ubicación del área de estudio .....	32
<b>Ilustración 3-2:</b>	Recepción de muestras.....	39
<b>Ilustración 4-1:</b>	Resultado de la tabulación de la pregunta 1.....	52
<b>Ilustración 4-2:</b>	Resultado tabulación de la pregunta 2 .....	53
<b>Ilustración 4-3:</b>	Resultado de la tabulación de la pregunta 3.....	53
<b>Ilustración 4-4:</b>	Resultado de la tabulación de la pregunta 4.....	54
<b>Ilustración 4-5:</b>	Resultados de tabulación de la pregunta 5 .....	54
<b>Ilustración 4-6:</b>	Grafica de Potencial de Hidrógeno punto B .....	58
<b>Ilustración 4-7:</b>	Gráfica de la turbidez de las muestras del punto B.....	59
<b>Ilustración 4-8:</b>	Gráfica del Plomo, Cadmio, Cobre y Hierro de las muestras del punto B ....	59
<b>Ilustración 4-9:</b>	Gráfica de Hidrocarburos totales de petróleo de las muestras del punto B ...	60
<b>Ilustración 4-10:</b>	Gráfica de los Sulfatos de las muestras del punto B .....	61
<b>Ilustración 4-11:</b>	Gráfica de la Demanda Química de Oxígeno de las muestras del punto.....	62
<b>Ilustración 4-12:</b>	Gráficas de los coliformes fecales de las muestras del punto .....	62
<b>Ilustración 4-13:</b>	Grafica de los resultados de Potencial de Hidrógeno de las muestras A .....	66
<b>Ilustración 4-14:</b>	Grafica de la turbidez de las muestras del punto A.....	67
<b>Ilustración 4-15:</b>	Gráfica del plomo y Cromo de las muestras del punto A .....	67
<b>Ilustración 4-16:</b>	Gráfica del cobre de las muestras del punto A .....	68
<b>Ilustración 4-17:</b>	Gráfica del cadmio de las muestras del punto A.....	69
<b>Ilustración 4-18:</b>	Gráfica de los coliformes fecales de las muestras del punto A.....	69

## **ÍNDICE DE ANEXOS**

- ANEXO A:** TOMA DE MUESTRAS EN EL ARROYO LA FLORIDA PARA PARÁMETROS
- ANEXO B:** ETIQUETADO DE MUESTRAS FÍSICO-QUÍMICA
- ANEXO C:** TOMA DE MUESTRAS MICROBIOLÓGICAS EN EL ARROYO LA FLORIDA
- ANEXO D:** ETIQUETADO DE MUESTRAS MICROBIOLÓGICAS TOMADAS EN EL
- ANEXO E:** PLANTA MODULAR COMPACTA DE AGUA POTABLE PARROQUIA EL
- ANEXO F:** TOMA DE MUESTRAS FÍSICO-QUÍMICAS EN EL TANQUE DE ALMACENA
- ANEXO G:** TOMA DE MUESTRAS MICROBIOLÓGICAS EN EL TANQUE DE
- ANEXO H:** RECEPCIÓN DE LAS MUESTRAS EN EL LABORATORIO DEL GOBIERNO
- ANEXO I:** FILTRACIÓN DE LAS MUESTRAS DE AGUA POR MEDIO DEL EQUIPO  
COLECTOR DE FILTRACIÓN 3 (PALL) A TRAVÉS DE UNA MEMBRANA O  
FILTRO PARA DETERMINACIÓN DE PARÁMETROS MICROBIOLÓGICOS
- ANEXO J:** DETERMINACIÓN DEL POTENCIAL DE HIDRÓGENO (PH) USANDO EL
- ANEXO K:** DETERMINACIÓN DE LA TURBIDEZ DE LAS MUESTRAS POR MEDIO
- ANEXO L:** DETERMINACIÓN DE METALES PESADOS DE LAS MUESTRAS DE AGUA
- ANEXO M:** DETERMINACIÓN DE HIDROCARBUROS TOTALES DE PETRÓLEO (TPH)
- ANEXO N:** HOMOGENIZACIÓN DE LA MUESTRA DE AGUA CON EL HEXANO, SÍLICA  
GEL, Y SULFATO DE SODIO PARA DETERMINACIÓN DE  
HIDROCARBUROS TOTALES DE PETRÓLEO (TPH)
- ANEXO O:** ENCUESTA A COMERCIANTE DE LA PARROQUIA EL DORADO
- ANEXO P:** ENCUESTA A ARTESANO DE LA PARROQUIA EL DORADO
- ANEXO Q:** INFORME DE LOS RESULTADOS DE LA MUESTRA A22-171
- ANEXO R:** INFORME DE LOS RESULTADOS DE LA MUESTRA A22-172
- ANEXO S:** INFORME DE LOS RESULTADOS DE LA MUESTRA A22-173
- ANEXO T:** INFORME DE LOS RESULTADOS DE LA MUESTRA A22-174
- ANEXO U:** INFORME DE LOS RESULTADOS DE LA MUESTRA A22-175
- ANEXO V:** INFORME DE LOS RESULTADOS DE LA MUESTRA A22-176

## RESUMEN

La calidad del agua en la Amazonia Ecuatoriana tiene como déficit en su calidad más no su disponibilidad. En la parroquia El Dorado existe una Planta Modular Compacta de Agua Potable la cual carece de mantenimiento, pero a su vez trata el agua que es extraída del arroyo La Florida y como disposición final abastece a la parroquia, por lo tanto, el objetivo de la presente investigación fue realizar una evaluación de la calidad del agua de la planta modular compacta de agua potable parroquia El Dorado en la Provincia de Orellana por medio de los índices de calidad del agua, año 2023. La metodología implementada tuvo un enfoque cualitativo y cuantitativo, se utilizó un método de muestreo indicado en la normativa INEN 2169, las muestras recolectadas en el arroyo la Florida y la muestra recolectada en la Planta Modular Compacta de Agua Potable Parroquia El Dorado fueron analizadas en el laboratorio del Gobierno Autónomo Descentralizado de la Provincia de Orellana (GADPO) para ser comparadas con las normativas INEN 1108 y Acuerdo Ministerial 097-A. Mediante esta metodología se logró determinar que las muestras recolectadas en el arroyo La Florida no cumplen con los parámetros Físicos- Químicos permisibles de Plomo, TPH (Hidrocarburos Totales de Petróleo) y DQO (Demanda Química de Oxígeno), las muestras recolectadas en la Planta Modular Compacta de Agua Potable Parroquia El Dorado exceden los límites máximos permisibles de Plomo, Cadmio, Cromo y coliformes fecales. En este contexto se concluye que el agua que alimenta a la Planta Modular Compacta de Agua Potable Parroquia El Dorado no cumple con los requisitos máximos permisibles de los parámetros Físicos- Químicos además que el agua que es suministrada a la parroquia El Dorado no cumple con los límites máximos permisibles de los parámetros fisicoquímicos y microbiológicos.

**Palabras clave:** <CALIDAD DEL AGUA>, <EL DORADO (PARROQUIA)>, <ORELLANA (PROVINCIA)>, <PLANTA MODULAR COMPACTA DE AGUA POTABLE PARROQUIA EL DORADO>, <ANÁLISIS DE AGUA>.

Cristian Tenelanda S.

Ing. Cristian Sebastián Tenelanda S.

0604686709

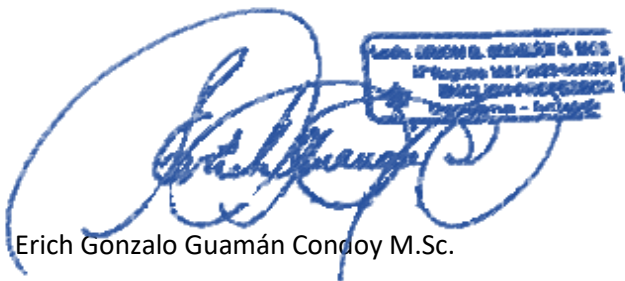


0307-DBRA-UPT-2024

## SUMMARY

The quality of water in the Ecuadorian Amazon has a deficit in its quality but not its availability. In El Dorado parish there is a Modular Compact Drinking Water Plant which lacks maintenance, but in turn treats the water that is extracted from the La Florida stream and as final disposal supplies the parish, therefore, the objective of this research was to evaluate the water quality of the modular compact drinking water plant in the El Dorado parish in the Province of Orellana through water quality indices, year 2023. The methodology implemented had a qualitative and quantitative approach, a sampling method indicated in INEN 2169 was used, the samples collected in the Florida stream and the sample collected in the El Dorado Parish Modular Compact Drinking Water Plant were analyzed in the laboratory of the Decentralized Autonomous Government of the Province of Orellana (GADPO) to be compared with INEN 1108 and Ministerial Agreement 097-A regulations. Using this methodology, it was determined that the samples collected in the La Florida stream do not meet the allowable physical-chemical parameters for lead, TPH (Total Petroleum Hydrocarbons) and COD (Chemical Oxygen Demand); the samples collected at the El Dorado Parish Modular Compact Drinking Water Plant exceed the maximum allowable limits for lead, cadmium, chromium and fecal coliforms. In this context, it is concluded that the water that feeds El Dorado Parish Modular Compact Drinking Water Plant does not comply with the maximum permissible requirements for physical-chemical parameters and that the water supplied to El Dorado does not comply with the maximum permissible limits for physical-chemical and microbiological parameters.

**Keywords:** < WATER QUALITY>, < EL DORADO (PARISH)>, < ORELLANA (PROVINCE)>, <EL DORADO PARISH COMPACT MODULAR DRINKING WATER PLANT>, <WATER ANALYSIS>



Erich Gonzalo Guamán Condoy M.Sc.

0704554484



## INTRODUCCIÓN

El plante tierra está conformado por el 70% de agua, de esta el 2.5% pertenece a agua dulce, mientras que el 97.5% es de agua salada. El mayor porcentaje del agua dulce esta condensada en los glaciares, precipitada en Lagos, atmosfera, seres vivos, ríos y el restante se encuentran de forma húmeda en el suelo, como en depósitos subterráneos y acuíferos. Se considera que el 0.6% del agua está en constante circulación en un ciclo, que pasa por evaporación, traspiración, precipitación y finalmente retorno al mar. El agua es un recurso limitado que debe ser tratada con el mayor grado de importancia, se debe cuidarla, protegerla y gestionada al ser un recurso vital para los seres vivos (Mejía y Córdova, 2019, p. 1), (Gómez et al., 2010, p. 2).

Los derechos humanos se han analizado desde sus necesidades primordiales y necesidades vitales indispensables para la vida, se han logrado establecer en la jurisdicción bajo este concepto bases sobre el derecho a un agua de calidad. El derecho a agua de calidad, esto lo podemos encontrar en la agenda 2030 como un objetivo además del acceso, disponibilidad para todos y precios accesibles (Valdés y Uribe, 2016, pp. 3-5).

El agua se caracteriza por su vulnerabilidad a contaminantes, el hombre continúa contaminando y limitando las fuentes de agua dulce para distintos usos. Las enfermedades que se propagan por aguas contaminadas por material fecal que han diezmando poblaciones, actualmente el agua insalubre ha generado la disminución de la calidad de vida para los seres humanos (Baque et al., 2016, p. 3), (Rivas y Aubrum, 2015, p. 1).

El agua de consumo humano pasa por diversos procesos de potabilización, estos procesos pueden ser físicos, químicos y biológicos. Estos procesos tienen como fin la eliminación de contaminantes que puedan causar enfermedades a los seres vivos que la consumen. El propósito del tratamiento de esta agua es garantizar su calidad con los parámetros establecidos en las leyes vigentes de nuestro país (Barreto, 2015, p. 33).

En el Ecuador la gestión del recurso hídrico para los pueblos debería de darse a todos sus territorios con el fin de enseñar a racionalizar, conservar, mejorar continuamente su aprovechamiento. La secretaria nacional del agua es la única autoridad de administrar este recurso. En la Constitución del Ecuador del 2008 se indica que se estima patrimonio nacional estratégico de uso público, perteneciente a la naturaleza y de elemento vital para los seres vivos, por ello se gestiona y gestionará su distribución y se sancionará a quienes atenten contra este derecho (Mejía y Córdova, 2019, p. 1).

Realizar un análisis de agua disponible para la parroquia El Dorado garantizaría una calidad sanitaria del agua para el consumo humano. Se afianzaría que este recurso no renovable este libre de cualquier contaminante perjudicial para la salud. Beneficiando a la parroquia con un análisis continuo esto indicará mediante datos cualitativos y cuantitativos el tipo de calidad de agua que se consume en la parroquia (Gómez et al., 2016, p. 2).

## CAPÍTULO I

### 1. DIAGNÓSTICO DEL PROBLEMA

La accesibilidad al agua potable es un problema a nivel mundial este desafío es uno de los grandes problemas de sanidad. Los objetivos planteados por las naciones unidas sobre el desarrollo sostenible del agua son prioridades de primer orden además de garantizar el acceso al agua potable como un derecho humano para toda la humanidad. Los municipios y estados deberán preocuparse por este derecho enfatizando el 100% en el acceso a la sociedad para consumo, uso diario, higiene y uso para producción socioeconómica sostenible. Realizar este tipo de gestión se debe tener en cuenta que debe ser realizado por técnicos y administrativos de acuerdo al conocimiento sobre sostenibilidad, Ingeniería, manejo de personal, finanzas, entre otros (Cruz y Centeno, 2020, pp. 3).

El agua que se utiliza para la potabilización se extrae de los ríos y estas necesitan un tratamiento complejo y caro antes de ser suministrada a los consumidores, debido a que todo termina en las cuencas hidrográficas esta no deja de estar expuesta a contaminantes como, coliformes fecales, polvos, polen, bacterias, esporas e incluso organismos mayores. Las emisiones de contaminantes de las industrias en la parroquia Dayuma (Campo Auca) se logró identificar un aproximado de 19 piscinas que terminan en derrames en 20 ocasiones por cada 1000 habitantes contaminando el río Rumiyaçu, estos desembocan en el río Sol y a otras cuencas hidrográficas de la provincia de Orellana los mecheros de campos producen contaminantes volátiles que son emitidas a la atmósfera y estas vuelven a la geosfera mediante precipitaciones. Las aguas servidas, industriales, terminan en efluentes los mismos que termina usando como fuente primaria para agua de consumo humano (Romero, 2008, pp. 3-4).

Los diferentes tipos de contaminación forman parte de nuestra realidad, los microorganismos invaden el agua por su naturaleza, la principal fuente de contaminación se da por las actividades antropogénicas. El sodio, hierro, cobre, calcio y selenio son sustancias introducidas por los seres humanos de la agricultura, por el uso de pesticidas abonos inorgánicos, residuos de hidrocarburos, hidrocarburos en su totalidad o derrames de petróleo. Los lixiviados provenientes de botaderos de basura son un problema de contaminación que terminan deteriorando la calidad del suelo, agua dulce y pozos negros (Monge y Brenes, 2007, pp. 1-3).

La salud para los seres humanos es una prioridad para estados desarrollados y en desarrollo. La protección de la salud pública necesita una fuente y distribución de agua de calidad con constantes peritajes, exámenes para determinar si existe la higiene requerida para las plantas de tratamiento y potabilización de agua. La mayoría de los brotes y problemas de salud pública se resume en

fallas en el tratamiento de potabilización. Es importante optimizar métodos de análisis sensibles al material fecal, estos se encuentran como residuos en el agua por la evacuación de animales silvestres, también son arrastrados de los páramos, nevados. Son los causantes de fuertes infecciones, diarreas, diarreas con sangre, dolores de estómago, daño de riñones o un progreso al síndrome urémico hemolítico (Rock y Rivera, 2014, pp. 1-3; Córdoba et al., 2010, p. 4).

### **1.1. Planteamiento del problema**

Hoy en día las actividades antropogénicas son las principales responsables de la contaminación del recurso hídrico, debido al uso indiscriminado de productos químicos que terminan contaminando las fuentes hídricas en la provincia de Orellana. Otro tipo de contaminación hídrica es debido a que las excreciones de los animales que son arrastradas hasta las fuentes hídricas, por efecto de escorrentía. Por lo cual, se plantea realizar la caracterización fisicoquímica y microbiológica de los cuerpos hídricos del arroyo La Florida y el tanque de almacenamiento de agua potable de la PLANTA MODULAR COMPACTA DE AGUA POTABLE PARROQUIA EL DORADO, dado que actualmente no existe información que garantice el uso del aguas tratada en la planta de potabilización para las actividades de uso diario de la población de la parroquia el Dorado.

### **1.2. Antecedentes**

Las personas utilizan un porcentaje de 3 litros de agua potable al día esto de manera mínima hasta 20 litros de agua para las actividades diarias y cotidianas. En el Ecuador por su ubicación geográfica tiene beneficios de tenencias de recursos hídricos con un total de 22.500m<sup>3</sup>/hab/año. En la Organización mundial de la salud OMS considera que se debe disponer de 1000m<sup>3</sup>/hab/año. Resultando claramente que la presencia de agua dulce es mayor a los estándares establecidos por esta organización (Castro, 2015, pp. 1-15). Existen varias razones para analizar la calidad de agua presente en cada cantón y parroquia donde existe seres humanos que las consuman, este estudio incluye justificaciones socioeconómicas, sanitarias y valores éticos sobre derechos a un consumo de agua de calidad. El aumento de las poblaciones desemboca una nueva competencia por el líquido vital para el uso doméstico, agrícola, piscicultura y ganadero. Este incremento de actividades humanas es indispensable darse sin el recurso hídrico (Mejía y Rene, 2005, p. 16).

Garantizar nuevas tecnologías, estudios constantes sobre calidad de vida correlacionada con la calidad del agua que es fundamental para la sociedad y su desarrollo. Las líneas de interés incluyen un determinado análisis de contaminantes presentes en el agua sean químicos, físicos o microbiológicos. La contaminación del recurso hídrico y sus efectos en la población son

inminentes, causando enfermedades patógenas, estas pueden proceder por contaminación de pesticidas de las actividades agrícolas. La contaminación microbiológica se da por hongos, virus y bacterias presentes en los coliformes fecales. Los tipos de contaminación también se pueden dar por presencia de corrosión, esta se encuentra en las tuberías de las plantas de tratamiento y potabilización, así como en el área de almacenamiento producido por mecanismos fisicoquímicos (Monge y Brenes, 2007, pp. 1-3).

El agua es sinónimo de vida, pero esta si no es de calidad contrae enfermedades, puede ser portadora de microorganismos parásitos que en casos graves puede llegar a la muerte. Crear una red segura para este recurso hídrico es generar un ambiente higiénico para los habitantes del Dorado y se fortalece al hacer monitoreos de control. Esto evita o limita la propagación de enfermedades al hombre y animales. De las enfermedades contraídas la mayoría de los casos se da por ignorancia, pobreza y un saneamiento deficiente (Córdoba et al., 2010, p. 3).

La cabecera parroquial el Dorado se encuentra situada dentro de la provincia de Orellana, cantón Fco. De Orellana. Geográficamente la parroquia El Dorado se encuentra entre las coordenadas de latitud sur 0°31'51,65'' y 0°33'50,99'', y entre 76°53'33,16'' y 76°55'4,83'' de longitud oeste, con una superficie de 130,719 Km<sup>2</sup>. Su población pertenece a ciudadanos de otras provincias con un estatus de media y baja economía. Dedicándose a actividades económicas como la agricultura, ganadería, piscicultura, avicultura y otras fuentes de turismo de la localidad (Nuñez y Salazar 2015, p. 32). La generación de este análisis para la parroquia el Dorado es un pilar hacia el desarrollo conjunto entre profesional -comunidad. Fundamentando los beneficios, contribuciones hacia el reconocimiento del agua como derecho humano fundamental bajo el un marco constitucional, asegurando precautelar la vida como tal, para la comunidad que yacen y ejercen actividades dentro de la parroquia (Sánchez y Guanoquiza, 2019, p. 1).

### **1.3. Justificación**

En la parroquia El Dorado se caracteriza por su turismo interno, intentando innovar con centros turísticos y de atracción para los pobladores de la provincia de Orellana, las fuentes principales de economía son la crianza de ganado vacuno, apicultura, avicultura, porcicultura, y actividades agrícolas, el mayor porcentaje de la población que habita en esta parroquia son de medianos y bajos recursos, los asentamientos se dan en barrios nuevos expandiéndose con poco o nulo control, la luz eléctrica es de muy difícil acceso para algunos moradores de la zona teniendo que colgarse de las líneas eléctricas provocando muchas veces apagones en los transformadores.

El agua en la parroquia el dorado es administrada por una planta de tratamiento llamada "Planta Modular Compacta de Agua Potable Parroquia El Dorado " esta abastece a la cabecera parroquial, esta planta de tratamiento y potabilización se abastece de la fuente principal el arroyo La Florida una microcuenca que alimenta a esta parroquia, Este arroyo posee una gran cantidad de seres vivos de diferentes tamaños, macroorganismos y microorganismos. Esta no está exenta de contaminantes químicos, actividades agrícolas, fertilizantes usados en la zona, que dan como resultado el desgaste de la calidad del agua del arroyo.

La contaminación de este efluente también se da por material fecal de animales, estos excretan cerca del arroyo o en el mismo, aumentando la contaminación microbiológica generando afecciones para los seres vivos que la consumen, las heces de los animales pueden contaminar con parásitos patógenos, virus y bacterias. Estas pueden producir enfermedades de carácter leve y crónica según el agente microbiológico que se haya logrado infiltrar durante el consumo de agua. Las alergias no están exentas de la sintomatología de un agua de mala calidad, así como los hongos que también afectan a la piel siendo su única cura son medicamentos antimicóticos.

Los únicos problemas no son solo la fuente de abastecimiento del agua. En el Ecuador cuna de la vida por las condiciones climáticas y vegetación es una lucha constante por prevalecer para todo ser vivo , la generación de vida se puede dar de tamaños micro, tal es el caso que dentro de una planta de tratamiento y potabilización la cual se infiltran microorganismo después de ser tratados, clorados, generado un proceso de floculación coagulación, sedimentación, por eso es importante realizar constantes análisis que garanticen la calidad de agua que por derecho todo ser humano debe tener un libre acceso y a un costo accesible.

El problema en la amazonia ecuatoriana con respecto a un agua de calidad no depende de su abundancia más si de mala calidad para los habitantes, los problemas de contaminación a fuentes de agua dulce en la provincia de Orellana ha sido una constante desde que la fuente principal de la economía del Ecuador es la exportación de petróleo. Es importante saber que realizar estudios, peritajes constantes es un medio que aseguraría no vulnerar los derechos que pertenecen a todos los habitantes de la parroquia El Dorado.

## **1.4. Objetivos**

### ***1.4.1. Objetivo general***

Evaluar de la calidad del agua de la Planta Modular Compacta de Agua Potable Parroquia El Dorado en la provincia de Orellana por medio de los índices de calidad del agua.

#### ***1.4.2. Objetivos específicos***

1. Identificar el estado actual de la zona de influencia de la Planta Modular Compacta de Agua "Parroquia El Dorado".
2. Caracterizar el efluente y afluente mediante los análisis físico-químicos y microbiológicos para interpretación de la calidad del agua como suministro de agua a la parroquia El Dorado.
3. Interpretar los resultados de la caracterización del agua con los criterios normativos del Acuerdo Ministerial 097-A, Anexo 1, Tabla 1 y la NTE INEN 1108.

## CAPÍTULO II

### 2. FUNDAMENTOS TEÓRICOS

#### 2.1. El agua como recurso

El agua se encuentra presente en todas las fuentes de vida, es un recurso indispensable para el planeta, muchas de las actividades que desarrolla el ser humano no se puede hacer sin agua, para subsistir se realiza actividades como la ganadería y agricultura como productos de primera necesidad y estas no se podrían llevar a cabo si no es con agua. La cantidad de agua disponible en nuestro entorno está cambiando constantemente por el ciclo del agua, quiere decir que se encuentra en constantes entradas y salidas de la geosfera por los diferentes estados de la materia del agua condensación, precipitación y evaporación. En general el agua que entra proviene de las escorrentías y estas las adquirieron de precipitaciones, el agua subterránea se almacena ahí de las filtraciones de las aguas superficiales por medio de los suelos porosos, la pérdida de agua superficiales es por la evaporación. Estas son algunas de las entradas y salidas del ciclo del agua. El ser humano extrae el agua para su consumo y satisfacer sus necesidades básicas.

La constante cantidad del recurso hídrico movilizado desde su punto natural hasta donde se realice actividades antropogénicas cambia. A pesar de que el agua sea un compuesto sencillo es único y hace de esa sustancia la más importante del planeta para la subsistencia de la vida. Desde el punto de vista biológico el agua es el medio en donde suceden todas las reacciones químicas dentro de los seres vivos, de algo tan simple como saciar la sed hasta generar nuevas células. El agua está en constante intercambio dentro de nuestro cuerpo y con el entorno.

En la sociedad el acceso a este suministro representa un desarrollo económico local y regional mejorando el nivel de vida de los que disponen de este recurso hídrico, es capaz de desarrollar sostenibilidad económica, en áreas comerciales. Existe la necesidad de consumir y satisfacer las necesidades actuales sin comprometer las necesidades futuras. El acceso a un agua de calidad está delimitado por el derecho humano y se deben de cumplir con los requisitos imprescindibles como son:

- Abastecimiento de agua necesaria y continuo.
- El agua debe estar libre de contaminantes microbiológicos, patógenos, no patógenos, microorganismos, parásitos, sustancias químicas peligrosas, o contaminantes que puedan poner en riesgo la salud.
- El olor, sabor y color deberá cumplir con los requisitos establecidos.



- Los servicios de agua deben de ser accesibles para todos (Pradana et al., 2019, pp. 11-12).

## 2.2. Clasificación de los cuerpos de agua

Todos los cuerpos están interceptados desde la atmósfera hasta los cuerpos físicos como los ríos, océanos a través del ciclo hidrológico. La clasificación de estos cuerpos de agua es:

**Ríos:** Son cuerpos de agua que fluyen con corrientes unidireccionales con velocidades que promedian entre 0.1m/s y 1m/s. El flujo de estos ríos varía constantemente y dependen de las condiciones climáticas y área de drenaje su variabilidad. En si los ríos son cuerpos de agua los cuales están relacionados entre sí y su calidad de agua es importante en el sentido de flujo.

**Los Lagos:** En este sistema de agua, la velocidad varía entre 0.1 m/s y 0.001 m/s esto en la zona litoral o superficie. Esto hace que el agua permanezca mezclada por varios años y su calidad de agua dependa con el estado trófico y los periodos de estratificación.

**Aguas subterráneas:** Estos cuerpos de agua están gobernados por el estado estacionario con velocidades promediadas entre  $10^{-10}$  m/s y  $10^{-3}$  m/s dependen en gran medida de la porosidad y permeabilidad del entorno que lo rodee.

➤ *Tipos de cuerpos de agua*

**Embalses:** Se los considera a los intermediarios entre los lagos y ríos y su calidad de agua depende de su operacionalización de ambos cuerpos.

**Ciénagas:** Son Ecosistemas intermediarios entre un lago y un acuífero freático.

**Estuarios:** Ecosistema acuático intermediarios entre río y mar (Sierra, 2021, pp. 27-28).

## 2.3. Ciclo del agua.

El agua está sometida en un ciclo llamado ciclo del agua esta consiste en la acción calorífica y elevación de temperaturas por el sol evaporarse, este vapor de agua asciende a la atmósfera por ser un gas, el agua evaporada se condensa en forma de nubes hasta cargarse y ser lo suficientemente pesada para caer por efecto de la gravedad, este proceso se denomina precipitación. Este proceso tiene como fin regular la temperatura del planeta, hidrata a los suelos haciéndolos fértiles para las actividades agrícolas y mantienen en constante movilidad las aguas negras o servidas hasta distribuirlas con el fin de que se vuelvan menos nocivas (De la Torre et al., 2020, p. 9).

## 2.4. Calidad de agua

La relación de la calidad del agua y calidad de vida es evidente además de prioritaria desde sus inicios en la década de los setenta. En el año 2000 “salud para todos “esta fueron las intenciones del evento internacional Alma Ata, subrayando como prioridad lo acordado para el desarrollo de los pueblos a un nivel de salud básica, además de la relación entre la salud y calidad del agua. La Organización mundial de la salud (OMS) encuentra la relación entre calidad del agua y pobreza, después de los resultados de la conferencia internacional se forjó las bases y principios para atender las relaciones básicas de manera sustentable y sostenible. Los cuatro principios se basan en estar vigentes en la actualidad, guiar al camino correcto de cómo se busca administrar, como gestionar el recurso agua en la conferencia Internacional sobre el agua y medio ambiente (CIAMA). Consideraron que la situación de los recursos hídricos mundiales se estaba volviendo crítica.

**Principio 1:** El agua dulce es un recurso finito, vulnerable y esencial para el desarrollo de la vida además de ser sostenible en el medio ambiente, la gestión integral de este recurso hídrico requiere de un enfoque integral del desarrollo económico, social y sobre todo de protección a la naturaleza. La relación entre las cuencas hidrográficas y los suelos serán basadas por una gestión eficaz y ética.

**Principio 2:** La gestión aplicada debe basarse en un planteamiento de participación ciudadana y usuarios, esta entidad será responsable de planificar a todos los niveles. El planeamiento basado en la participación de las políticas y usuarios será a fines de concienciar la importancia del agua. Y deberá de repartirse de manera adecuada a niveles elementales, con la participación ciudadana que ejercerá y ejecutará los proyectos sobre el agua.

**Principio 3:** La mujer es fundamental en el abastecimiento, gestión y protección del agua. La mujer cumple un papel primordial de promover conservar el agua del medio ambiente, es reflejado una disposición final de este aspecto, cuidar y gestionar del recurso hídrico. La exigencia de este principio es la aceptación a través de políticas efectivas que aborden las necesidades, las mujeres en su participación por los medios establecidos determinaran todo programa de ejecución del recurso hídrico, incluida en decisiones y ejecuciones.

**Principio 4:** El agua tiene un valor económico en todos sus usos y actividades destinadas, se deberá reconocer como tal un valor monetario. Este principio tiene su fundamento en reconocer ante todo su derecho fundamental a los seres humanos a tener acceso al agua y saneamiento por precios razonables. En la antigüedad la ignorancia ha llevado al derroche de este recurso con

efectos perjudiciales para el medio ambiente. En su posición de valor monetario del agua se puede aprovechar de manera eficaz y equitativa con el objetivo de proteger este recurso hídrico (Villena, 2018, p. 2).

## **2.5. La pureza del agua**

La utilización de cloro para la pureza es utilizada desde los años 70 el cloro reacciona en el agua con ciertos compuestos orgánicos, como sustancias húmicas. Estos forman compuestos halógenos orgánicos como el trihalometano, este compuesto químico es capaz de generar una mutación celular, esta información se demostró bajo experimentación con animales. El hablar de agua completamente pura es una irrealidad, el fin de conseguir agua potable es el objetivo, no solo agregarle cloro, es llevar a cabo unos procesos de clarificación, filtración, absorción de contaminantes presentes en el agua, realizar procesos de coagulación-floculación y finalmente añadir sustancias desinfectantes, esto variara su eficiencia y rendimiento en correlación de la fuente de agua a potabilizar, existen procesos que no cumplen a cabalidad con su función, hay sustancias que no se pueden eliminar o solo eliminarlo parcialmente. Estas sustancias que no se pueden eliminar al 100% son el sodio, nitratos, pesticidas, entre otros (Berdonces, 2008, p. 3).

## **2.6. Calidad microbiológica del agua**

Los análisis microbiológicos del agua son de principal importancia por el riesgo a la salud asociados a la contaminación microbiana según la Organización mundial de la salud (OMS). Este análisis verifica la existencia de microorganismos. El agua destinada para el consumo humano no debería contener microorganismos indicadores de material fecal, a su vez la presencia de contaminación por microorganismos patógenos específicos. Para el análisis de material fecal se utiliza como indicador *Escherichia coli*. Los virus y protozoos entéricos son más resistentes a desinfectantes que algunos microorganismos. Es aconsejable que además de la prueba de coliformes fecales se realice un análisis de microorganismos, como bacteriófagos o esporas bacterianas para determinar la presencia de microorganismos patógenos específicos. La insalubridad del agua no solo se encuentra en la fuente de abastecimiento hay algunos microorganismos que se logran desarrollar dentro de la planta de tratamiento y después de ser tratados dentro de tanques de potabilización como, por ejemplo: *Legionella*, estos microorganismos pueden crear epidemias.

Es importante entender que no solo se puede consumir agua contaminada, causa enfermedades el uso de manera tópica o el uso del agua en aerosol o inhalar se puede generar enfermedades. Algunas de las enfermedades generadas por los microorganismos presentes en el agua pueden

causar enfermedades de grado terminal. Las enfermedades que se puede ocasionar son fiebres, tifoidea, la cólera, la hepatitis infecciosa y las enfermedades causadas por Shigella y por Escherichia coli, otras sintomatologías son diarreas crónicas, severas, fiebres entre otras (Atencio, 2018, pp. 23-25).

## **2.7. Contaminación del agua**

La contaminación del agua hace referencia a la alteración de la calidad del agua con algún agente que cambie su composición química. Según la organización mundial de la salud la contaminación del agua es cuando su composición es modificada al punto de no ser útil para el uso al que este fuera destinado de uso natural. Es necesario agua de calidad para poder llevar a cabo nuestras actividades, en nuestro cuerpo el agua compone  $\frac{3}{4}$  partes del total de nuestro organismo. Aunque el planeta este cubierto por el 70% de agua solo 1% sirve para el consumo humano. Existe una escasez del líquido vital por la cual debemos cuidarla, el cuidado del agua es un problema que nos corresponde a todos, este planeta necesita de ella y los seres vivos dependemos en su totalidad.

**Fuentes Puntuales:** Descargan los contaminantes en fuentes específicas, lugares específicos como una refinería y sus descargas de Aguas residuales.

**Fuentes difusas:** No es un lugar de contaminación en un punto específico, es decir puede traer contaminantes de escorrentías, montañas ríos, este tipo de contaminación es muy difícil de controlar y tratar (Guadarrama et al., 2016. pp. 2-3).

## **2.8. Enfermedades de transmisión hídrica**

Es el agua que es usado como vehículo de traslado de agentes infecciosos, los microorganismos que son transportados pueden ser Bacterias, protozoos, en ocasiones olmitos, parásitos (Lombrices) estas llegan al medio hídrico por medio de evacuaciones intestinales de animales o seres humanos infectados. En el mundo el 80% de las enfermedades son gastrointestinales infecciosas o gastrointestinales y la tercera parte del origen de estas enfermedades son por el uso de agua de mala calidad y saneamiento que son consumidas por personas o animales. Según la Organización Mundial de la Salud se estima que se podría reducir el 80% de las afecciones al grado de mortalidad de este origen si se garantizaría el acceso al agua potable conjunto con una buena gestión de la misma (Bettini et al., 2010, pp. 53-56).

## **2.9. Enfermedades de origen hídrico**

Son enfermedades aquellas que son generadas por presencias de alguna sustancia Orgánica o inorgánica presentes en el agua que están por encima de las normas de calidad del agua para consumo. Estos componentes pueden provenir de diferente fuente que sea el contaminante. Los contaminantes inorgánicos pueden ser, Cadmio, Nitratos, Arsénico, Plomo entre otros. Los contaminantes orgánicos pueden originarse de hidrocarburos e incluso químicos volátiles, plaguicidas que contengan Organoclorados y fosforados (Bettini et al., 2010, p. 54).

## **2.10. Agua potable**

El agua potable es considera como apta para el consumo humano, este líquido vital puede ser consumido por toda una vida sin consecuencias para la salud, así como apta para el uso doméstico e higiene personal, el agua potable debe ser considerado de cumplir algunas condiciones:

- a) En estas condiciones el agua no debe presentar color, olor, sabor ni algún tipo de coliformes que cambien el aspecto del agua, turbidez o aspectos desagradables.
- b) Condiciones químicas: las condiciones que están deben de cumplirse son de ser agradables con la cantidad de sales y minerales en un punto equilibrado es decir no excesivo o insuficiente.
- c) Condiciones microbiológicas: estas condiciones deben de cumplirse al estar exentas de la presencia de todo organismo patógeno o infeccioso (Albarracin, 2021, pp. 30-35).

## **2.11. Parámetros físicos**

Los parámetros físicos, son las características que se pueden apreciar con los sentidos organolépticos como son la vista, olfato, etc. Tiende directamente con la estética y la aceptabilidad agua.

### **2.11.1. Turbiedad**

Es la dispersión de los rayos de luz en el agua, estos pueden variar por la presencia de partículas coloidales o macro. La presencia de turbidez indica un cambio de calidad de agua por la posible presencia de microorganismos y presencia de sustancias de diferente origen como fangos, sedimentos, arcillas, o material orgánico, La turbidez es un papel importante en la naturaleza ya que la actividad fotosintética de las plantas acuáticas depende de luz. En las aguas que presentan

un grado de turbidez la fotosíntesis se realiza en poca cantidad y afectara al fitoplancton y a su sistema (Sanchez, 2018, p. 29).

### **2.11.2. Potencial de hidrógeno – pH**

El Potencial de hidrogeno es la medición de los iones de hidrogeno presentes en la muestra o solución (Tafur, 2018, p. 24).

Como logaritmo es su equivalente a negativo logaritmo de la concentración de hidrogeno en la muestra,  $pH = \log 1/[H^+] = -\log [H^+]$ . El pH es importante en los ecosistemas, una variación de este parámetro y la vida dentro del ecosistema acuático cambiaría drásticamente. Valores altos podrían causar la muerte de peces y cambiar la flora (Sanchez, 2018, p. 33).

### **2.12. Parámetros físico-químicos**

Los parámetros físicos-químicos del agua son representados por Color, conductividad, turbidez, demanda biológica de oxígeno (DBO), la demanda química de oxígeno, (DQO), presencia de nitratos, nitritos, metales pesados. Estos parámetros son importantes para los ecosistemas pues un cambio en alguno de estos parámetros es de significativa variabilidad de los organismos que habiten ahí ya sea un cuerpo lentic o lotico (Gualdrón, 2016, p. 15).

#### **2.12.1. Demanda Química de Oxígeno (DQO)**

La Demanda Química de Oxígeno DQO se puede definir por cualquier sustancia orgánica o inorgánica susceptible a ser oxidada. Se analiza la cantidad de materia orgánica o inorgánica considerando que es de mayor importancia la materia orgánica presente en cuerpos de agua, superficiales, subterráneos, residuales. En este análisis se determina el oxígeno consumido por la presencia de materia orgánica o inorgánica presente en la muestra a analizar, este se oxida a través de un agente fuertemente oxidante perteneciente a una sustancia acida. El DQO se expresa en mg/L. Este método es utilizado también para aplicaciones en hidroeléctricas, industrias papeleras, estudios medioambientales, plantas potabilizadoras de agua y educación general (Guaman, 2017, p. 25).

#### **2.12.2. Sulfatos**

La concentración y presencia de sulfatos en el agua es muy común y variado el rango de los sulfatos pueden ser desde miligramos por litro hasta cientos de miligramos por litros. Este

parámetro se puede encontrar en todas las aguas superficiales. La mayoría de los sulfatos es generada gracias a la oxidación de algunos minerales de sulfito o de la oxidación de desechos industriales. La mayoría de las rocas que están presentes en los cuerpos de agua se mueven por medio de esta y su corriente provocando que se disuelvan en el agua. Estos minerales contienen sulfatos de sodio, sulfato de magnesio y sulfato de calcio. Si se consume grandes cantidades de sulfato al ser humano puede sufrir una infección estomacal, deshidratación por diarrea. Los niños son más susceptibles a este compuesto que los adultos. El sulfato no sabe presentar problemas en la potabilización del agua de consumo a menos que supere los 300mg/L. El sulfato puede tener una acción laxante, por lo que no es recomendable grandes concentraciones de este compuesto en el agua bebible (Tisalema, 2019, p. 51).

### ***2.12.3. Hidrocarburos totales de petróleo – TPH***

Los hidrocarburos totales de petróleo (TPH), se dan origen de muchos compuestos diferentes, esto origina petróleo crudo. Estos compuestos están estructuralmente creados por cadenas de carbono e hidrogeno de allí su nombre de hidrocarburos. Los científicos han clasificado a este compuesto de TPH en grupos de hidrocarburos que se comportan en el ambiente de manera similar tanto en el agua como en el suelo. Este grupo de TPH se los conoce como fracciones de hidrocarburos de petróleo, están comprendidos como éter de petróleo, naftas (gasolina), queroseno (combustible de avión o jet), Diesel fuel oíl o bunker, asfalto y coque.

Los productos químicos que se pueden encontrar en los TPH incluyen pentanos, hexanos, heptanos, aceites minerales, benceno, tolueno, xileno, naftaleno, fluoreno, compuestos que contengan en su composición azufre (mercaptanos, sulfuros, disulfuros, cíclicos). Compuestos con oxígeno en su composición (fenoles y ácidos carboxílicos) finalmente compuestos órganos metálicos. Las muestras de TPH pueden que contengan alguna de estas mezclas de sustancias químicas, casi toda muestra está expuesta a estos compuestos y estos de diferente fuente incluyen gasolineras, derrames de aceites en las carreteras, pavimentos, contaminación en los hogares en el trabajo, contaminando el agua y usando productos de origen de petróleo (Fernández, 2013, p. 42).

### ***2.12.4. Cadmio***

El cadmio está presente en el medio ambiente por las actividades volcánicas, incendios forestales y erosiones de rocas. La fuente principal del cadmio en el ambiente se debe a las actividades antropogénicas, tales como:

- Emisiones por incendios, quema de combustibles fósiles, fundición metálica, industrialización con manufacturas de aleaciones, baterías y plásticos.

- Quema de hidrocarburo fósil.
- Uso en la agricultura de pesticidas, fertilizantes con contenidos de cadmio.

El cadmio es uno de los metales pesados que tiene una gran dispersión en el ambiente, ya que por sus sales e hidróxidos tiene una relativa solubilidad, y está en casi todas partes llegando a causar un impacto ambiental importante de riesgo considerable. El Cd posee características tóxicas:

- a) Tóxico para seres humanos y el ambiente.
- b) Bioacumulación.
- c) Persistencia en el ambiente
- d) Es cosmopolita, su movilidad se da por el viento y flujos de aguas.

Actualmente el Cd es un metal que no está probado científicamente si es beneficioso o esencial a esto se le agrega que tiene efectos cancerígenos, mutagénicos y teratogénicos, este metal se lo ha llegado a considerar como tóxico (Castro, 2017, pp. 12-13).

#### **2.12.5. Hierro**

El hierro es un elemento de la tabla periódica con un número atómico de 26, este situado en el grupo 8 y periodo 4. Su símbolo es Fe y su masa atómica es de 55.845 g/mol. El Centro del planeta está formado por níquel y hierro. Se puede encontrar el hierro en agua formando diferentes compuestos o especies: coloides, partículas minerales fases disueltas que están presentes en manera de sólidos en suspensión y cationes o aniones. Las uniones coloidales suelen dar lugar a la formación de hidróxidos, mientras que las partículas sólidas disueltas contienen una gran variedad de minerales (Guamán y Mendez, 2017, p. 19).

#### **2.12.6. Plomo**

El plomo es un metal pesado que presenta características de grisáceo, maleable, suave, denso y dúctil. Este se encuentra en la capa superficial de la tierra en una presencia abundante. Este metal fue uno de los primeros metales extraídos por el hombre a partir de (PbS) la galena, (PbCO<sub>3</sub>) la cerusita y (PbSO<sub>4</sub>) La anglesita.

Para la obtención de este metal hay dos fuentes, la fuente primaria es la fundición del metal y la secundaria por medio del reciclaje de pilas, baterías, y materiales metálicos. Este metal presenta una estabilidad y corrosión, y no es conductor de electricidad, el plomo tiene una propiedad de escudo protector contra la radiación esto se debe a las propiedades nucleares del metal y a su densidad, este metal es muy usado para la fabricación de baterías y aparatos electrónicos.



El Plomo tiene un punto de fusión de 328°C y el punto de ebullición es de 1740°C, su densidad relativa es de cm cúbicos, en la tabla periódica su masa atómica es de 207,02. El plomo presenta una reacción con el ácido nítrico, pero si este se encuentra a temperatura ambiente no presentara una reacción con los ácidos; sulfúrico y clorhídrico. El plomo puede reaccionar con el agua de una manera lenta dando como resultado Hidróxidos de plomo y su solubilidad es muy poca.

El plomo se encuentra en la naturaleza de manera isotópica: 4 de estas formas isotópicas son estables y 4 de estas son radiactivas, las maneras isotópicas estables del plomo son: plomo 206, plomo 207, y plomo 208. Los isotopos radiactivos se generan de la descomposición del Uranio, actinio y Torio. El plomo 204 no tiene un precursor radioactivo naturales.

El plomo como compuesto es diferente entre sí, la biodisponibilidad su toxicidad en el medio ambiente (Beltrán, 2010, pp. 20-21). Estas características son importantes para evaluar las posibles afecciones, por lo tanto, se muestra en la siguiente tabla las siguientes características:

**Tabla 2-1:** Solubilidad de los compuestos del plomo

Forma química	Solubilidad en...	
	Agua	Solventes Orgánicos
<b>Plomo</b>	Insoluble	Soluble
<b>Acetato de plomo Pb(C<sub>2</sub>H<sub>3</sub>O<sub>2</sub>)</b>	2210 g L <sup>-1</sup> a 50°C	Soluble en glicerol, muy poco en álcalis
<b>Cloruro de plomo Pb(Cl)</b>	9.9 g L <sup>-1</sup> a 20°C	Insoluble en alcohol
<b>Cromato de plomo Pb(CrO<sub>4</sub>)</b>	0.2 mg L <sup>-1</sup>	Insoluble en ácido acético
<b>Nitrato de plomo Pb(NO<sub>3</sub>)</b>	(376.5 g L <sup>-1</sup> ) -1 a 0°C	0.4 g L <sup>-1</sup> en alcohol puro y 13.33 g L <sup>-1</sup> en metanol puro

Fuente: (Beltrán 2010, p. 21)

Realizado por: Ricky Isizan, 2022.

### 2.12.6. Cobre

Este metal se encuentra en gran abundancia en la tierra, esta se encuentra en una gran distribución y presenta una toxicidad para los organismos que se encuentran en el agua, el Cobre se encuentra en todos los organismos vivos como parte de su organismo en forma de microcomponentes. La función que se genera en los organismos vivos es necesario en el metabolismo, en las plantas es necesario a niveles muy bajos, cabe recalcar que si existen niveles altos de cobre en los organismos vivos es tóxico debido a la unión con la membrana celular, esta impide el transporte que se da en la membrana celular.

En los seres humanos la oscilación de este compuesto es de 50 y 80 mg. El cobre en el ser humano debe de tener un control homeostático, esto se debe a la proximidad de dosis o estados de deficitarios o intoxicación. En las aguas superficiales el cobre se encuentra en pequeñas proporciones. En el mar las proporciones se encuentran entre 0.0063-2.8 µg/L, en las aguas de la costas, bahías y estuarios el rango de concentración de estas aguas es de 0.0069 – 20.00 µg/L. En los cuerpos de agua loticos como los sistemas fluviales presentan diferentes concentraciones de 0.5-200 µg/L. los niveles de cobre varía enormemente por la localización además de las fuentes de descarga cerca de los cuerpos de agua. El mar del Norte es considerado como uno de los mares que sufren más directamente por la contaminación antropogénica:

- Ríos presentan 1300 toneladas por año.
- Atmósfera 1200 toneladas al año.
- Vertidos directos: 600 toneladas al año.
- Dragados 1000 toneladas al año.

El cobre ha sido aumentando su extensión por las precipitaciones atmosféricas, actualmente las precipitaciones son consideradas como una importante vía de ingreso de metales sobre todo en el mar. Las concentraciones de este compuesto corresponden en el Mar del Norte 1300 mg/cm<sup>2</sup>/año, Mar mediterráneo 96 mg/cm<sup>2</sup>/año, Atlántico Sur 220 mg/cm<sup>2</sup>/año, y Pacífico Norte 9 mg/cm<sup>2</sup>/año. En las diferentes zonas marítimas existen grandes diferencias, correlacionando que no se tiene un total conocimiento sobre la tasa de lluvias que condicionan la disponibilidad en humedad, incluyendo la variabilidad que se imputa las actividades industriales y actividades urbanas de varias zonas (Díaz, 2007, pp. 11-12).

### **2.13. Parámetros microbiológicos**

El mayor riesgo microbiano es consumir agua contaminada con microorganismos procedentes de excrementos humanos o animales, aunque puede haber otras fuentes presentes en el medio y vías de conducción a la fuente de consumo. Los peligros relacionados del consumo de agua es la exposición a agentes patógenos como virus, bacterias, parásitos, que ocasionan enfermedades o afecciones, de grado leve o agudo a la población expuesta (Londoño, 2013, p. 3).

#### **2.13.5. Coliformes fecales**

Los coliformes fecales pertenecen a las enterobacterias, estos microorganismos que poseen características de fermentación lactosa. Estos microorganismos forman parte de un grupo Coliformes y son Bacilos gran negativos incapaces de fermentar hidratos de carbono.

- Fermentan lactosa.
- Producen gas y ácido.
- Anaerobia facultativa.
- No esporulados.

La presencia de coliformes fecales nos indica que esta fuente de agua puede estar contaminada de aguas negras o servidas u otro tipo de desecho orgánico. La mayor parte de los coliformes fecales se encuentran en la zona litoral, superficial o en los sedimentos en el fondo (Martínez, 2014, pp. 31-32).

#### **2.13.6. Coliformes totales**

Son bacterias de bacilos gramnegativos que pueden proliferar en sales. Estos a través del gas y ácido descomponen lactosa de 24 a 48 horas, el origen de los coliformes totales y su taxonomía tienen procedencia de las heces como del suelo en el medio ambiente es un grupo heterogéneo gran parte de la familia proviene de la familia Enterobacteriaceae. Principalmente constituidos por los géneros habituales: *Escherichia*, *Enterobacter*, *Klebsiella* y *Citrobacter* (Quispe, 2017, p. 27).

#### **2.14. Muestra de agua.**

Es un porcentaje de agua o algunas porciones de agua, estas aguas están situadas en receptores, descargas, efluentes, vertientes industriales, abastecimientos públicos o en áreas de almacenamiento. Esta muestra tiene el objetivo de ser analizadas por parámetros Físicos, Químico Físicos y microbiológicos (Ministerio de Ambiente, 2007, pp. 2-4).

#### **2.15. Muestra compuesta**

Las muestras compuestas se pueden recolectar de manera manual o automática sin importar la técnica de muestreo estas dependerán tanto del flujo, tiempo, volumen y localización. Se toma continuamente la muestra que se reúnen para obtener las muestras compuestas. Las muestras compuestas deberán de ser significativas y suministrarán el dato de composición promedio. La muestra compuesta es recomendable realizar cuando a la conformidad con un límite está basado en la calidad del agua a analizar (NTE INEN 2176, 2013, pp. 2-4).

## **2.16. Muestreo**

El muestreo se debe realizar de manera representativa y de una masa considerable de agua con el objetivo de analizar la muestra por medio de parámetros Físicos, Físico-Químicos y Microbiológicos, se debe consultar con NTE INEN 2169 Norma da calidad del agua.

### **2.16.5. Normas INEN 2169**

Esta norma es una técnica en la cual indica la conservación y transporte a todo tipo de muestras de agua incluyendo para análisis biológicos. Esta norma se aplica a la muestra simple o compuesta para ser analizada en el laboratorio. Las aguas superficiales, así como las residuales son susceptibles a cambios en diferente grado en reacciones físicas, químicas y biológicas, las cuales estas se efectúan desde el momento del muestreo. La velocidad de estas alteraciones son tales que, si no se toma acciones antes, mediante y después del transporte las reacciones dentro de las muestras cambian sus resultados, así como el tiempo de conservación de las muestras en el laboratorio antes del análisis (NTE INEN 2169, 2013, p. 2).

Muestreo, manejo y conservación de la muestra en esta norma se utiliza para situaciones específicas, los lineamientos dados en la norma ayudan a encontrar materiales de aplicación general a la toma de muestras. Los parámetros o constituyentes químicos son analizados para evaluar la calidad de agua, los rangos evaluados son de concentraciones de nanogramos hasta las concentraciones grandes. Uno de los mayores problemas conflictos con el equipo es que se adhiere a las paredes aceites y grasas también los recipientes que contienen la muestra sufren esta anomalía por lo tanto el lavado de este equipo debe tener una perfecta limpieza contando con las consideraciones anteriormente mencionadas.

- A) El contenedor de la muestra debe de proteger la composición de la muestra a perdidas por adsorción, volatilización y contaminación por sustancias externas o extrañas. La materia del recipiente que contendrá las muestras deberá de considerar: su resistencia a temperaturas extremas, facilidad para rotular, cerrar y abrir el embace, peso, disponibilidad, tamaño, forma y reutilización.
- B) Los envases de vidrio deben de cuidarse cuando se aplique la congelación a la muestra, los recipientes de polietileno de alta densidad son recomendables para estas muestras para determinar: Silicio, sodio, alcalinidad total, cloruro, conductividad específica, pH y dureza. Para los elementos sensibles a la luz se usa vidria absorbente de luz.

- C) Los recipientes de vidrio son recomendables para la determinación de compuestos químicos orgánicos y especies biológicas, a su vez como su uso de envases plásticos para muestras de radio nucleídos.
- D) Aparte de las recomendaciones anteriormente mencionadas los envases utilizados para muestrear y guardar muestras se deben considerar estas indicaciones:
1. Reducir la contaminación en las muestras provenientes del envase o la tapa, por ejemplo: la migración de los constituyentes inorgánicos de la composición del vidrio, de los compuestos orgánicos de los materiales plásticos y de los elastómeros estos presentes en las tapas de vinilo plastificado.
  2. Fácil acceso para limpiar las paredes de los envases con el fin de reducir la contaminación por trazas de metales pesados.
  3. Los materiales que deben contener las muestras deben de ser de procedencia inerte química y biológica para reducir la reacción entre los constituyentes de la muestra y el recipiente.
  4. La adsorción por constituyentes de los recipientes pueden generar errores. Las trazas de los metales son propensas a ese efecto y pueden estar sujetos a errores (NTE INEN 2169, 2013, pp. 2-4).

### 2.17. Tamaño muestral para poblaciones finitas

Para determinar el tamaño muestral de una población finita se debe de determinar algunos parámetros como, error muestral, nivel de confianza, tamaño de la población, proporción que representa el fenómeno de estudio, proporción que no representa el fenómeno de estudio, entendimiento del tamaño de la muestra a la sensibilidad y precisión que este se elija, los más comunes para los estudios son al 90%, 95% y 99% (Aguilar, 2005, pp. 4-5).

#### ➤ Formula de tamaño muestral para poblaciones finitas

**n** = Tamaño de la muestra buscada

**e** = Estimación del error

**N** = Tamaño del Universo

**p** = Probabilidad de éxito del estudio

**Z** = Nivel de confianza (NC)

**q** = Probabilidad de fallo del estudio

$$n = \frac{N \times Z^2 \times p \times q}{e^2 \times (N - 1) + Z^2 \times p \times q}$$

**Tabla 2-2:** Valores de precisión de tamaño muestral

Porcentaje de sensibilidad	Valor de Z
90%	0.1
95%	0.05

99%	0.001
-----	-------

Fuente: (Aguilar 2005, pp. 4-5).

Elaborado por: Isizan R., 2023.

## 2.18. Espectroscopía de emisión atómica.

La técnica de espectro métricas atómicas más importantes son las de emisión atómica, la detección de las masas y la fluorescencia atómica. Este medio de determinación espectroscópica se desarrolla en medios gaseosos donde los átomos están presentes en las muestras a analizar, donde los átomos están separados entre sí o en iones elementales. Por consiguiente, la primera fase es la atomización, este proceso se genera con la muestra volátil, separando los átomos o sus iones generando gas de la muestra, cabe recalcar que la atomización puede ser significativo en los resultados pueden influir en la sensibilidad, precisión y exactitud del método. En las técnicas de espectroscopia atómica las más utilizadas son:

**Tabla 2-3:** Técnicas de espectroscopia más utilizadas

Técnicas espectroscópicas atómicas			
Método de atomización	Temperatura característica °C	Tipo de Espectroscopia	Nombre común y siglas
Plasma acoplado inductivamente	6000-8000	Emisión	Espectroscopia de emisión óptica de plasma acoplado inductivamente ICP-AES
		Masas	Espectroscopia de masas de plasma acoplado inductivamente ICP-MS
Llama	1700-3150	Absorción	Espectroscopia de absorción atómica AAS
		Emisión	Espectroscopia de emisión atómica AES
		Fluorescencia	Espectroscopia de fluorescencia atómica AFS
Electro térmico	1200-3000	Absorción	AAS electro térmica
		Fluorescencia	AFS electro térmica
Plasma de corriente continua	5000-10000	Emisión	Espectroscopia de plasma de corriente continua DC, DCP
Arco Eléctrico	3000-8000	Emisión	Espectroscopia de emisión de fuente de arco

Chispa Eléctrica	Varia con el tiempo y la posición	Emisión	Espectroscopia de emisión de fuente de chispa
		Masas	Espectroscopia de masas de fuente de chispa

Fuente: (Dagda, 2017, p. 38).

Realizada por: Isizan R., 2022.

## 2.19. Espectroscopia de absorción atómica

La espectroscopia de absorción atómica (AAS), el vapor del analito es irradiado esto es procedente de una radiación externa. La longitud de onda es emitida con una frecuencia apropiada, esta frecuencia de onda es absorbida por el analito a analizar proveniente de los estados excitados, después de unos nanosegundos los átomos vuelven a su estado fundamental por medio de la transferencia de energía a los átomos o moléculas que se encuentren en la muestra o el medio. La radiación que no es absorbida es determinante para los resultados al dejar una huella a través de las longitudes de onda vacías.

En las variables de Espectroscopia de absorción atómica existen dos variables principales: la llama y el horno de grafito. La espectrometría de absorción atómica se llama (FAAS) es método analítico maduro, este método está presente en casi cualquier laboratorio para análisis de metales. En la actualidad se encuentra un campo abierto para la innovación con respecto a lo que es la introducción de la atomización y el aumento de eficiencia para muestrear el analito y los tiempos de residencia en el atomizador. Existe la espectrometría de absorción atómica electrotérmica, este es un método que hace uso especialmente de hornos de grafito, este método ha sido utilizado y mejorado en la última década para el análisis de ultra trazas.

En la espectrometría de absorción atómica con horno de grafito (GFAAS) en este método se ha prestado especial atención a los procesos térmicos químicos responsable de la formación de la nube de los átomos del analito, esto se debe a la importancia crucial de la magnitud de la señal, que esta norma se aplica (Ministerio del Ambiente, 2017, pp. 1-14).

## 2.20. Criterios de calidad del agua

Estos criterios se entienden para determinar la calidad de agua que debe haber para consumo humano y uso doméstico y esta es obtenido de cuerpos de aguas superficiales o subterráneas, después de la captación de esta agua será empleada por individuos o una comunidad en específico en actividades como:

- ✓ Bebidas y preparación de alimentos para consumo humano.
- ✓ La satisfacción de usos domésticos individuales o colectivos, para uso como higiene personal, limpieza de elementos, materiales o utensilios.

Esta Norma 097-a aplica a las aguas captadas para el uso doméstico y consumo humano, los criterios para cumplir esta norma está en la tabla 1 del anexo 1, acuerdo ministerial 097-a. Para cumplir los límites establecidos en la Norma INEN, se implementa procesos de tratamiento adecuados, esto para optimizar la eficiencia con la finalidad de garantizar un agua de calidad tanto para consumo humano como para uso doméstico (Ministerio del Ambiente, 2015, p. 12).

**Tabla 2-4:** Criterios de calidad de fuentes de agua para consumo humano y uso doméstico

<b>Parámetro</b>	<b>Expresado como</b>	<b>Unidad</b>	<b>Criterio de calidad</b>
Aceites y grasas	Sustancias solubles en hexano	mg/l	0,3
Arsénico	As	mg/l	0,1
Coliformes fecales	NMP	NMP/100ml	1000
Bario	Ba	mg/l	1
Cadmio	Cd	mg/l	0,02
Cianuro	CN-	mg/l	0,1
Cobre	Cu	mg/l	2
Color	Color real	Unidades de platino-cobalto	75
Cromo hexavalente	Cr 6+	mg/l	0,05
Fluoruro	F-	mg/l	1,5
Demanda Química de Oxígeno	DQO	mg/l	<4
Demanda Bioquímica de Oxígeno (5 días)	DBO5	mg/l	<2
Hierro total	Fe	mg/l	1,0
Mercurio	Hg	mg/l	0,006
Nitratos	NO3	mg/l	50,0
Nitritos	NO2	mg/l	0,2
Potencial de Hidrógeno	pH	Unidades de pH	6-9
Plomo	Pb	mg/l	0,01
Selenio	Se	mg/l	0,01
Sulfatos	(SO4)-2	mg/l	500
Hidrocarburos Totales de Petróleo	TPH	mg/l	0,2
Turbiedad	Unidades nefelométrías de turbiedad	UNT	100,0

Fuente: (Ministerio del Ambiente, 2015, p. 12).



## **2.21. Procesos de potabilización del agua**

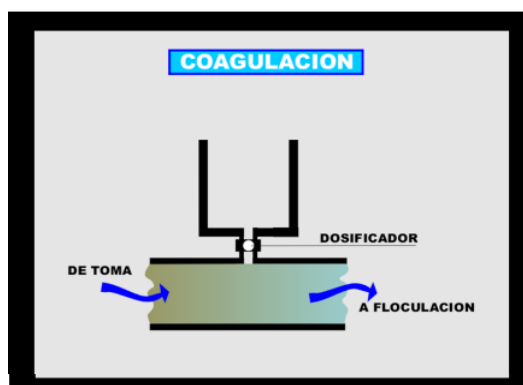
El agua es esencial para la salud y el bienestar del ser humano, esta no cae del cielo, este es un producto que es captada del almacenamiento natural de ríos, lagunas, pozos y drenes. Para realizar estos procesos se debe captar el agua, producir y distribuir esta misma de una manera ininterrumpida 24 horas los 365 días del año. Este mecanismo es completado al captar el agua cruda o agua sin purificar, luego de este paso potabilizarla y distribuirla, a escuelas, viviendas, hospitales, locales comerciales, etc. El agua potable es un producto que se elabora en instalaciones adecuadas, en una planta potabilizadora de la zona.

**Procesos Físicos:** Desripado y desarenado: en esta fase su función es la extracción de piedras, arenas, ripio y los elementos flotantes, como plásticos, ramas, basuras, etc. Este proceso hace que se evite que estos materiales ingresen a las bombas, Para esto el agua es tomada desde una cierta profundidad, logrando evitar que todo material ingrese flotando, el agua ingresada posteriormente ingresa por unas rejillas donde se retienen los sólidos grandes. El proceso de potabilización de agua cruda proveniente de un estado natural en el caso río, busca la eliminación de turbidez y las distintas impurezas, para generar agua potable apta para el consumo humano. Algunos de estos pasos se inician desde la captación del agua cruda y termina en la planta potabilizadora, todo esto antes de que ingrese al sistema de abastecimiento bombeadas a la red de distribución local. El agua captada del río llega a una estación de bombeo conducida por gravedad por acueductos.

### **Sistemas de producción de agua potable en la Planta Potabilizadora.**

#### **➤ Procesos Físico-Químico de purificación en la planta potabilizadora.**

1) **Coagulación:** Este proceso consiste en pasar el agua cruda, turbia a través de los acueductos al ingresar por este medio se mezclan en fracción de segundos con un agente químico un coagulante como el sulfato de aluminio, y con otros polímeros que son en general aglomerantes de partículas. Los ingredientes químicos como el sulfato de aluminio y otros polímeros cumplen la función de provocar que las partículas “impurezas” que se encuentren presentes en el agua en suspensión se aglomeren entre sí, formando colides de mayor tamaño y peso. Este fenómeno es considerado como hidrólisis, mediante la cual determina el grado de atracción de los colides. Este proceso se denomina coagulación y considera la formación de coágulos.

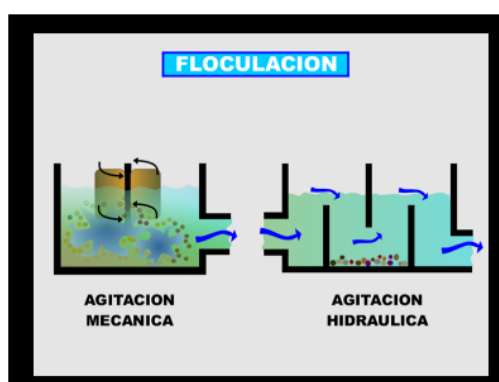


**Ilustración 2-1:** Coagulación en los procesos de potabilización

**Fuente:** (Servicios de aguas de misiones S.A., 2015, p. 4)

**Elaborado por:** Isizan R., 2022.

- 2) **Floculación:** Este método consiste en someter el agua en agitación, esta mezcla o movimiento hace que las moléculas ayuden a su unión, esta unión se da por las moléculas impuras del agua. Estos compuestos se dan por ingredientes químicos (los grumos o coágulos), esto también es llamado flóculos. Esto se realiza de una manera distinta a la anterior, unos de acción mecánica y otros de acción hidráulica.



**Ilustración 2-2:** Floculación procesos de potabilización

**Fuente:** (Servicios de aguas de misiones S.A., 2015, p. 4)

**Elaborado por:** Ricky Isizan, 2022.

En esta etapa la floculación el agua es sometida a un proceso de agitación de dos maneras.

**Agitación mecánica:** Esta agitación se da con paletas rotativas y accionamiento de motor.

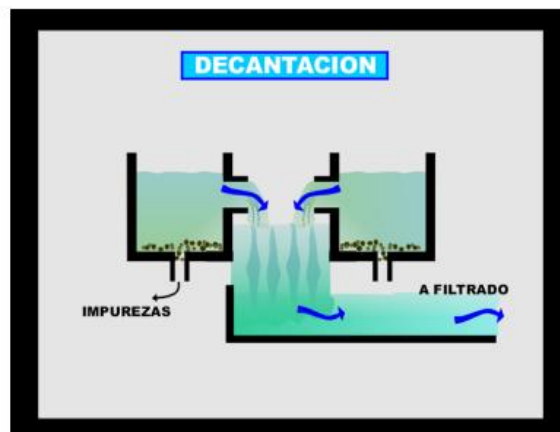
**Agitación hidráulica:** Se genera una agitación del agua que pasa a través de placas que dividen compartimentos, subiendo y bajando por presión hidráulica, así las partículas, (coágulos) van chocando entre sí formando un mayor tamaño denominado Flóculos.

- 3) **Proceso de decantación:** El agua al ser pasada por unidades de floculación, esta agua es conducida a tanques de decantación, esto con el objetivo de que permita por medio de la gravedad caiga (precipitación o decantación) de las partículas coloidales hecho grumos o caída

de impurezas, transformadas ya en flóculos, en el fondo del tanque de decantación, el proceso termina al permanecer el agua en el tanque por varias horas.

Luego en el fondo de los tanques se extrae el material precipitado o impurezas precipitadas, es decir los flóculos o decantados accionado por válvulas extraídas por conductos especiales para limpieza. A partir de este proceso se limpia los piletones. La limpieza se realiza en todos los tanques de almacenamiento o conductos de la planta de potabilización.

El agua purificada que queda en la parte superior de los tanques de decantación es extraída por caños con orificios para la captación del agua y conducida con la ayuda de canales y conductos de filtración donde se realizara el siguiente proceso.



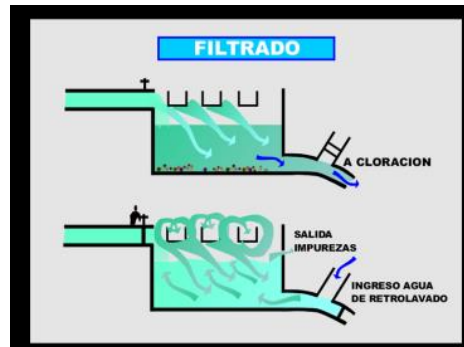
**Ilustración 2-3:** Decantación de proceso de potabilización

**Fuente:** (Servicios de aguas de misiones S.A., 2015, p. 5)

**Elaborado por:** Ricky Isizan, 2022.

**4) Proceso de Filtración:** Después de concluir con la 3era etapa de decantación, el agua es conducida a un tanque donde se realizará la Clarificación o filtración.

En esta etapa el agua ingresa al tanque de filtración por la parte superior, en la que se encuentra capas de piedras, arena de distintos tamaños que actúan como filtros de agua, pasando por estas capas filtrantes, en estas capas se quedan retenidas la mayoría de partículas que aún están en suspensión, estas son partículas que aún no han logrado ser eliminadas en etapas anteriores. Estas partículas finas y livianas, al pasar por las capas de piedras y arena quedan atrapadas o retenidas. Así que cuando el agua llega al fondo del tanque esta agua ha sido filtrada, es decir el agua en el fondo ya es cristalina y es recolectada y conducida por medio de tuberías a la siguiente etapa.



**Ilustración 2-4:** Filtrado del proceso de potabilización

**Fuente:** (Servicios de aguas de misiones S.A., 2015, p. 5)

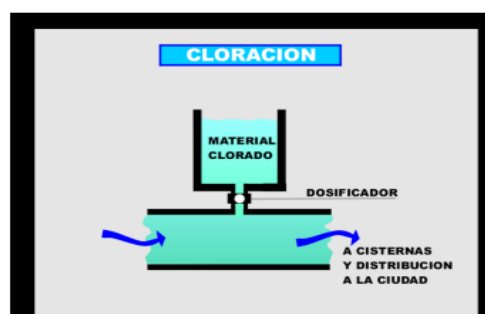
**Elaborado por:** Ricky Isizan

Cuando se ensucia los filtros, las capas de suciedad filtrante quedan saturadas por los residuos de impurezas, se procede a limpiarlas, este se hace al invertir el flujo del agua que pasa por ello, esto sucede al pasar el agua por los canales recogiendo las impurezas, a este proceso se le llama retro lavado de filtros. El tiempo que se ha esperado en funcionamiento es para la cuarta etapa, la arena y las piedras utilizadas en el filtro quedan llenas de impurezas. Para que esté en funcionamiento se realiza con la mayor efectividad y se procede a limpiar por retrolavado: Los tanques o piletones se vacían cerrando las válvulas del sistema de agua purificada, posteriormente se inyecta agua a presión en la parte superior de la arena para lograr la remoción y el desprendimiento de las partículas retenidas. Luego se vuelve a activar al flujo del agua de abajo hacia arriba, en sentido contrario de la filtración este circuito es uno independiente. Una vez limpio los filtros se coloca las válvulas o compuertas de agua en el sentido inicial para retomar las funciones de filtrado provenientes de los decantadores. El agua que es utilizada para la limpieza de los filtros, así como para el sistema es agua que ya ha sido purificada y almacenada en dos tanques de reserva.

**5) Cloración o Desinfección:** Finalmente llegado a la quinta etapa es el último proceso y es la desinfección. En esta etapa se procede la inyección de cloro esta permite la eliminación del microorganismo que aún podrían encontrarse en el agua. En este proceso se obtiene la desinfección, esto ayuda a la prevención de contaminantes en las redes de distribución, también ayuda este como un indicador de agua de calidad. En este proceso se asegura de cumplir con las normas de calidad sanitarias.

El cloro inyectado en el agua a potabilizar es realizado por dosificaciones automáticas con una concentración de 0.6 y 0.8 miligramos por Litro de agua. Esto asegura la eliminación de todos los microorganismos aun presentes. Es similar a la aplicación de cloro Residual, este cloro es la adición de pequeñas cantidades no tóxicas de cloro incorporado al agua, estas concentraciones previenen la contaminación de la salida desde la planta de tratamiento hasta los medidores de las

propiedades del sector. Esto permite una buena calidad de agua que sale de la llave y por lo tanto asegura un resguardo adicional para la salud (Servicios de aguas de misiones S.A., 2015, pp. 6-7).



**Ilustración 2-5:** Cloración del proceso de potabilización

**Fuente:** (Servicios de aguas de misiones S.A., 2015, p. 7)

**Elaborado por:** Ricky Isizan, 2022.

## 2.22. Norma Técnica Ecuatoriana (INEN 1108)

**TABLA 1:** Requisitos físicos, químicos y microbiológicos del agua para consumo humano

Estos valores son abalados y fijados por los ámbitos técnicos, científicos y tecnológicos modernos, asegurando la salud sin ocasionar riesgos significativos para la salud humana (NTE INEN 1108, 2020, p. 3).

**Tabla 2-5:** Requisitos físicos, químicos y microbiológicos del agua para consumo humano de las normas INEN 1108

Parámetro	Unidad	Límite permitido
Arsénico	mg/L	0,01
Cadmio	mg/L	0,003
Cloro libre residual	mg/L	0,3 a 1,5
Cobre	mg/L	2,0
Color aparente	Pt-Co	15
Cromo (cromo total)	mg/L	0,05
Fluoruro	mg/L	1,5
Mercurio	mg/L	0,006
Nitratos (como NO <sub>3</sub> -)	mg/L	50,0
Nitritos (como NO <sub>2</sub> -)	mg/L	3,0
Plomo	mg/L	0,01
Turbiedad	NTU	5
pH	Unidades de pH	6,5 – 8,0
Coliformes fecales	Número/100 mL	Ausencia
Cryptosporidium	Número de ooquistes/ L	Ausencia
Giardia	Número de quistes/ L	Ausencia

**Fuente:** (NTE INEN 1108, 2020, pp. 3-4)

**Elaborado por:** Ricky Isizan, 2022.

## CAPITULO III

### 3. MARCO METODOLÓGICO

Metodología para el análisis de la evaluación del agua para consumo humano de la parroquia el Dorado.

#### 3.1. Tipo de investigación

De acuerdo con los objetivos establecidos este trabajo de integración curricular es de carácter técnico descriptivo, analítico dirigido a una evaluación de la calidad de agua bajo 2 criterios, el primer criterio está basado en tabla 1 del Libro VI, Anexo 1 Límites máximos permisibles para fuentes de aguas de consumo humano y uso doméstico, este criterio será aplicado para los límites permisibles en las muestras obtenidas el arroyo La Florida. El segundo criterio está basado en la Norma Técnica Ecuatoriana INEN 1108 Requisitos de agua para consumo humano, estos parámetros serán evaluados para las muestras de agua obtenidas de la Planta Modular Compacta de Agua Potable Parroquia el Dorado.

##### 3.1.1. Levantamiento de información

###### 3.1.1.1. Entrevista al operador de la Planta Modular Compacta de Agua Potable Parroquia El Dorado

Por medio de la entrevista al Sr. Galo Camacho operador de la Planta Modular Compacta de Agua Potable Parroquia el Dorado, el estado actual se encuentra en funcionamiento en buenas condiciones, el agua tratada dentro de la planta de potabilización se obtiene del arroyo la Florida, el agua es llevada a la planta por medio de bombas de succión con tubos que están ubicados a 100 metros del puente en la vía el Auca ubicada en el barrio Colinas del Dorado parroquia El Dorado, cuando el nivel del agua es bajo por las sequía en arroyo La Florida el agua que llega a la planta de potabilización es extraída de un pozo muy cercano de donde se extrae el afluente, el agua es abastecida a la población desde las 05:00 am hasta las 12:00pm los 7 días de la semana, el funcionamiento de la planta empieza con la captación del agua del arroyo La Florida, al llegar el agua a la planta de tratamiento se empieza el proceso de clarificación realizando procesos físicos y químicos agregando coagulantes y floculantes una vez aislados los residuos sólidos se prosigue al proceso de sedimentación en este proceso se sedimenta los contaminantes coagulados de gran tamaño, se llega a la filtración donde ahí se retiene los contaminante de menor tamaño y por

ultimo llega al paso de la desinfección o llamado el proceso de Cloración donde se dosifica el cloro para que el agua tratada tenga un óptimo nivel de calidad.

### 3.1.1.2. Levantamiento de información por medio de encuestas a la parroquia El Dorado

Se levantó la información a través de un proceso de recolección de datos por medio de encuestas, esto se desarrolló con una lista de preguntas dándoles la libertad de responder de manera rápida y eficiente con alternativas de respuesta por cada pregunta, las encuestas fueron personales de manera presencial llenadas por los habitantes de la parroquia El Dorado, barrio Colinas del Dorado.

#### Encuesta sobre el agua potable en la parroquia El Dorado

1.- ¿Tiene acceso al agua potable en su hogar?

Sí  No

2.- ¿El agua que llega a su casa cree que llega en buenas condiciones?

Sí  No

3.- ¿Cómo calificaría el estado del agua que llega a su casa?

Buena  Regular  Mala

4.- ¿El agua potable almacenada en tanques a través de los días a presentado anomalías con presencia de larvas, mal olor o algún microorganismo?

Sí  No

5.- ¿Cuántas veces al día usa el agua para consumo o uso diario?

0 veces  3 veces  10 veces  20 veces o más

### 3.1.1.3. Fórmula para tamaño muestral para población finita de encuestas

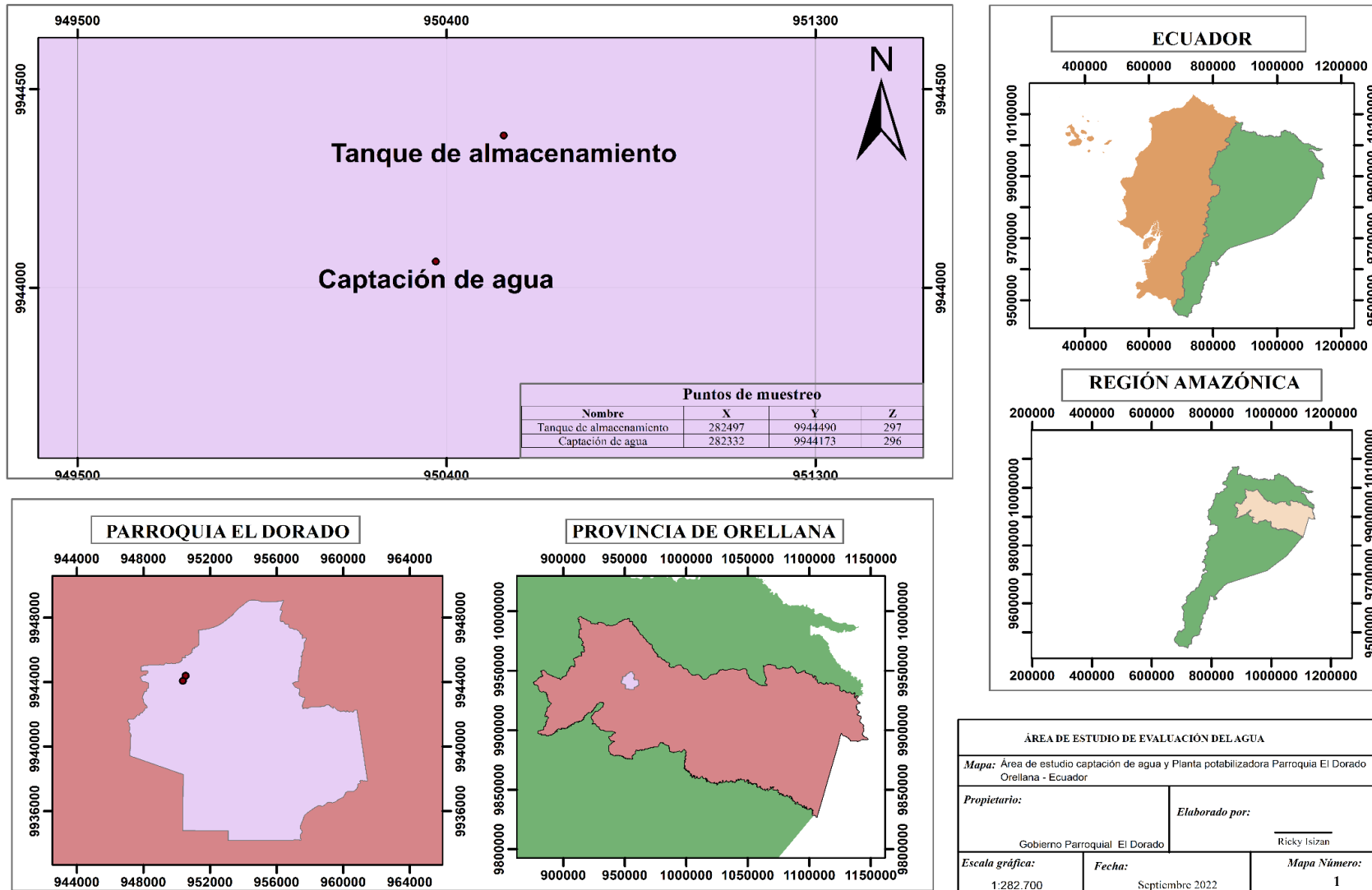
$n$  = Tamaño de la muestra buscado  $e = \frac{10}{100}$

$N$  = 1639 habitantes de la parroquia El Dorado  $p = \frac{50}{100}$

$Z$  = 1.645 Valor de Z calculado al 90% (NC)  $q = \frac{50}{100}$

$$n = \frac{N \times Z^2 \times p \times q}{e^2 \times (N - 1) + Z^2 \times p \times q}$$

## MAPA DE UBICACIÓN DEL ÁREA DE ESTUDIO



**Ilustración 3-1:** Mapa de ubicación del área de estudio  
**Elaborado por:** Isizan R., 2022.



**Tabla 3-1:** Coordenadas de los puntos de muestreo

<b>Nombre</b>	<b>X</b>	<b>Y</b>	<b>Z</b>
Tanque de almacenamiento	282497	9944490	297
Captación de agua	282332	9944173	296

Elaborado por: Isizan R., 2022.

#### *3.1.1.4. Toma de muestras*

##### ➤ **Toma de muestras en el tanque de almacenamiento**

La toma de muestras se realizó en la Planta Modular Compacta De Agua Potable Parroquia El Dorado las muestras obtenidas al ser una fuente en reposo se debió tomar la muestra al menos a 1 metro de la orilla, tomando la muestra a una profundidad cercana a la mitad, el frasco debe sumergirse de 15 a 30 cm desde la capa superficial, se tomó como prioridad tocar alguna pared del tanque de almacenamiento y el fondo del tanque (INTA, 2011, pp. 5-6).

##### ➤ **Toma de muestras en el arroyo la florida captación de agua**

La muestra se tomó en el arroyo La Florida en la parte central donde el agua fluye, para evitar que los resultados generen un cambio significativo, también se evitó tocar el fondo del efluente ya que los sedimentos pudieron entrar en la muestra, el técnico debió ir atrás de la botella contra corriente para muestrear, la muestra se recolecto contra la corriente es decir el lado del frasco abierto contra la corriente, donde no había mucha turbulencia (Mancheno y Ramos, 2015, pp. 62-64).

#### *3.1.1.5. Numero de muestras*

El tamaño de las muestras fue tomado por conveniencia. Se recolecto 3 muestras ubicadas en puntos estratégicos en el arroyo La Florida de forma aleatoria, también se recolecto 3 muestras ubicada de manera aleatoria en la Planta Modular Compacta de Agua Potable Parroquia El Dorado en el tanque de almacenamiento (Vélez y Ortega, 2013, pp. 32-33).

#### *3.1.1.6. Criterios de recolección*

Los criterios de recolección se realizaron basándose en muestras significativas para la elaboración de los análisis fisicoquímicos y microbiológicos, estos lugares de recolección fue el tanque de almacenamiento listo para distribución y el arroyo La Florida que abastece a la Planta Modular Compacta de Agua Potable Parroquia El Dorado (Albarracin, 2021, pp. 55-57).

### 3.1.1.7. Consideraciones para la toma de muestras físico-químico:

#### ➤ Criterios de recolección para los análisis físico-químicos

La toma de muestras para los análisis físico-químicos se dio con frascos completamente estériles una vez recolectada la muestra posteriormente se los tapo de tal forma que no existió la presencia del aire dentro del frasco al sellarlo, esto para limitar la interacción de la fase gaseosa y la agitación durante el traslado de la muestra al laboratorio. De esta manera se logró evitar la modificación del dióxido de carbono a su vez el potencial de hidrogeno pH, los bicarbonatos no se conviertan en carbonatos principales y el hierro tienda a oxidarse menos (NTE INEN 2169, 2013, p. 6).

#### ➤ Pasos para toma de muestras para análisis físico-químico

- Botella de vidrio Ámbar con la capacidad que tiene es de 1000 ml
- Se lo enjuago tres veces de la fuente de muestreo y desechando el agua usada
- La muestra tomada se dio casi total, dejando un mínimo de espacio la suficiente la cual permita la variación de volumen debida a diferencias térmicas.
- Cerró la muestra de manera ermitica
- Rotuló la muestra (llevar siempre cinta adhesiva por cualquier inconveniente)

#### ➤ Toma de muestras de análisis microbiológicos

##### 1. Parámetros para muestras de análisis microbiológico

Los recipientes para análisis microbiológicos el material de muestreo no debe de libera químicos que puedan inhibir la muestra tomada y su viabilidad microbiológica, estos recipientes no liberan químicos tóxicos o químicos que aceleren el crecimiento microbiano. Para la toma de muestras microbiológicas se tomó consideración, la toma de muestra fue representativa para el estudio a realizar, para destapar el frasco solo se lo hizo para realizar la toma de muestras, se quitó el tapón con cuidado para evitar contaminaciones externas a la muestra, no se tocó el interior del frasco o recipiente, así como el tapón ni la boca del frasco o recipiente, se tomó el frasco en la base y no se enjuago el envase previo a la muestra, y finalmente se tapó directamente o inmediatamente. La toma se realizó dejando un espacio de aire considerable para que se pueda generar un mezclado de la muestra por agitación. El examen bacteriológico se lo realizo después de haber tomado las muestras, esto para evitar cambios impredecibles en los resultados. El transporte se realizó en una

cadena de frío a una temperatura menor a 10° C esto dentro de porta muestras con hielos (Instituto Ecuatoriano de Normalización, 2012, pp. 2-5).

## 2. Pasos para toma de muestras para análisis microbiológicos

- A. El recipiente o frasco donde se tomará la muestra debió estar previamente esterilizado y se mantuvo una adecuada limpieza del entorno y el muestreador para evitar cualquier tipo de contaminación en la muestra.
- B. Rotuló el envase o aseguró que el recipiente o frasco sea el correcto.
- C. Abrió cuidadosamente el frasco evitando realizar un contacto con los dedos o boca para prevenir contaminación.
- D. Llenó el frasco con una inclinación de 45° dejando una cámara de aire que permita la aireación en la muestra.
- E. Aseguró de que el cierre sea perfecto
- F. Para guardar la muestra se lo colocó en el porta muestras en oscuridad, con hielo perfectamente limpia (INTA, 2011, pp. 6-7).

**Tabla 3-2:** Técnicas generales para la conservación de muestras - análisis físico-químico

Parámetro	Tipo de recipiente V, vidrio; P, plástico; VB, vidrio borosilicatado	Volumen típico (ml) y técnica de envasado	Técnica de preservación	Tiempo máximo recomendado de preservación antes del análisis después de la conservación	Comentarios
Aceites y grasa	V	1 000	Acidificar a pH 1 a 2 con HCl o H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	1 mes	
Acidez y alcalinidad	P o V	500 llenar contenedor completamente para excluir el aire	Se enfría a entre 1 °C y 5 °C	24 h	14 días Las muestras preferiblemente deben ser analizadas en el lugar (en particular para las muestras con alto contenido de gases disueltos). Reducción y oxidación durante el

					almacenamiento puede cambiar la muestra
Aniones (Br, F, Cl, NO <sub>2</sub> , NO <sub>3</sub> , PO <sub>4</sub> y SO <sub>4</sub> )	P o V	500	Se enfría entre 1 °C y 5 °C.	24 h	Filtrar en el lugar antes de conservación.
	P	500	Congelar a - 20 °C	1 mes	
Arsénico	P lavado con ácido V lavado con ácido	500	Se acidifica entre pH 1 a 2 con HCl o HNO <sub>3</sub> .	1 mes	HCl debe ser utilizado si la técnica de hidruro se utiliza para el análisis.
Cadmio	P lavado con ácido o VB lavado con ácido.	100	Acidificar entre pH 1 a 2 con HNO <sub>3</sub>	1 mes	6 meses
Cromo	P lavado con ácido o V lavado con ácido	100	Acidificar a entre pH 1 a 2 con HNO <sub>3</sub>	1 mes	6 meses
Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO)	P o V	1 000 llenar contenedor completamente para excluir el aire.	Se enfría a 1 °C y 5 °C	24 h	Mantener muestras almacenadas en la oscuridad. En caso de congelación para - 20 °C: 6 meses (1 mes si < 50 mg/L)
	P	1 000	Congelar a - 20 °C	1 mes	
Demanda química de oxígeno (DQO)	P o V	100	Acidificar a pH 1 a 2 con H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	1 mes	6 meses
	P	100	Congelar a - 20 °C	1 mes	
Ph	P o V Llenar contenedor completamente para excluir el aire.	100	Se enfría a entre 1 °C y 5 °C.	6 h	La prueba debe llevarse a cabo tan pronto como sea posible y, preferentemente, inmediatamente en el lugar después del muestreo.
Turbiedad	P o V	100	Se enfría a entre 1 °C y 5 °C. Mantener las muestras almacenadas	24 h	Preferiblemente llevar a cabo en el campo.

			en la oscuridad.		
--	--	--	------------------	--	--

Fuente: (NTE INEN 2169 2013)

Elaborado por: Isizan R., 2022.

### 3.1.1.8. *Preservación de la muestra*



La muestra recolectada debe almacenarse a una menor temperatura a la cual la muestra se recolecto, donde estas se almacenen debe estar casi llena pero no completamente. Se realizará una congelación o refrigeración de manera efectiva inmediatamente después de la recolección, conteniéndola el recipiente de muestreo en un enfriador térmico o termo a una temperatura de entre 2° a 5° C (NTE INEN 2169, 2013, p. 6).







### 3.1.1.9. *Rotulado de la muestra*

La rotulación de las muestras se marcó de una manera clara, el rotulador debe de ser permanente de tal manera que cuando llegue al laboratorio se permita identificar las muestras sin errores, así como las condiciones que se encontró la muestra, esta se anotó y adherido esta información en la botella conjunto con:

- a. Ubicación, el nombre del sitio que se muestreo, las coordenadas e información relevante
- b. Detalles del punto de muestreo
- c. Fecha de la recolección
- d. Hora de la recolección (NTE INEN 2169, 2013, p. 8).

**Tabla 3-3:** Materiales y equipos utilizados para la toma de muestras

<b>MATERIALES</b>	
	
Fracos ámbar de un litro	Fracos plásticos para las muestras microbiológicas

	
Mandil	Guantes de Nitrilo
	
Hielera con hielo	Marcador y adhesivos
<b>Equipos</b>	
	
Multiparámetro	GPS

Elaborado por: Ricky Isizan, 2022.

### 3.1.1.10. Embalaje y transporte de la muestra

Al terminar la rotulación la muestra se guardó en el porta muestras a una temperatura menor a los 10° como se indicó anteriormente, el porta muestras se embolsó con cinta adhesiva para evitar que se puede abrir en el transcurso del viaje. La mayoría de las muestras no requieren precauciones especiales de transporte, pero un empaçado asegura las perfectas condiciones para un análisis de calidad (Atencio, 2018, p. 96).

### 3.1.1.11. Traslado de muestras

Los recipientes que contienen las muestras deben de ser sellados y protegidos de tal manera que estos no se dañen o deterioren en el transcurso de llegada al laboratorio. En el proceso de

almacenamiento se revisó que los frascos o envases estén bien cerrados para evitar posibles derrames. Debe de existir una protección a los recipientes de la posible contaminación externa y poner énfasis entre el cuello y la rótula, las muestra en el momento de la entrega, se hizo identificando correctamente las muestras (NTE INEN 2169, 2013, pp. 7-8).

### ***3.1.2. Análisis en el laboratorio***

#### ***3.1.2.1. Preparación de soluciones***

Al llegar las muestras en frascos de Vidrio y plástico de 1000 ml y 100 ml, fueron asignadas con un código único dentro del laboratorio A22-171, A22-172, A22-173, A22-174, A22-175 y A22-175. Se procede con los datos de muestras en el laboratorio del GADPO en las hojas de control, las muestras se las almacena en un espacio ordenado, listas para utilizar para los análisis.





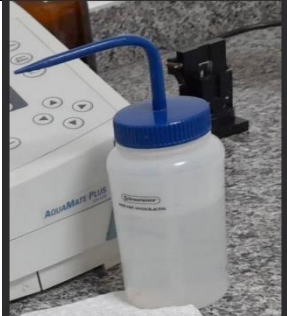



**Ilustración 3-2:** Recepción de muestras

**Elaborado por:** Ricky Isizan, 2022.

#### ***3.1.2.2. Medición del pH y conductividad en muestras de agua.***

Se tomó 50ml de muestra en un vaso desechable rotulado a continuación se lava los electrodos del pH y conductividad con agua destilada cuidadosamente y se seca con papel absorbente. Esta se calibra con estándares previamente. Antes de la medición de las muestras A22-171 hasta A22-176, Los electrodos una vez ya limpios se proceden a introducirlo a la muestra de agua por 1 minuto hasta estabilizar la lectura en el multiparámetro. Realizar este procedimiento sin volver a calibrar el equipo (6 muestras).

**Tabla 3-4:** Equipos y materiales de medición del pH y conductividad

<b>EQUIPOS Y MATERIALES</b>	
	
Vasos desechables	
	
Incubadora	Toalla Absorbente
	
Multiparámetros	Equipo en uso
	Descripción del equipo

Elaborado por: Ricky Isizan, 2022.

### 3.1.2.3. Determinación de análisis microbiológicos

El método consiste en filtrar la muestra de agua por una membrana o filtro (0,45  $\mu$  tamaño de poro y 47 mm de diámetro). Iniciando con esterilizar del lugar con alcohol y limpiando bien el área de trabajo, esto se hace para evitar la contaminación del cultivo con microorganismos




existentes en el entorno. Se procede a conectar una Bomba eléctrica de vacío y presión con el Colector de filtración de 3 puestos (PALL), colocando las 3 muestras obtenidas del tanque de almacenamiento de la Planta Modular Compacta de Agua Potable Parroquia El Dorado con los códigos A22-171, A22-172 y A22-173. También se coloca las 3 muestras obtenidas de la captación de agua que alimenta a la planta de tratamiento el arroyo La Florida con los códigos A22-174, A22-175 y A22-176. Estos son aforados a 100 ml en el embudo plástico de filtración, se enciende la bomba eléctrica de vacío y presión filtrando toda la muestra de agua a través de la membrana, Esta membrana esta con las muestras microbiológica. Se le retira el embudo plástico dejando la membrana dentro de la caja Petri. El reactivo es una ampolla m-colibblue24 que es agregado en toda la superficie de la membrana sin generar burbujas, se cierra la caja Petri y se las coloca dentro de la incubadora a 34.7 °C por 24 horas. Se realiza el conteo de colonias de coliformes fecales en el contador de colonias.

**Tabla 3-5:** Equipos y materiales para análisis microbiológicos

<b>EQUIPOS Y MATERIALES</b>	
	
Figura. Colector de filtración de 3 puestos (PALL)	Bomba eléctrica de vacío y presión. (PALL)
	
Incubadora	Contador de colonias
	
Cajas Petri	Embudo

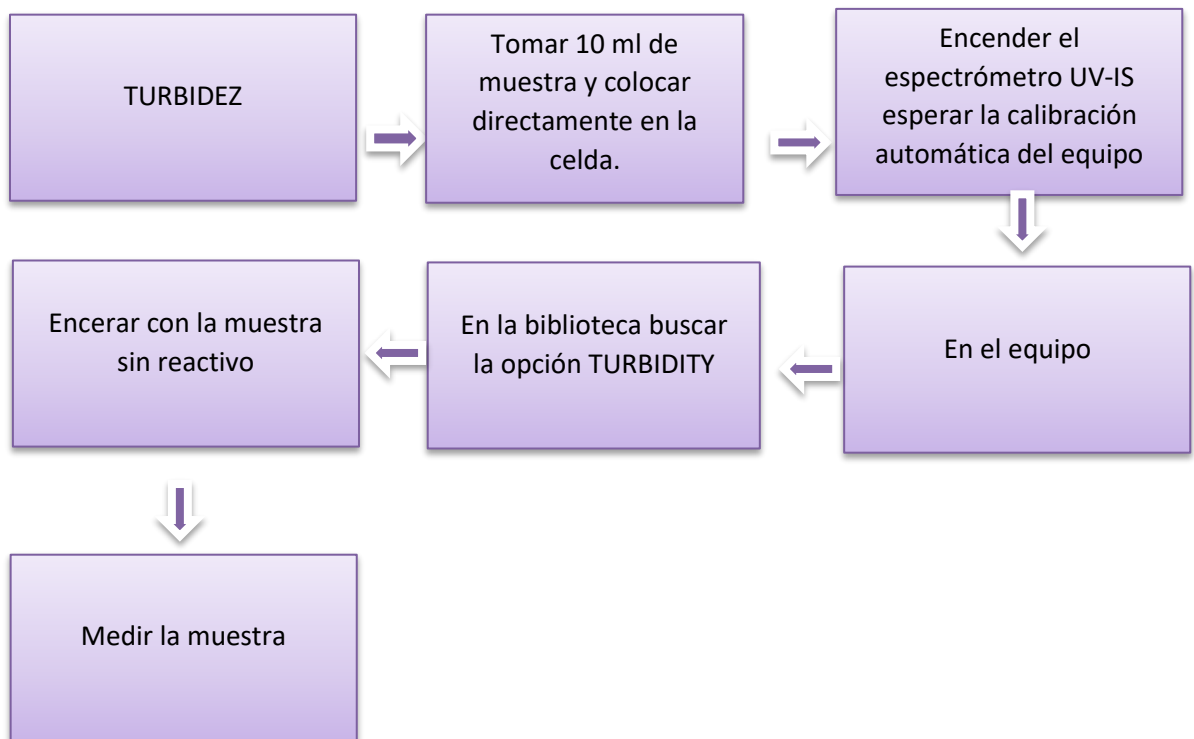
Elaborado por: Ricky Isizan, 2022.

**Tabla 3-6:** Reactivo para análisis microbiológicos

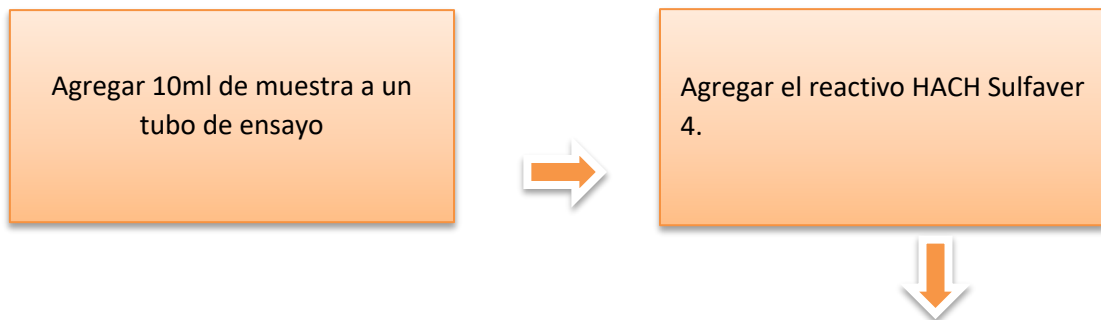
REACTIVO	
	m-colibblue24

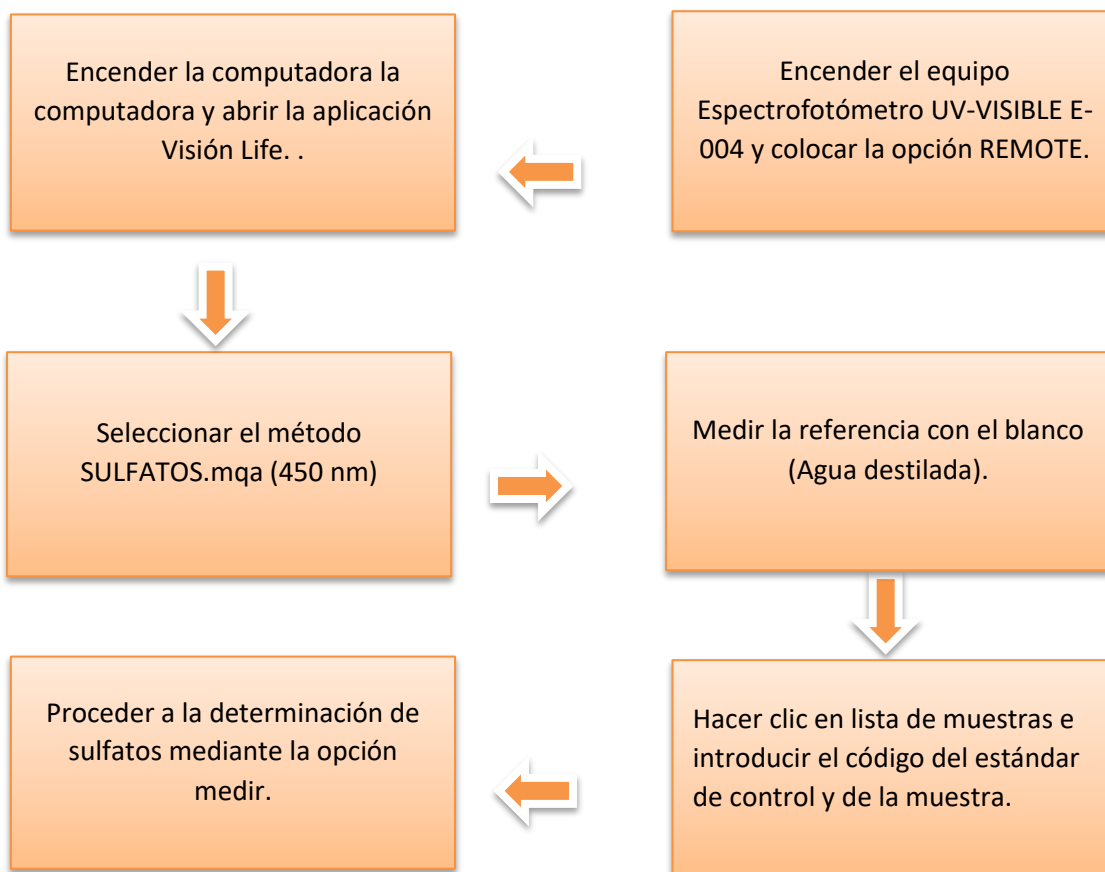
Elaborado por: Ricky Isizan, 2022.

*3.1.2.4. Determinación de turbidez*



*3.1.2.5. Metodología para determinar sulfatos*



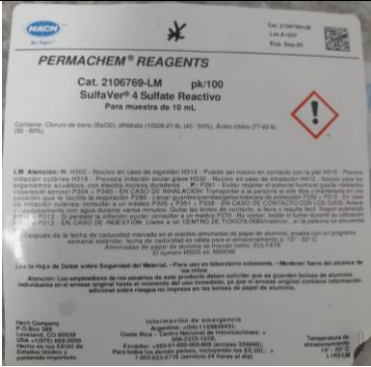




**Tabla 3-7:** Equipos para medición de Sulfatos y Turbidez

<b>EQUIPO DE MEDICIÓN DE SULFATO Y TURBIDEZ</b>	
	
<b>ESPECTROMETRO UV-VIS</b>	Descripción del equipo
	Lectura del equipo

Elaborado por: Ricky Isizan, 2022.

**Tabla 3-8:** Reactivos para la medición de Sulfatos




<b>REACTIVO E INSTRUMENTOS PARA DETERMINACION DE SULFATOS</b>	
 <p>PERMACHEM® REAGENTS Cat. 2106769-LM pk/100 SulfaVer® 4 Sulfate Reactivo Para muestra de 10 ml.</p>	
<p>Reactivo Sulfaver 4</p>	<p>Tubos de ensayo</p>
	<p>Pipeta electrónica Puntas de 100-1000ul</p>

Elaborado por: Ricky Isizan, 2022.

### 3.1.2.6. Metodología para análisis de metales pesados Cd, Fe, Cu y Cr.



El Método de Detección de Metales Pesados utilizado para realizar los análisis en este trabajo de integración curricular es el más usado para la medición de metales pesados. La técnica es usar la espectrofotometría de absorción atómica, este método se basa en la absorción de la energía de los átomos en estado fundamental. Las muestras se presentan en estado líquido contienen la materia a analizar esta llega a un mechero quemador de gas acetileno en el que se produce la atomización. Al ser pasada por la nube atómica formada por una emisión electromagnética en la longitud de onda característica de los átomos presentes se produce una absorción que es proporcional a la concentración de átomos. Sistema de salida de datos y registro La espectrofotometría de absorción atómica se hizo la técnica: De llama se usa 20ml de muestra (Fontal, 2005, pp. 34-38).

**Tabla 3-9:** Equipos y gases para análisis de metales pesados

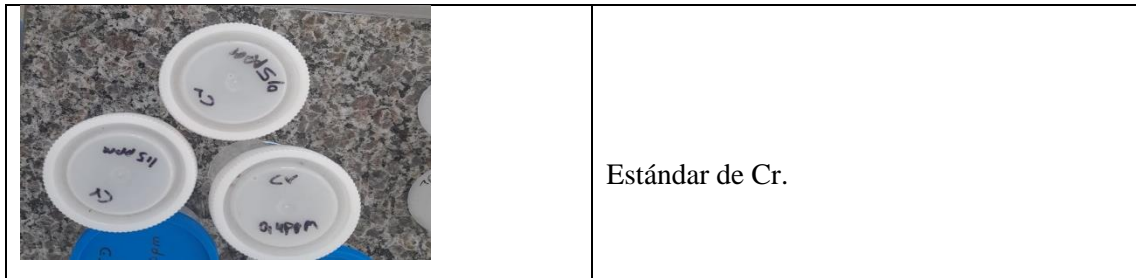
<b>ESPECTROMETRO DE ABSORCIÓN</b>	
	
Espectrómetro de absorción atómica	Descripción del equipo
	Gas Acetileno
<b>INTRUMENTOS DEL LABORATORIO</b>	
	Vaso desechable rotulados

Elaborado por: Ricky Isizan, 2022.

**Tabla 3-10:** Estándares para calibrar el equipo Espectrómetro de absorción atómica

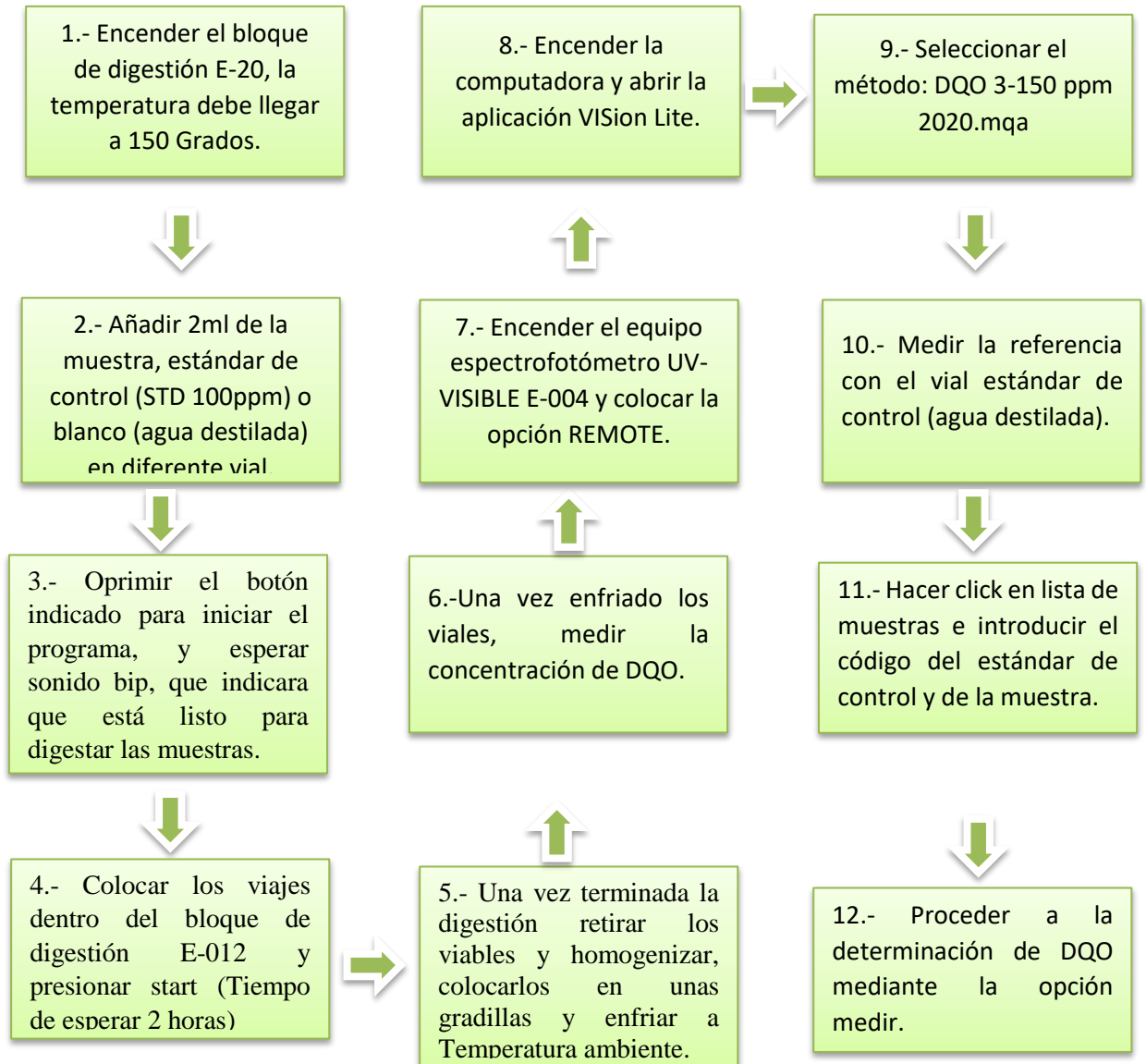
<b>Calibración del Equipo</b>	
	Equipo el proceso de calibración
	Estándares de Cd, Cu y Fe.



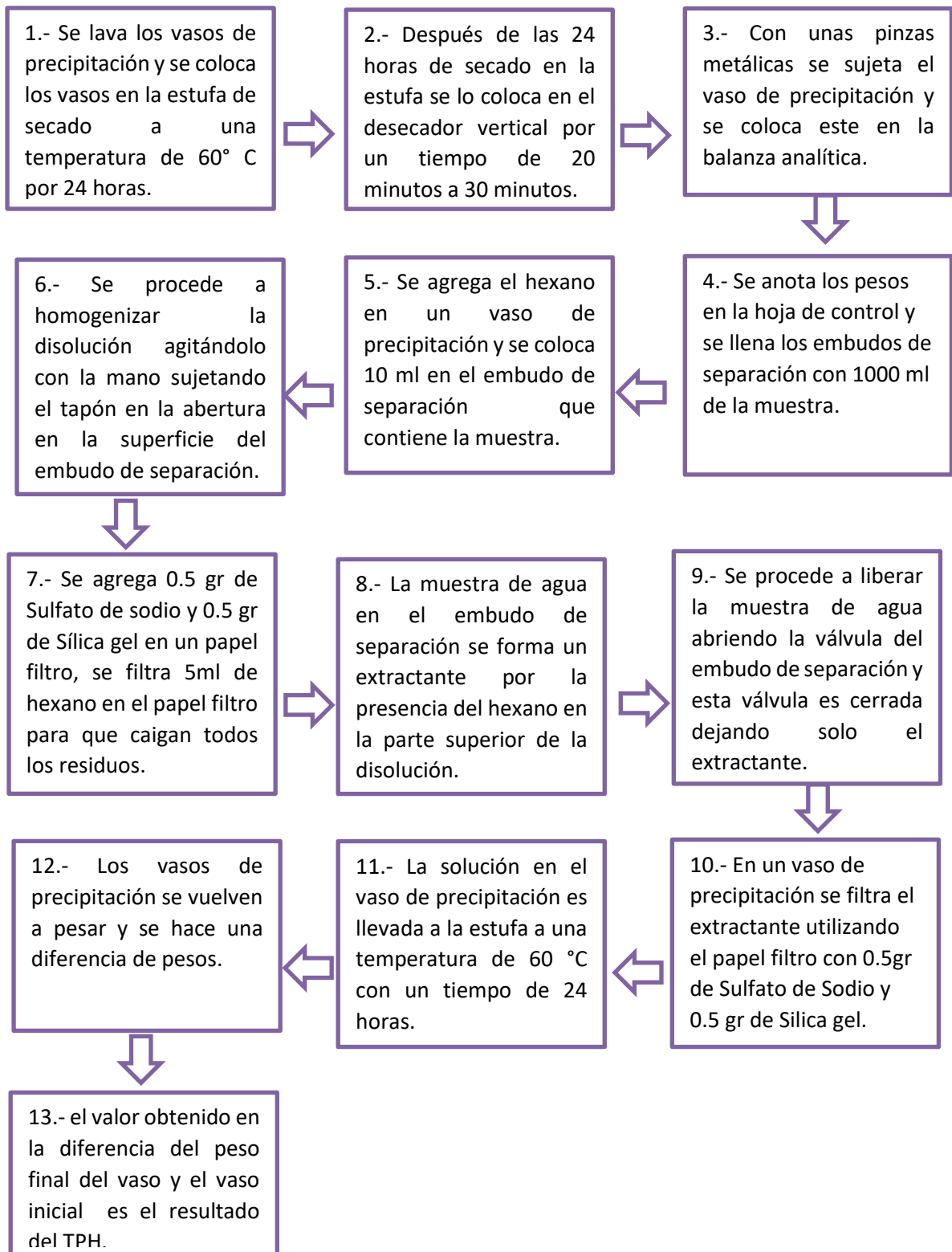


Elaborado por: Ricky Isizan, 2022.

### 3.1.2.7. Metodología para determinar la Demanda Química de Oxígeno (DQO)



### 3.1.2.8. Metodología para determinar TPH



**Tabla 3-11:** Equipos de medición de Hidrocarburos Totales de Petróleo (TPH)

<b>EQUIPO DE MEDICIÓN DE TPH</b>													
	<table border="1"> <tr> <td style="text-align: center;"></td> <td style="text-align: center;">CÓDIGO: E-007</td> </tr> <tr> <td>Nombre de Equipo: <b>ESTUFA</b></td> <td>Modelo: DS 300D</td> </tr> <tr> <td colspan="2">Marca: DIGISYSTEM LABORATORY INSTRUMENTS</td> </tr> <tr> <td colspan="2">N° Serie: 909325</td> </tr> <tr> <td colspan="2">Ubicación: AREA BALANZA</td> </tr> <tr> <td>Fecha de calibración: 05/12/2017 (CAL A 105°C)</td> <td>Fecha de próx. calibración:</td> </tr> </table>		CÓDIGO: E-007	Nombre de Equipo: <b>ESTUFA</b>	Modelo: DS 300D	Marca: DIGISYSTEM LABORATORY INSTRUMENTS		N° Serie: 909325		Ubicación: AREA BALANZA		Fecha de calibración: 05/12/2017 (CAL A 105°C)	Fecha de próx. calibración:
	CÓDIGO: E-007												
Nombre de Equipo: <b>ESTUFA</b>	Modelo: DS 300D												
Marca: DIGISYSTEM LABORATORY INSTRUMENTS													
N° Serie: 909325													
Ubicación: AREA BALANZA													
Fecha de calibración: 05/12/2017 (CAL A 105°C)	Fecha de próx. calibración:												
Estufa	Descripción del Equipo												
	<table border="1"> <tr> <td style="text-align: center;"></td> <td style="text-align: center;">CÓDIGO: E-041</td> </tr> <tr> <td>Nombre de Equipo: <b>DESECADOR VERTICAL</b></td> <td>Modelo: MATERIAL: ACRILICO COLOR: GRIS OSCURO</td> </tr> <tr> <td colspan="2">Marca: SCIENCEWARE</td> </tr> <tr> <td colspan="2">N° Serie: H42053-001</td> </tr> <tr> <td colspan="2">Ubicación: A. BALANZA</td> </tr> <tr> <td>Fecha de calibración: N/A</td> <td>Fecha de próx. calibración: N/A</td> </tr> </table>		CÓDIGO: E-041	Nombre de Equipo: <b>DESECADOR VERTICAL</b>	Modelo: MATERIAL: ACRILICO COLOR: GRIS OSCURO	Marca: SCIENCEWARE		N° Serie: H42053-001		Ubicación: A. BALANZA		Fecha de calibración: N/A	Fecha de próx. calibración: N/A
	CÓDIGO: E-041												
Nombre de Equipo: <b>DESECADOR VERTICAL</b>	Modelo: MATERIAL: ACRILICO COLOR: GRIS OSCURO												
Marca: SCIENCEWARE													
N° Serie: H42053-001													
Ubicación: A. BALANZA													
Fecha de calibración: N/A	Fecha de próx. calibración: N/A												
Desecador Vertical	Descripción del Equipo												
	<table border="1"> <tr> <td style="text-align: center;"></td> <td style="text-align: center;">CÓDIGO: E-039</td> </tr> <tr> <td>Nombre de Equipo: <b>BALANZA ANALÍTICA</b></td> <td>Modelo: PRACTUM224-1S</td> </tr> <tr> <td colspan="2">Marca: SARTORIUS</td> </tr> <tr> <td colspan="2">N° Serie: 0035750094</td> </tr> <tr> <td colspan="2">Ubicación: A. BALANZA</td> </tr> <tr> <td>Fecha de calibración:</td> <td>Fecha de próx. calibración:</td> </tr> </table>		CÓDIGO: E-039	Nombre de Equipo: <b>BALANZA ANALÍTICA</b>	Modelo: PRACTUM224-1S	Marca: SARTORIUS		N° Serie: 0035750094		Ubicación: A. BALANZA		Fecha de calibración:	Fecha de próx. calibración:
	CÓDIGO: E-039												
Nombre de Equipo: <b>BALANZA ANALÍTICA</b>	Modelo: PRACTUM224-1S												
Marca: SARTORIUS													
N° Serie: 0035750094													
Ubicación: A. BALANZA													
Fecha de calibración:	Fecha de próx. calibración:												
Balanza analítica	Descripción del Equipo												
	<table border="1"> <tr> <td style="text-align: center;"></td> <td style="text-align: center;">CÓDIGO: E-030</td> </tr> <tr> <td>Nombre de Equipo: <b>CAMPANA DE EXTRACCIÓN DE HUMOS Y VAPORES TÓXICOS</b></td> <td>Modelo: CED-90E-ESP</td> </tr> <tr> <td colspan="2">Marca: NOVATECH</td> </tr> <tr> <td colspan="2">N° Serie: 58631</td> </tr> <tr> <td colspan="2">Ubicación: A. ANALÍTICA</td> </tr> <tr> <td>Fecha de calibración: N/A</td> <td>Fecha de próx. calibración: N/A</td> </tr> </table>		CÓDIGO: E-030	Nombre de Equipo: <b>CAMPANA DE EXTRACCIÓN DE HUMOS Y VAPORES TÓXICOS</b>	Modelo: CED-90E-ESP	Marca: NOVATECH		N° Serie: 58631		Ubicación: A. ANALÍTICA		Fecha de calibración: N/A	Fecha de próx. calibración: N/A
	CÓDIGO: E-030												
Nombre de Equipo: <b>CAMPANA DE EXTRACCIÓN DE HUMOS Y VAPORES TÓXICOS</b>	Modelo: CED-90E-ESP												
Marca: NOVATECH													
N° Serie: 58631													
Ubicación: A. ANALÍTICA													
Fecha de calibración: N/A	Fecha de próx. calibración: N/A												
Campana de extracción de humos y vapores Tóxicos	Descripción del Equipo												

Elaborado por: Ricky Isizan, 2022.



**Tabla 3-12:** Instrumentos y reactivos utilizados para análisis de Hidrocarburos Totales de Petróleo (TPH)

<b>INSTRUMENTOS Y REACTIVOS PARA ANÁLISIS DE TPH</b>	
	
Vasos de precipitación	Pinzas
	
Embudo de separación	Soporte para embudo de separación
	
Micropipeta	Sulfato de Sodio
	
Hexano	Descripción del Hexano

	
<p>Sílica Gel</p>	<p>Descripción de Sílica Gel</p>

Elaborado por: Ricky Isizan, 2022

### 3.1.3. Desinfección microbiológica

En el proceso de desinfección se debe eliminar los microorganismos patógenos y no patógenos por prevención de enfermedades como diarreas, vómitos, infecciones intestinales que producen defecaciones con sangrado y cáncer de colon. La eliminación en su totalidad de los microorganismos presentes en el agua tratada convencionalmente asegura que no se dé el crecimiento microbiano, los procesos físico- químicos asegura la extracción de los nutrientes orgánicos que utilizan los microorganismos para su crecimiento. La desinfección en el agua no debe de ser momentánea si no con un efecto residual, es decir los componentes químicos deben de estar de manera activa.

#### 3.1.3.1. Desinfección preventiva

La desinfección preventiva se realiza desde el abastecimiento del agua que alimenta a la planta de potabilización hasta los controles finales antes de su distribución. Estos mecanismos de control se basan en el mejoramiento continuo de la planta de potabilización y son necesarios para evitar la propagación de enfermedades, alergias o epidemias a la población que la consume. Lo que se debe realizar dentro de la planta es identificar el problema de la mala calidad del agua, eliminar el causante y tomar todas las medidas de emergentes.

#### 3.1.3.2. Desinfección Correctiva

Estas medidas se realizan después de una evaluación bacteriológica e inspección sanitaria esto se debe realizar por petición de la planta de potabilización o de inspecciones sanitarias. Las medidas a tomar pueden ser un pretratamiento del agua de abastecimiento para cumplir con las normas establecidas en cada estado, monitoreos de control por parte de la misma planta de potabilización, mejor saneamiento, desinfección con pruebas de control de cloro residual, programas de

educación primaria a la salud, análisis bacteriológicos trimestrales después de haber tomado las medidas correctivas una vez identificado el problema de la mala calidad del agua, avisos a la población de aplicar cloro y hervir el agua (Ministerio Federal de Cooperación Económica y Desarrollo (BMZ) de Alemania, 2017, pp. 21-36).

## CAPITULO IV

### 4. RESULTADOS

#### 4.1. Resultados de las encuestas

##### 4.1.1. Tamaño muestral para la parroquia El Dorado

El tamaño de una muestra significativa de los habitantes de la parroquia El Dorado se logró obtener mediante el uso de la fórmula de tamaño muestral finita, el total de la población de la parroquia N es de 1639 habitantes, el porcentaje del nivel de confianza fue del 90% por lo que el Z calculado nos da un valor adimensional de 1.645 con un porcentaje de error del 10%, p y q probabilidad de acierto y probabilidad de fracaso se usan los valores de 0.5 por la carencia de estudios anteriormente realizados.

$$n = \text{Tamaño de la muestra buscado} \quad e = \frac{10}{100} = 0.1 \text{ error}$$

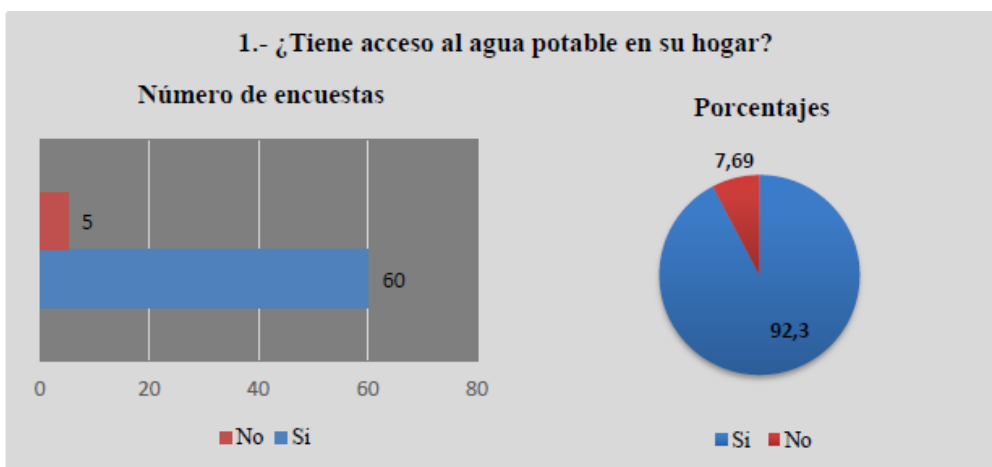
$$N = 1639 \text{ habitantes de la parroquia El Dorado} \quad p = \frac{50}{100} = 0.5$$

$$Z = 1.645 \text{ Valor de Z calculado al 90\%} \quad q = \frac{50}{100} = 0.5$$

$$n = \frac{1639 \times 1.645^2 \times 0.5 \times 0.5}{0.1^2 \times (1639 - 1) + 1.645^2 \times 0.5 \times 0.5}$$

$$n = 65.007 \text{ (Encuestas a realizar)}$$

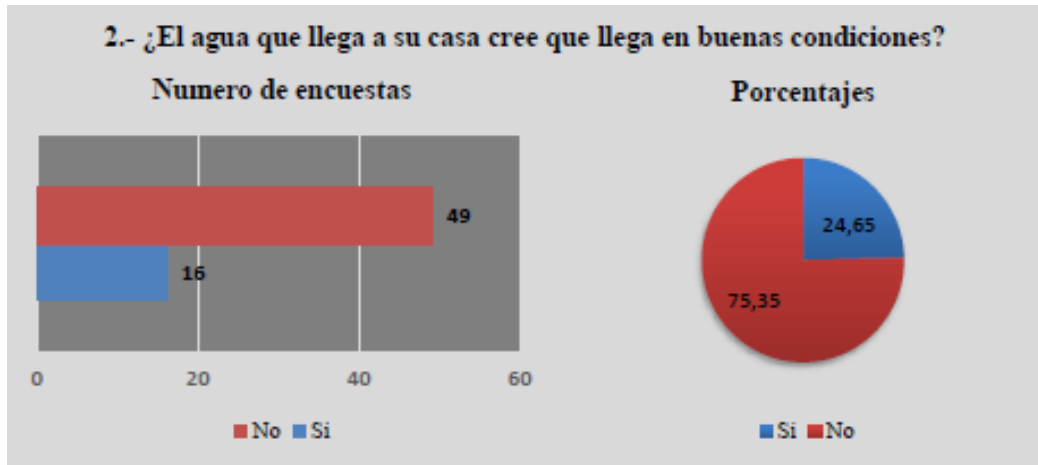
##### 4.1.2. Tabulación de las encuestas realizadas



**Ilustración 4-1:** Resultado de la tabulación de la pregunta 1

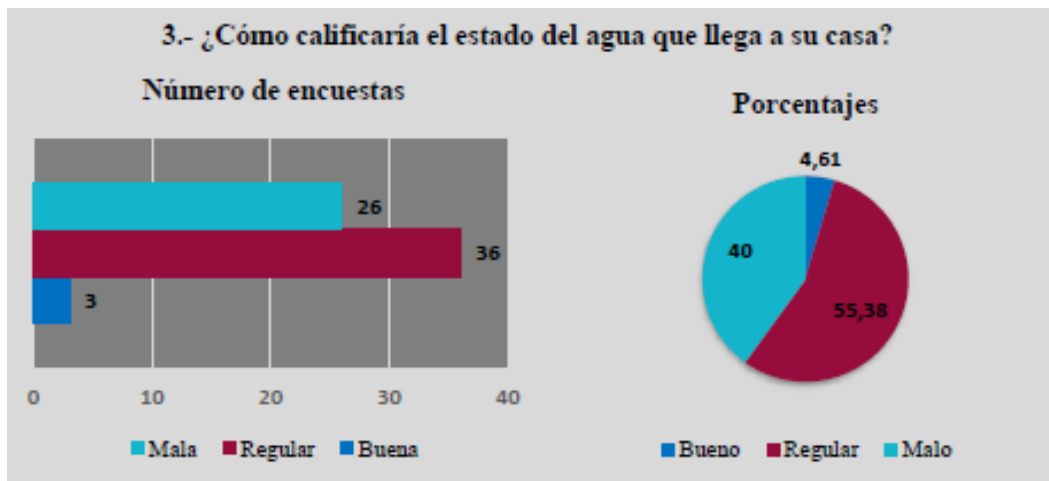
Elaborado por: Ricky Isizan, 2022.

Por medio de las encuestas se pudo determinar porcentaje del total de los habitantes que cuentan con acceso al agua potable con un nivel de confianza de 90%, dando como resultado que el 92.3% de la población de la Parroquia el Dorado cuenta con este servicio público y el 7.69% de la población de la parroquia carece de este servicio, teniendo problemas con el abastecimiento.



**Ilustración 4-2:** Resultado tabulación de la pregunta 2  
Elaborado por: Ricky Isizan, 2022.

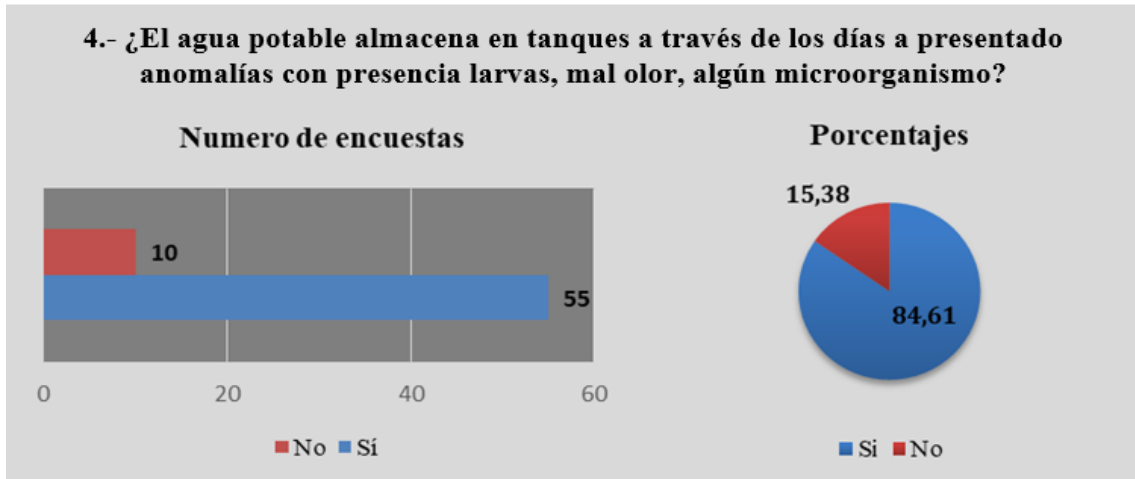
Mediante las encuestas realizada a los habitantes de la parroquia El Dorado manifiestan que el agua que llega a sus casas no se encuentra en buenas condiciones, el total de la población de la parroquia que se manifiesta de esta manera es del 75.35% y el 24.65% de la población considera que el agua proveniente de la Planta Modular Compacta de Agua Potable llega en buenas condiciones, estos datos están establecidos con el 90% del nivel de confianza.



**Ilustración 4-3:** Resultado de la tabulación de la pregunta 3  
Elaborado por: Ricky Isizan, 2022.

Las encuestas realizadas nos dieron como resultado que el 4.61% de los habitantes de la parroquia El Dorado califican al agua que llega a sus hogares distribuida y tratada en la Planta Modular Compacta de Agua Potable Parroquia El Dorado es de buena calidad y apta para el consumo humano y uso doméstico, el 55.38% de la población de la parroquia El Dorado califica el estado

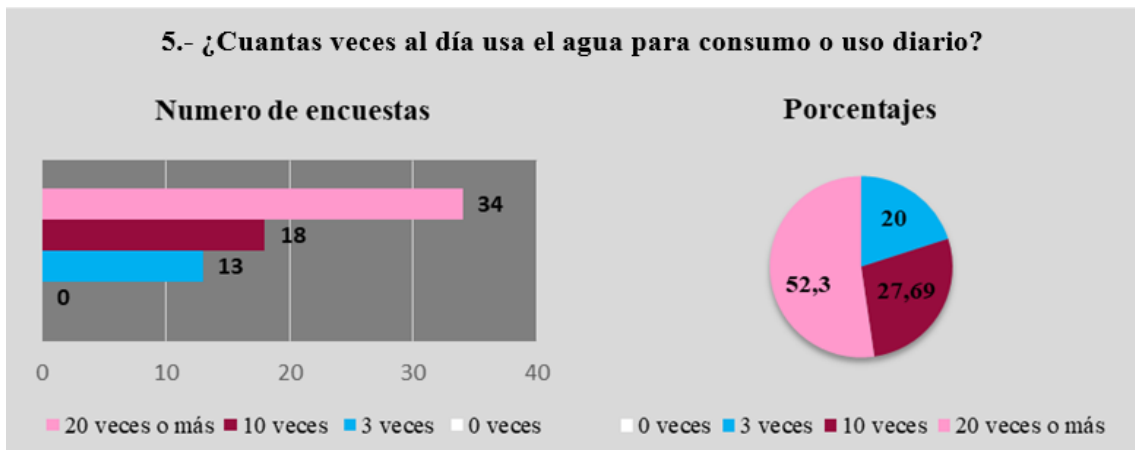
del agua que llega a sus hogares como regular apta para el uso doméstico mas no para el consumo humano, y el 40% de la población de la parroquia El Dorado califica el estado del agua que llega a sus hogares como mala no apta para el consumo humano ni uso doméstico, estos datos estadísticos se encuentran con el 90% del nivel de confianza.



**Ilustración 4-4:** Resultado de la tabulación de la pregunta 4

Elaborado por: Ricky Isizan, 2022.

Los resultados de las encuestas determinaron que el 84.61% de la población de la parroquia El Dorado presencia en el agua distribuida por la planta de tratamiento larvas, una especie de nata de color blanca y verde lo cual no permite el almacenamiento del agua por la insalubridad e higiene, y el 15.38% de la población de la parroquia no ha presenciado anomalías con presencias microbianas o alguna otra anomalía al almacenar el agua.



**Ilustración 4-5:** Resultados de tabulación de la pregunta 5

Elaborado por: Ricky Isizan, 2022.

En la tabulación de los datos obtenidos por los habitantes de la parroquia El Dorado nos dio como resultado que no hay persona que no use el agua suministrada por la Planta Modular Compacta de Agua Potable Parroquia El Dorado, el 20% los habitantes de la parroquia usan 3 veces al día el agua para su uso diario, el 27.69% de los habitantes usan 10 veces al día el agua para uso

doméstico, y 52.3% de la población utiliza el agua más de 20 veces para consumo y uso doméstico. Estos análisis están basados con el 90% de nivel de confianza.

## 4.2. Análisis del laboratorio

### 4.2.1. Resultados de muestras de agua para alimentación de la Planta Modular Compacta de Agua Potable Parroquia el Dorado

Las muestras de agua para alimentar la planta de potabilización, fue tomada el 5 de Julio del 2022 a la 1:46 pm Ubicación 18M 0282332, UTM 9944173 a una altura de 269 metros sobre el nivel del mar. Las muestras correspondientes a la línea base fueron etiquetadas en el laboratorio como muestras A22-174, a22-175 y A22-176.

#### Resultados de la muestra A22-174:

**Toma de muestra realizada por:** Téc. Ricky Isizan

**Fecha hora de toma de muestra:** 05/07/2022 13:51

**Fecha hora ingreso al Laboratorio:** 05/07/2022 14:50

**Fecha del Análisis:** 09/08/2022

**Descripción de la muestra:** M4. Agua Natural, Cuerpo de agua para abastecimiento de la planta de potabilización Punto 2 A.

**Coordenadas:** x: 282332, y: 9944173, z: 269

**Código de LABGADPO:** A22-174

**Tabla 4-1:** Resultados de la muestra A22-174

Ítem	Parámetro	Método de Referencia/Procedimiento Interno	Unidad	Resultado	Incertidumbre %U K=2, 95% de confianza
1	Potencial de Hidrógeno	SM 4500-H+ B, 23rd Ed./PT-01	--	6,78	3
2	Demanda Química de Oxígeno	SM 5220 D, 23rd Ed./PT-04	mg/L	< 20,0	11
3	Plomo	SM 3030 B, SM 3111 B, 23rd Ed./PT-05	mg/L	<0,30	15
4	Cadmio	SM 3030 B, SM 3111 B, 23rd Ed./PT-05	mg/L	<0,03	21
5	Cobre	SM 3030 B, SM 3111 B, 23rd Ed./PT-05	mg/L	<0,30	10

6	Hierro	SM 3030 B, SM 3111 B, 23rd Ed./PT-05	mg/L	<0,20	22
7	Hidrocarburos Totales de Petróleo	Gravimetría 1 /PT-09	mg/L	1,00	--
8	Coliformes Totales*	SM 9222 B, 23rd Ed.	UFC/100 ml	382	--
9	Coliformes Fecales*	SM 9222 D, 23rd Ed.	UFC/100 ml	276	--
10	Sulfatos*	Espectrofotometría/HACH 8051	mg/L	<10,00	--
11	Turbidez*	SM 2130 B, 23rd Ed.	NTU	<0,05	--

Elaborado por: Isizan R. 2022.

### **Resultados de la muestra A22-175:**

**Toma de muestra realizada por:** Téc. Ricky Isizan

**Fecha hora de toma de muestra:** 05/07/2022 13:55

**Fecha hora ingreso al Laboratorio:** 05/07/2022 14:50

**Fecha del Análisis:** 09/08/2022

**Descripción de la muestra:** M5. Agua Natural, Cuerpo de agua para abastecimiento de la planta de potabilización Punto 2 B.

**Coordenadas:** x: 282332, y: 9944173, z: 26

**Código de LABGADPO:** A22-175

**Tabla 4-2:** Resultados de la muestra a22-175

Ítem	Parámetro	Método de Referencia/Procedimiento Interno	Unidad	Resultado	Incertidumbre %U K=2, 95% de confianza
1	Potencial de Hidrógeno	SM 4500-H+ B, 23rd Ed./PT-01	--	6,80	3
2	Demanda Química de Oxígeno	SM 5220 D, 23rd Ed./PT-04	mg/L	< 20,00	11
3	Plomo	SM 3030 B, SM 3111 B, 23rd Ed./PT-05	mg/L	<0,30	15
4	Cadmio	SM 3030 B, SM 3111 B, 23rd Ed./PT-05	mg/L	<0,03	21
5	Cobre	SM 3030 B, SM 3111 B, 23rd Ed./PT-05	mg/L	<0,30	10
6	Hierro	SM 3030 B, SM 3111 B, 23rd Ed./PT-05	mg/L	<0,20	22



7	Hidrocarburos Totales de Petróleo	Gravimetría 1 /PT-09	mg/L	0,70	--
8	Coliformes Totales*	SM 9222 B, 23rd Ed.	UFC/100 ml	268	--
9	Coliformes Fecales*	SM 9222 D, 23rd Ed.	UFC/100 ml	246	--
10	Sulfatos*	Espectrofotometría/HACH 8051	mg/L	<10,00	--
11	Turbidez*	SM 2130 B, 23rd Ed.	NTU	<0,05	--

Elaborado por: Isizan R, 2023.

### **Resultados de la muestra A22-176:**

**Toma de muestra realizada por:** Téc. Ricky Isizan

**Fecha hora de toma de muestra:** 05/07/2022 14:00

**Fecha hora ingreso al Laboratorio:** 05/07/2022 14:50

**Fecha hora ingreso al Laboratorio:** 05/07/2022 14:50

**Descripción de la muestra:** M6. Agua Natural, Cuerpo de agua para abastecimiento de la planta de potabilización Punto 2 C.

**Coordenadas:** x: 282332, y: 9944173, z: 269

**Código de LABGADPO:** A22-175

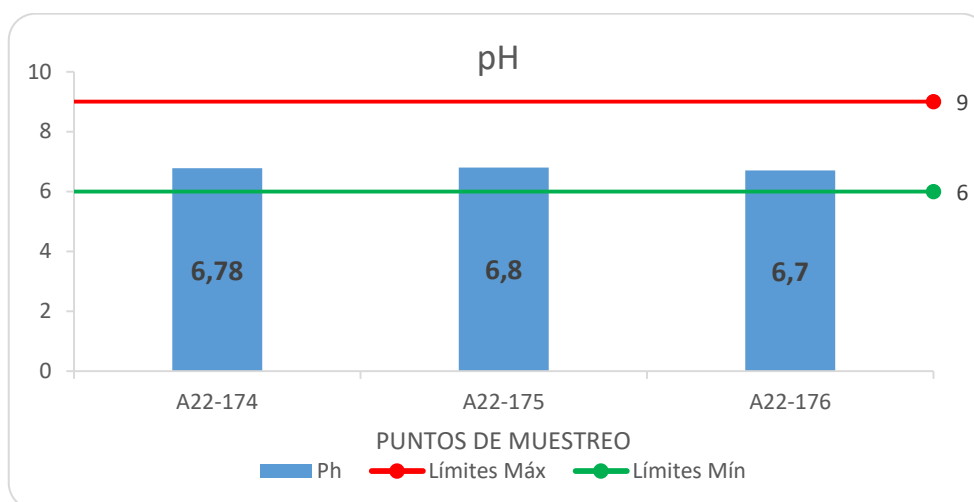
**Tabla 4-3:** Resultados de la muestra A22-176

Ítem	Parámetro	Método de Referencia/Procedimiento Interno	Unidad	Resultado	Incertidumbre %U K=2, 95% de confianza
1	Potencial de Hidrógeno	SM 4500-H+ B, 23rd Ed./PT-01	--	6,70	3
2	Demanda Química de Oxígeno	SM 5220 D, 23rd Ed./PT-04	mg/L	<20,00	11
3	Plomo	SM 3030 B, SM 3111 B, 23rd Ed./PT-05	mg/L	<0,30	15
4	Cadmio	SM 3030 B, SM 3111 B, 23rd Ed./PT-05	mg/L	<0,03	15
5	Cobre	SM 3030 B, SM 3111 B, 23rd Ed./PT-05	mg/L	<0,30	10
6	Hierro	SM 3030 B, SM 3111 B, 23rd Ed./PT-05	mg/L	<0,20	22

7	Hidrocarburos Totales de Petróleo	Gravimetría 1 /PT-09	mg/L	0,50	--
8	Coliformes Totales*	SM 9222 B, 23rd Ed.	UFC/100 ml	572	--
9	Coliformes Fecales*	SM 9222 D, 23rd Ed.	UFC/100 ml	186	--
10	Sulfatos*	Espectrofotometría/HACH 8051	mg/L	<10,00	--
11	Turbidez*	SM 2130 B, 23rd Ed.	NTU	<10,00	--

Elaborado por: Isizan R., 2022.

#### 4.2.1.1. Resultados de los parámetros físicos



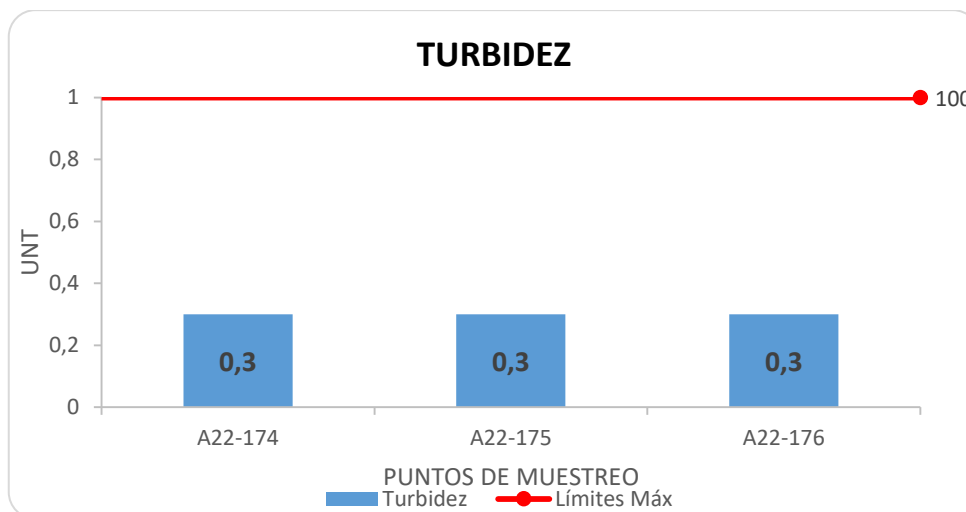
**Ilustración 4-6:** Grafica de Potencial de Hidrógeno punto B

Elaborado por: Ricky Isizan, 2022.

$$Media(X) = \frac{6.78 + 6.8 + 6.7}{3}$$

$$Media(X) = 6.76$$

Por medio de los resultados físicos, el pH de las muestras a22-174, a22-175 y a22-176 extraídas del arroyo La Florida que alimenta a la Planta Modular Compacta de Agua Potable Parroquia El Dorado, analizadas en el laboratorio del Gobierno Autónomo Descentralizado de la Provincia de Orellana (GADPO) no excede los límites máximos permisibles de pH 9 y los límites mínimos permisibles de 6, con una media del pH en las 3 muestras es de 6.76, por lo tanto el parámetro de potencial de Hidrogeno pH cumple con los requerimientos permitidos en la tabla 1 Criterios de calidad de fuentes de agua para consumo humano y uso doméstico, del Libro VI Anexo 1, acuerdo ministerial 097-A.

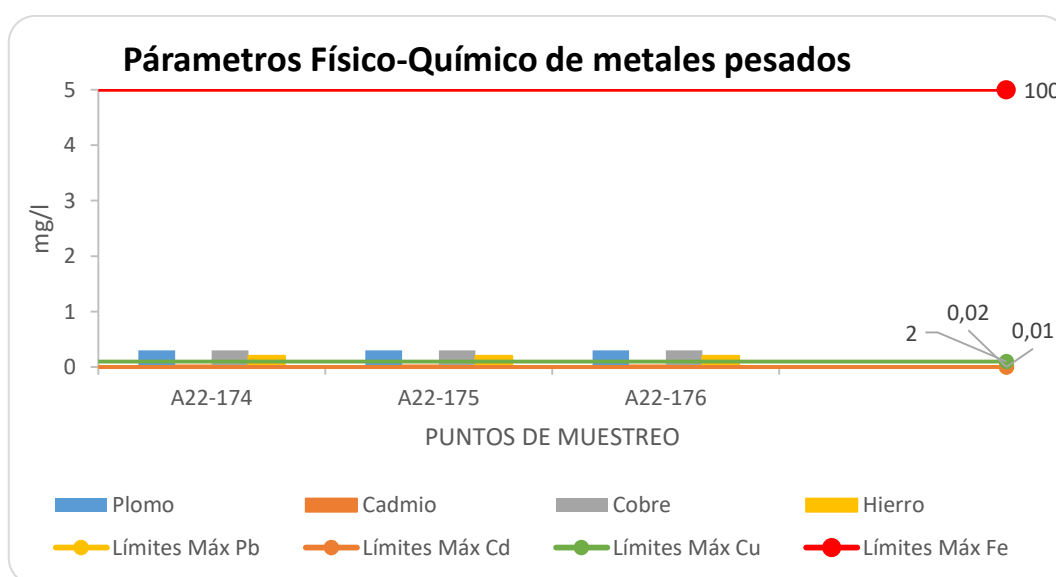


**Ilustración 4-7:** Gráfica de la turbidez de las muestras del punto B

Elaborado por: Ricky Isizan, 2022.

La turbidez analizada de las muestras extraídas del arroyo La Florida para la alimentación de la Planta Modular Compacta de Agua Potable Parroquia El Dorado cuyas muestras fueron A22-174, A22-175 y A22-176. Cumplen al no rebasar los límites máximos permisibles de 100 NTU establecidos en la tabla 1 Criterios de calidad de fuentes de agua para consumo humano y uso doméstico, del Libro VI Anexo 1, acuerdo ministerial 097-A, las 3 muestras tuvieron concentraciones <0.3 NTU cumpliendo con las normativas vigentes.

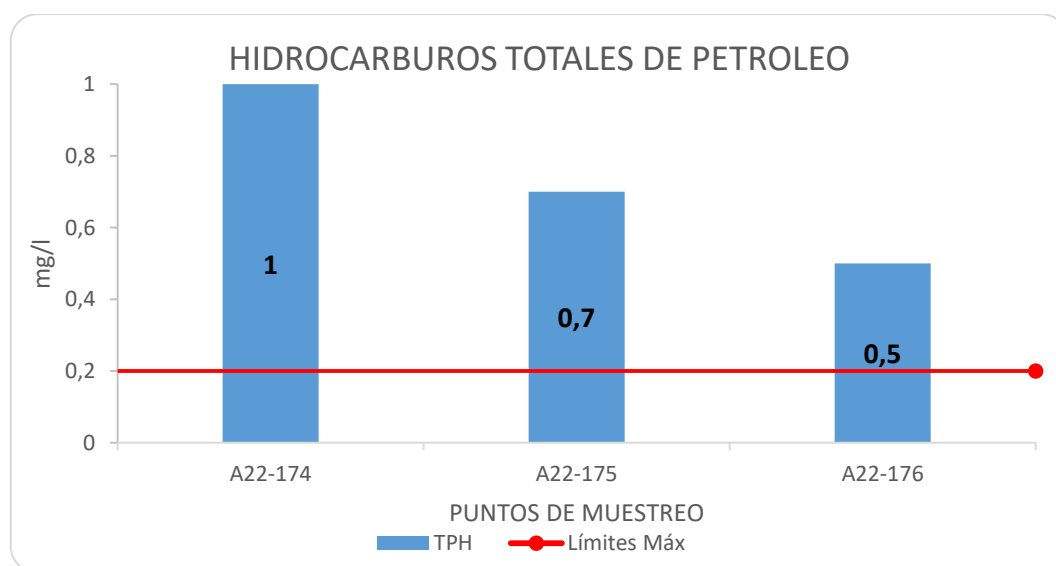
#### 4.2.1.2. Resultados de los parámetros Físico-Químicos



**Ilustración 4-8:** Gráfica del Plomo, Cadmio, Cobre y Hierro de las muestras del punto B

Elaborado por: Ricky Isizan, 2022.

Los resultados obtenidos en los análisis en el Espectrómetro de absorción atómica se lograron determinar que los metales pesados Plomo, Cadmio, Cobre y Hierro de las muestras de agua cumplen con los requisitos de la tabla 1 Criterios de calidad de fuentes de agua para consumo humano y uso doméstico, del Libro VI Anexo 1, acuerdo ministerial 097-A. En los resultados obtenidos todas las concentraciones del Plomo se encuentran excediendo del límite permisible siendo este 0.01mg/L, el analito al ser analizado presentó concentraciones pequeñas que por la sensibilidad del equipo se las representa con un <0.3 mg/L. El Cadmio presenta la misma similitud en los análisis, las concentraciones se encuentran fuera del límite permisibles de 0.02 mg/L obteniendo concentraciones de <0.03 mg/L por la sensibilidad del equipo. El cobre no sobrepasa los límites permisibles siendo este una concentración de 2mg/L y en los análisis del analito tienen concentraciones <0.3 mg/L. El hierro no excede los límites máximos permisibles de una concentración de 1mg/L obteniendo en los análisis del analito concentraciones <0.2mg/L.



**Ilustración 4-9:** Grafica de Hidrocarburos totales de petróleo de las muestras del punto B

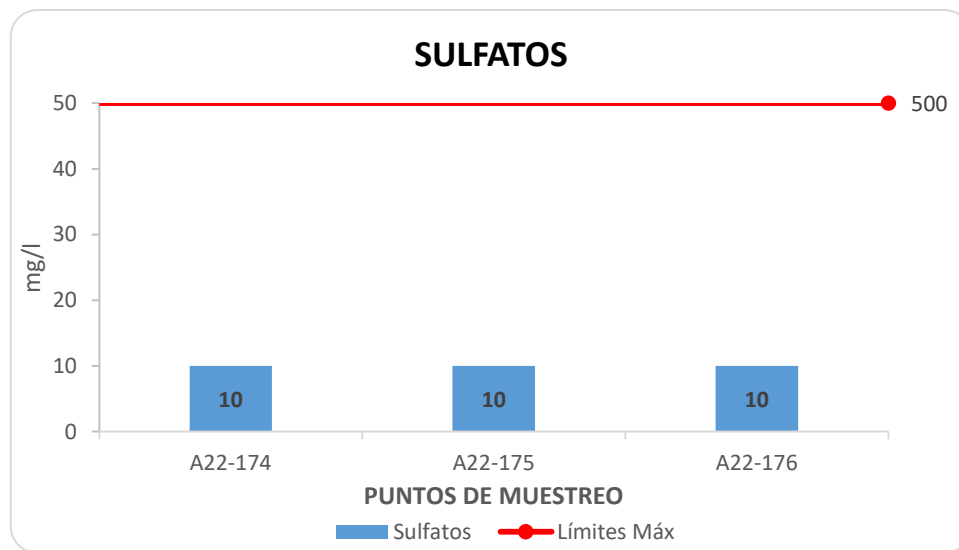
**Elaborado por:** Ricky Isizan, 2022.

$$Media(X) = \frac{1 + 0.7 + 0.5}{3}$$

$$Media(X) = 0.73333$$

Los análisis de los hidrocarburos Totales de Petróleo resultaron exceder los límites permisibles de la tabla 1 Criterios de calidad de fuentes de agua para consumo humano y uso doméstico, del Libro VI Anexo 1, acuerdo ministerial 097-A. Las muestras A22-174, A22-175 y A22-176 tuvieron concentraciones de 1 mg/l, 0.7mg/l y 0.5mg/l teniendo una media de 0.733 mg/l superando el máximo permisible con una concentración de 0.2mg/l resultando no apta en este

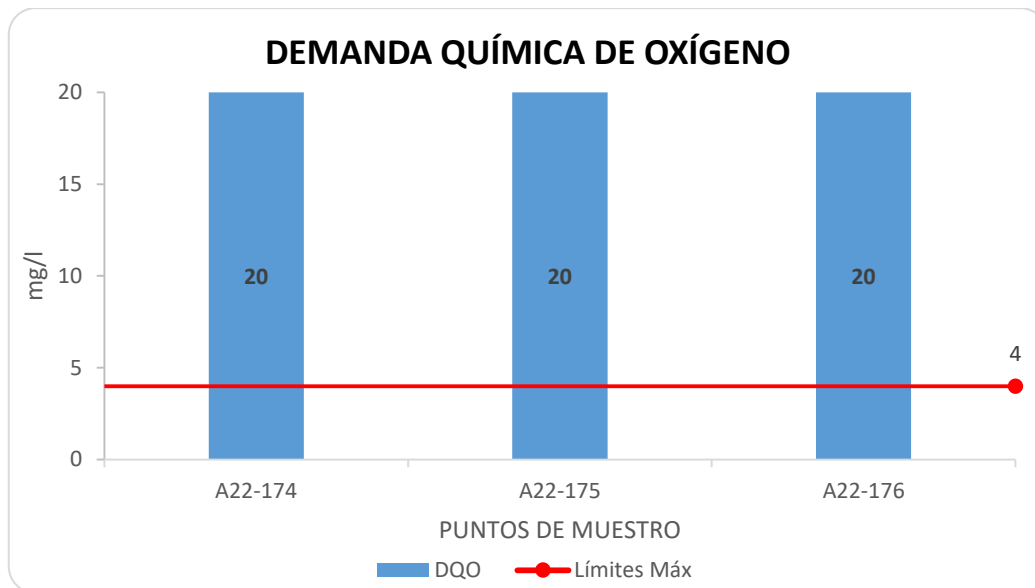
parámetro para realizar el proceso de tratamiento convencional de potabilización en la Planta Modular Compacta de Agua Potable Parroquia el Dorado.



**Ilustración 4-10:** Grafica de los Sulfatos de las muestras del punto B

**Elaborado por:** Ricky Isizan, 2022.

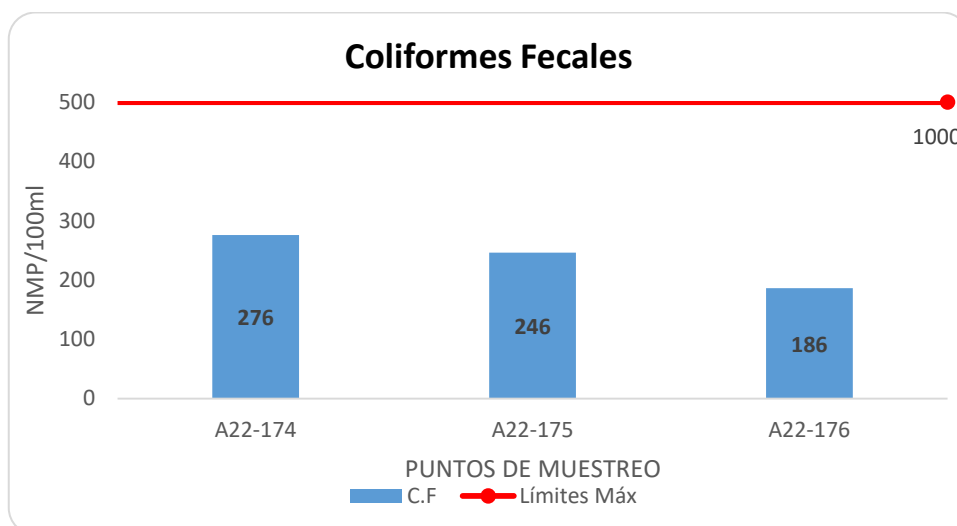
Los análisis obtenidos mediante espectrofotometría a través del equipo Espectrómetro UV-VIS se determinó que las concentraciones de sulfatos de las 3 muestras obtenidas en el arroyo La Florida que alimenta a la Planta Modular Compacta de Agua Potable Parroquia el Dorado son menores a los límites permisibles de la tabla 1 Criterios de calidad de fuentes de agua para consumo humano y uso doméstico, del Libro VI Anexo 1, acuerdo ministerial 097-A, siendo el límite máximo permisible con una concentración de 500 mg/L y en las 3 muestras extraídas tienen una concentración de <10mg/L.



**Ilustración 4-11:** Grafica de la Demanda química de oxígeno de las muestras del punto  
**Elaborado por:** Ricky Isizan, 2022.

Los análisis obtenidos mediante espectrofotometría a través del equipo Espectrómetro UV-VIS se determinó que las concentraciones de la Demanda Química de Oxígeno tienen concentraciones <20 mg/L lo cuales exceden el límite máximo permisibles establecido en de la tabla 1 Criterios de calidad de fuentes de agua para consumo humano y uso doméstico, del Libro VI Anexo 1, acuerdo ministerial 097-A, siendo el límite máximo permisible una concentración de 4 mg/L.

#### 4.2.1.3. Resultados de los parámetros microbiológicos



**Ilustración 4-12:** Graficas de los coliformes fecales de las muestras del punto  
**Elaborado por:** Ricky Isizan, 2022.

$$Media(X) = \frac{276 + 246 + 186}{3}$$

$$Media(X) = 236$$

Los coliformes Fecales presentes en las tres muestras tomadas del arroyo La Florida cumple con los estándares establecidos en la tabla 1 Criterios de calidad de fuentes de agua para consumo humano y uso doméstico, del Libro VI Anexo 1, acuerdo ministerial 097-A. siendo el límite máximo permisible de 1000 NMP/100 ml logrando ser apto este parámetro para el proceso de potabilización según los resultados obteniendo concentraciones de 276 NMP/100ml, 246 NMP/100ml y 186 NMP/100ml teniendo una concentración media de 236 NMP/100ml.

#### **4.2.2. Resultados de las muestras del almacenamiento de la Planta Modular Compacta de Agua Potable Parroquia el Dorado**

Las muestras de agua fueron tomadas en el tanque de almacenamiento para distribución de la Planta Modular Compacta de Agua Potable Parroquia el Dorado la toma de muestras se realizó el 5 de Julio a la 1:23 pm Ubicación 18M 0282497, UTM 9944490 a una altura de 297m sobre el nivel del mar. Las muestras al ingresar al laboratorio se etiquetaron con los códigos de A22-171, A22-172 y A22-173.

#### **Resultados de la muestra A22-171**

**Toma de muestra realizada por:** Téc. Ricky Isizan

**Fecha hora de toma de muestra:** 05/07/2022 13:00

**Fecha hora ingreso al Laboratorio:** 05/07/2022 14:50

**Fecha del Análisis:** 09/08/2022

**Descripción de la muestra:** M1 Agua de Distribución, Tanque de almacenamiento para distribución de agua potable a la parroquia El Dorado, Punto 1A.

**Coordenadas:** x: 282497, y: 9944491, z: 289

**Código de LABGADPO:** A22-171

**Tabla 4-4:** Resultados de la muestra A22-171

Ítem	Parámetro	Método de Referencia/Procedimiento Interno	Unidad	Resultado	Incertidumbre %U K=2, 95% de confianza
1	Potencial de Hidrógeno	SM 4500-H+ B, 23rd Ed./PT-01	--	7,23	3
2	Plomo	SM 3030 B, SM 3111 B, 23rd Ed./PT-05	mg/L	<0,30	15

3	Cobre	SM 3030 B, SM 3111 B, 23rd Ed./PT-05	mg/L	<0,30	10
4	Níquel	SM 3030 B, SM 3111 B, 23rd Ed./PT-05	mg/L	<0,20	11
5	Cadmio	SM 3030 B, SM 3111 B, 23rd Ed./PT-05	mg/L	<0,03	21
6	Cromo	SM 3030 B, SM 3111 B, 23rd Ed./PT-05	mg/L	<0,30	15
7	Turbidez*	SM 2130 B, 23rd Ed	NTU	<0,05	--
8	Coliformes Totales*	SM 9222 B, 23rd Ed.	UFC/100 ml	65	--
9	Coliformes Fecales*	SM 9222 D, 23rd Ed.	UFC/100 ml	10	--

Elaborado por: Ricky Isizan

### **Resultados de la muestra A22-172**

**Toma de muestra realizada por:** Téc. Ricky Isizan

**Fecha hora de toma de muestra:** 05/07/2022 13:06

**Fecha hora ingreso al Laboratorio:** 05/07/2022 14:50

**Fecha del Análisis:** 09/08/2022

**Descripción de la muestra:** M2 Agua de Distribución, Tanque de almacenamiento para distribución de agua potable a la parroquia El Dorado, Punto 1B.

**Coordenadas:** x: 282497, y: 9944491, z: 289

**Código de LABGADPO:** A22-172

**Tabla 4-5:** Resultados de la muestra A22-172

Ítem	Parámetro	Método de Referencia/Procedimiento Interno	Unidad	Resultado	Incertidumbre %U K=2, 95% de confianza
1	Potencial de Hidrógeno	SM 4500-H+ B, 23rd Ed./PT-01	--	7,15	3
2	Plomo	SM 3030 B, SM 3111 B, 23rd Ed./PT-05	mg/L	<0,30	15
3	Cobre	SM 3030 B, SM 3111 B, 23rd Ed./PT-05	mg/L	<0,30	10
4	Níquel	SM 3030 B, SM 3111 B, 23rd Ed./PT-05	mg/L	<0,20	11
5	Cadmio	SM 3030 B, SM 3111 B, 23rd Ed./PT-05	mg/L	<0,03	21
6	Cromo	SM 3030 B, SM 3111 B, 23rd Ed./PT-05	mg/L	<0,30	15



7	Turbidez*	SM 2130 B, 23rd Ed	NTU	<0,05	--
8	Coliformes Totales*	SM 9222 B, 23rd Ed.	UFC/100 ml	242	--
9	Coliformes Fecales*	SM 9222 D, 23rd Ed.	UFC/100 ml	2	--

Elaborado por: Ricky Isizan

### **Resultados de la muestra A22-173**

**Toma de muestra realizada por:** Téc. Ricky Isizan

**Fecha hora de toma de muestra:** 05/07/2022 13:08

**Fecha hora ingreso al Laboratorio:** 05/07/2022 14:50

**Fecha del Análisis:** 09/08/2022

**Descripción de la muestra:** M3 Agua de Distribución, Tanque de almacenamiento para distribución de agua potable a la parroquia El Dorado, Punto 1C.

**Coordenadas:** x: 282497, y: 9944491, z: 289

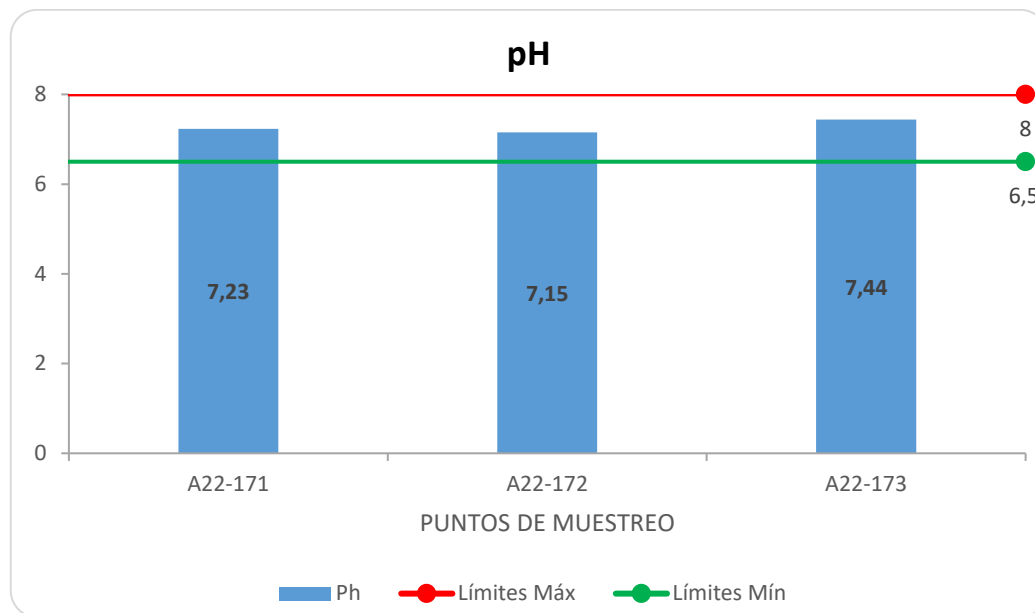
**Código de LABGADPO:** A22-173

**Tabla 4-6:** Resultados de la muestra A22-173

Ítem	Parámetro	Método de Referencia/Procedimiento Interno	Unidad	Resultado	Incertidumbre %U K=2, 95% de confianza
1	Potencial de Hidrógeno	SM 4500-H+ B, 23rd Ed./PT-01	--	7,44	3
2	Plomo	SM 3030 B, SM 3111 B, 23rd Ed./PT-05	mg/L	<0,30	15
3	Cobre	SM 3030 B, SM 3111 B, 23rd Ed./PT-05	mg/L	<0,30	10
4	Níquel	SM 3030 B, SM 3111 B, 23rd Ed./PT-05	mg/L	<0,20	11
5	Cadmio	SM 3030 B, SM 3111 B, 23rd Ed./PT-05	mg/L	<0,03	21
6	Cromo	SM 3030 B, SM 3111 B, 23rd Ed./PT-05	mg/L	<0,30	15
7	Turbidez*	SM 2130 B, 23rd Ed	NTU	<0,05	--
8	Coliformes Totales*	SM 9222 B, 23rd Ed.	UFC/100 ml	150	--
9	Coliformes Fecales*	SM 9222 D, 23rd Ed.	UFC/100 ml	20	--

Elaborado por: Ricky Isizan, 2022.

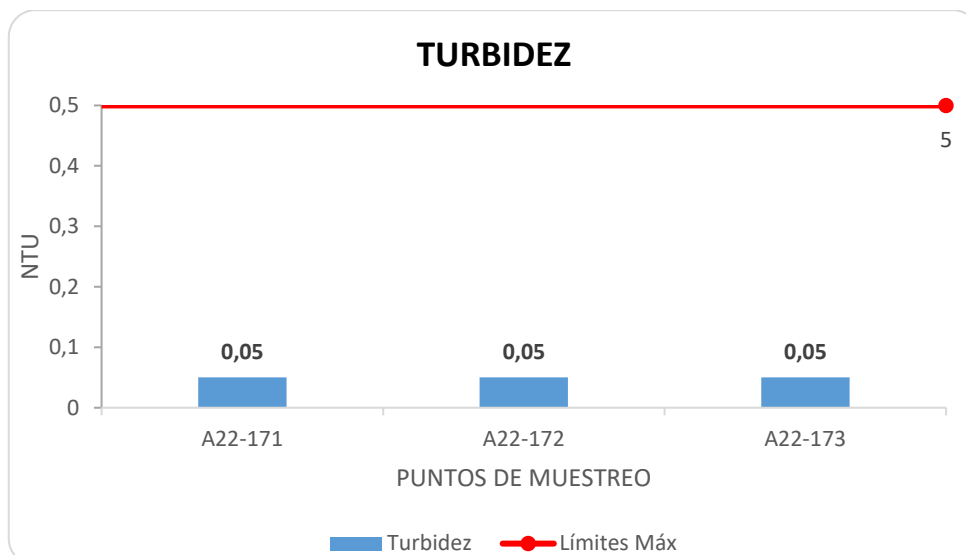
#### 4.2.2.1. Resultados de los parámetros Físicos



**Ilustración 4-13:** Grafica de los resultados de Potencial de Hidrógeno de las muestras A  
Elaborado por: Ricky Isizan, 2022.

$$\text{Media}(X) = \frac{7.23 + 7.15 + 7.44}{3}$$
$$\text{Media}(X) = 7.27$$

El potencial de hidrogeno analizado de las muestras de agua obtenidas en la Planta Modular Compacta de Agua Potable Parroquia el Dorado con las etiquetas A22-171, A22-172 y A22-173 se encuentran en los rangos establecidos en la norma INEN 1108 establecido en tabla B.1. Rango de pH del agua para consumo humano, con los límites de concentración mínima de 6.5 pH y una máxima de 8 pH. Por medio de la determinación de los análisis en el laboratorio la muestras A22-171 tiene un pH de 7.23, A22-172 un pH de 7.15 y la muestra A22-173 un pH de 7.44 dándonos una media de pH de 7.27 determinando que el pH de las muestras de agua es apto para el consumo humano.

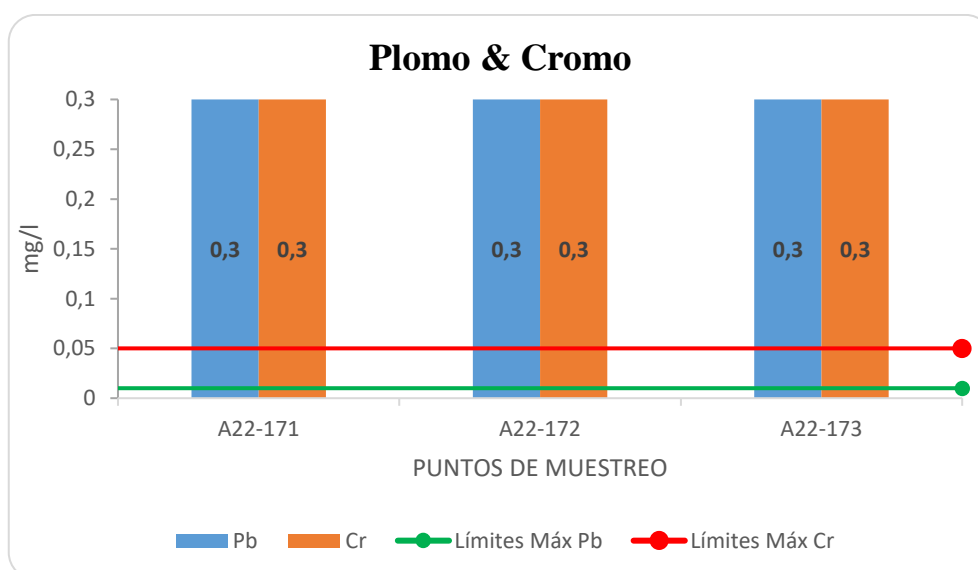


**Ilustración 4-14:** Gráfica de la turbidez de las muestras del punto A

**Elaborado por:** Ricky Isizan, 2022.

Mediante los análisis obtenidos de turbidez en el laboratorio de las muestras de agua tomadas de la Planta Modular Compacta de Agua Potable Parroquia el Dorado las muestras A22-171, A22-172 y A22-173 cumplen con los requisitos establecidos en las normas INEN 1108, tabla 1 Requisitos físicos y químicos del agua para consumo humano con un límite permisible máximo de 5 NTU y los resultados obtenidos de las muestras A22-171, A22-172 y A22-173 se obtuvieron concentraciones menores a 0.05 NTU cumpliendo con este parámetro siendo apto este parámetro el agua para consumo y uso doméstico.

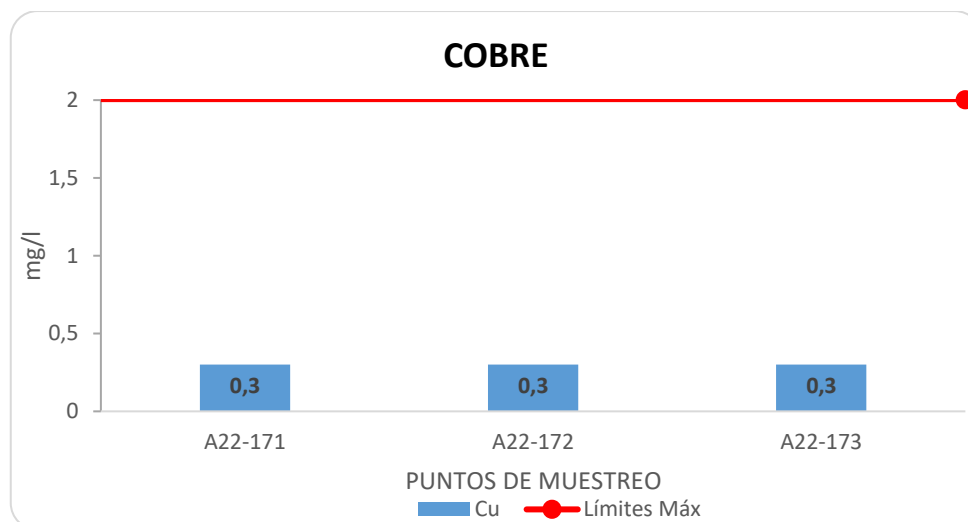
#### 4.2.2.2. Resultados de los parámetros físico-químicos



**Ilustración 4-15:** Gráfica del plomo y Cromo de las muestras del punto A

**Elaborado por:** Ricky Isizan, 2022.

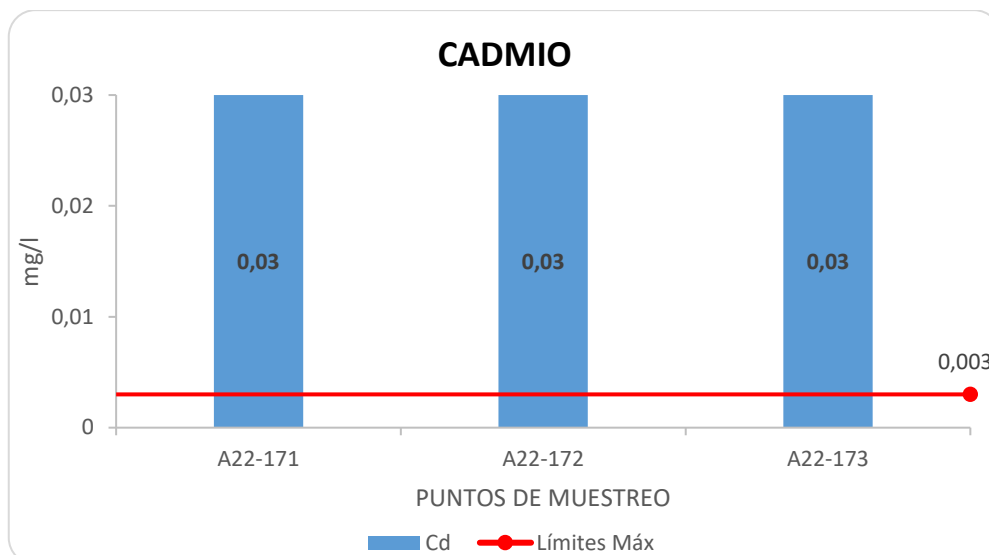
En los resultados de plomo y cromo obtenidos en el laboratorio se determinó que las muestras tomadas de la Planta Modular Compacta de Agua Potable Parroquia el Dorado con los códigos A22-171, A22-172 y A22-173, tuvieron concentraciones menores a 0.3 mg/L por defecto del equipo espectrómetro UV-VIS, los resultados obtenidos sobrepasó los límites permisibles de la Norma INEN 1108 establecidos en la tabla 1 Requisitos físicos y químicos del agua para consumo humano no cumpliendo este parámetro con los límites permisibles para el agua de consumo humano y uso doméstico.



**Ilustración 4-16:** Gráfica del cobre de las muestras del punto A

Elaborado por: Ricky Isizan, 2022.

Los resultados obtenidos de cobre en el laboratorio de las muestras A22-171, A22-172 y A22-173 tomadas de la Planta Modular Compacta de Agua Potable Parroquia el Dorado cumplen con los límites máximos permisibles establecidos en la norma INEN 1108 establecidos en la tabla 1 Requisitos físicos y químicos del agua para consumo humano, las tres muestras de agua tuvieron concentraciones <0.3 mg/L en el equipo espectrómetro UV-VIS.

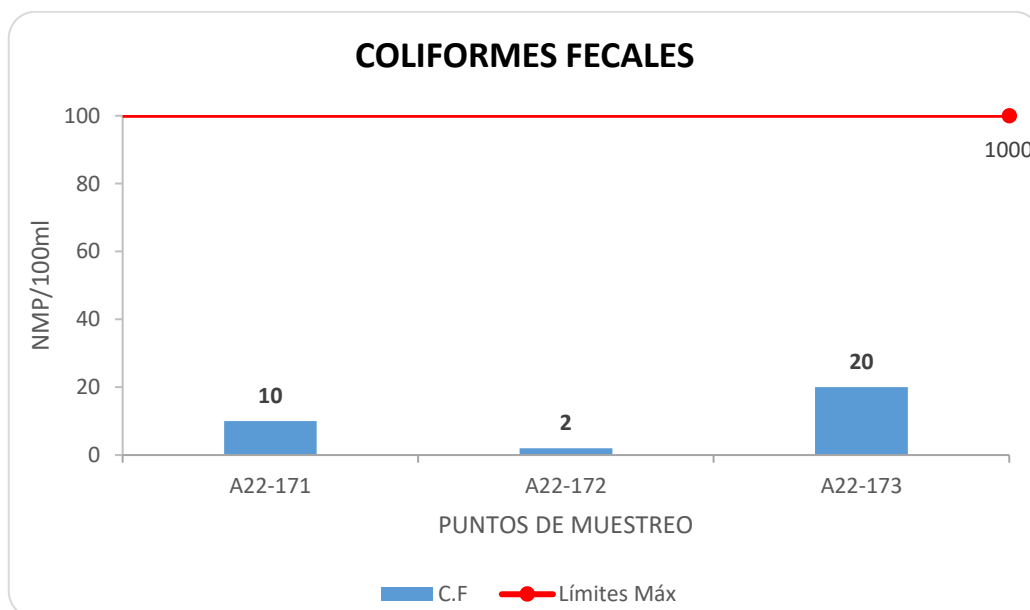


**Ilustración 4-17:** Gráfica del cadmio de las muestras del punto A

Elaborado por: Ricky Isizan, 2022.

Los resultados obtenidos en el laboratorio se determinaron que el cadmio presente en las muestras presentan concentraciones menores a 0.03 mg/L por defecto del equipo espectrómetro UV-VIS, los límites máximos permisibles en la Normativa INEN 1108 de la tabla 1 Requisitos físicos y químicos del agua para consumo humano deben de tener una concentración menor a 0.003 mg/L lo cual esto presenta una diferencia significativa, determinado que el analito analizado presenta concentraciones mayores a los límites máximos permisibles.

#### 4.2.2.3. Resultados de los parámetros microbiológicos



**Ilustración 4-18:** Gráfica de los coliformes fecales de las muestras del punto A

Elaborado por: Ricky Isizan, 2022.

$$Media(X) = \frac{10 + 2 + 20}{3}$$

$$Media(X) = 10.6$$

En los resultados obtenidos en el laboratorio por el método de filtración de membrana y conteos de coliformes fecales en las tres muestras tomadas de la Planta Modular Compacta de Agua Potable Parroquia el Dorado fueron 10 UFC/100 ml, 2 UFC/100 ml, 20 UFC/100 ml, de las muestras A22-171, A22-172 y A22-173 estos resultados de las unidades formadoras de colonias dan una media de 10.6 UFC/100 ml. Los límites permisibles según la normativa INEN 1108 establecidos en tabla 2 Requisitos microbiológicos del agua para consumo humano determinan que debe existir una ausencia de coliformes fecales por cada 100 ml de muestra, también se puede representar La ausencia corresponde a “<1,1 NMP/100 ml”. Estos resultados establecen que no cumple con los requisitos microbiológicos del agua para consumo humano permitidos en la Normativa Técnica Ecuatoriana.

#### 4.3. Evaluación de los Resultados

**Tabla 4-7:** Evaluación de los resultados obtenidos en el Laboratorio del GADPO de las muestras obtenidas en el Arroyo la Florida

<b>Criterios de calidad de fuentes de agua para consumo humano y uso doméstico para evaluación de las muestras A22-174, A22-175 y A22-176 con la tabla 1 del libro VI Anexo 1 del acuerdo ministerial N° 097-A.</b>				
<b>Parámetro</b>	<b>Unidad</b>	<b>Límites permisibles</b>	<b>Media de resultados de a22-174, a22-175 y a22-176</b>	<b>Nivel de cumplimiento</b>
Potencial de Hidrógeno (pH)	pH	6-9	6.76	Cumple
Plomo (Pb)	mg/l	0.01	<0.30	No cumple
Cobre (Cu)	mg/l	2	<0.3	Cumple
Cadmio (Cd)	mg/l	0.02	<0.03	Cumple
Hierro (Fe)	mg/l	1	<0.2	Cumple
Hidrocarburos Totales de Petróleo	mg/l	0.2	0.73	No cumple
Demanda Química de Oxígeno	mg/l	<4	<20	No cumple

Turbidez	NTU	100	<0.05	Cumple
Coliformes Fecales	UFC/100 ml	1000	236	Cumple

Elaborado por: Ricky Isizan, 2022.

**Tabla 4-8:** Evaluación de los resultados obtenidos en el Laboratorio del GADPO de las muestras obtenidas en la Planta de potabilización.

<b>Requisitos físicos, químicos y microbiológicos del agua para consumo humano para evaluación de las muestras A22-171, A22-172 y A22-173 con la tabla 1, tabla 2 y tabla B.1 de la Norma Técnica Ecuatoriana INEN 1108.</b>				
<b>Parámetro</b>	<b>Unidad</b>	<b>Límites permisibles</b>	<b>Media de resultados de a22-171, a22-172 y a22-173</b>	<b>Nivel de cumplimiento</b>
Potencial de Hidrógeno (pH)	pH	6.5-8	7.27	Cumple
Plomo (Pb)	mg/l	0.01	<0.30	No cumple
Cobre (Cu)	mg/l	2	<0.03	Cumple
Cadmio (Cd)	mg/l	0.002	<0.03	No cumple
Cromo (Cr)	mg/l	0.05	<0.30	No cumple
Turbidez	NTU	5	<0.05	Cumple
Coliformes Fecales	UFC/100 ml	0	10.6	No cumple

Elaborado por: Ricky Isizan, 2022

#### 4.4. Discusión

En esta investigación el objetivo primordial es analizar la calidad del agua para consumo humano y uso doméstico, para tener una mejor percepción del estado actual de dicho recurso en la parroquia El Dorado, se realizó una encuesta a la población de la parroquia sobre la percepción y la conformidad en el cual se encuentran con el abastecimiento y calidad del agua, determinando que el 92.7% de la población de la parroquia El Dorado tiene acceso al agua tratada en la Planta Modular Compacta de Agua Potable Parroquia El Dorado y el 7.69% de la población no se abastece del agua potable. El 24.65% de la población de la parroquia identifica que el agua si llega en buenas condiciones a sus hogares y el 75.35% identifica que el agua no llega en buenas condiciones a sus hogares. El 4.61% de la población de la parroquia califica que el estado del agua que llega a sus hogares es considerado como buena, el 55.38% de la población de la parroquia califica que el estado del agua que llega a sus hogares es considerado como regular y el 40% de la población de la parroquia califica que el estado del agua que llega a sus hogares es

considerado como mala. El 84.61% de la población de la parroquia manifiesta que ha presenciado durante el almacenamiento del agua proveniente de la Planta Modular Compacta de Agua Potable Parroquia El Dorado algún tipo de microorganismo como larvas y una especie de nata de color verde blanquecina y el 15.38% de la población de la parroquia manifiesta que no ha presenciado la presencia de agentes microbiológicos externos al agua. El 52.3% de la población de la parroquia menciona que usa más de 20 veces al día el agua suministrada por la planta, el 27.69% de la población de la parroquia menciona que usa el agua un aproximado de 10 veces al día, 20% de la población de la parroquia menciona que usa el agua un aproximado de 3 veces al día y no hubo una respuesta donde se mencione que no se usaba el agua, todos estos datos estadísticos fueron realizados con un nivel de confianza del 90%.

Para la determinación de los análisis en el laboratorio se realizó un muestreo en dos puntos los cuales fueron. Punto A Tanque de almacenamiento de Planta Modular Compacta de Agua Potable Parroquia el Dorado Ubicación 18 M 0282497 UTM 9944490 a una altura de 297 metros sobre el nivel del mar y el punto B, el arroyo la Florida captación de agua para alimentar la Planta de tratamiento con la ubicación de 18 M 0282332 UTM 9944173 a una altura de 269 metros sobre el nivel del mar. Las muestras obtenidas de los puntos A y B fueron evaluadas con diferentes normativas. Las muestras tomadas en la Captación de agua para alimentar la Planta de Potabilización fueron etiquetadas con los códigos A22-174, A22-175 y A22-176, estas muestras fueron evaluadas con la tabla 1: Criterios de calidad de fuentes de agua para consumo humano y domestico del TULSMA del libro VI anexo 1, Acuerdo ministerial 097-A y las muestras con los códigos A22-171, A22-172 y A22-173 fueron evaluadas con la tabla 1. Requisitos físicos y químicos del agua para consumo humano, tabla 2. Requisitos microbiológicos del agua para consumo humano y tabla B.1. Rango de pH del agua para consumo humano de la Normativa Técnica Ecuatoriana INEN 1108.

Los resultados de las muestras A22-174, A22-175 y A22-176 del punto B el arroyo la Florida fueron:

- Realizado los análisis en el laboratorio del GADPO los parámetros físicos, potencial de Hidrogeno (pH) y la Turbidez se encuentran dentro de límites máximos y mínimos permisibles establecidos en tabla 1 Criterios de calidad de fuentes de agua para consumo humano y uso doméstico, del Libro VI Anexo 1, acuerdo ministerial 097-A.
- En los parámetros Físico-Químicos de los metales pesados: Cobre, Cadmio y Hierro se encuentran por debajo de las concentraciones de los límites máximos permisibles de la tabla 1



Criterios de calidad de fuentes de agua para consumo humano y uso doméstico, del Libro VI Anexo 1, acuerdo ministerial 097-A.

- Parámetro Físico-Químico el metal pesado Plomo se encuentra por encima de los límites máximos permisibles de la tabla 1 Criterios de calidad de fuentes de agua para consumo humano y uso doméstico, del Libro VI Anexo 1, acuerdo ministerial 097-A siendo este un parámetro que puede causar afecciones en la salud humana como, anemia, hipertensión, disfunción renal, inmunotoxicidad y toxicidad a los órganos reproductores.
- Parámetros Físico-Químicos el parámetro de la Hidrocarburos totales de Petróleo (TPH) presenta una concentración por encima de los Límites permisibles de la tabla 1 Criterios de calidad de fuentes de agua para consumo humano y uso doméstico, del Libro VI Anexo 1, acuerdo ministerial 097-A. este parámetro es perjudicial para la salud pudiendo afectar el sistema nervioso central, pulmones, piel y ojos además de afectar la reproducción y el feto. El parámetro de la Demanda Química de Oxígeno (DQO) También presenta en concentraciones que exceden los límites máximos permisibles establecidos en la tabla 1 Criterios de calidad de fuentes de agua para consumo humano y uso doméstico, del Libro VI Anexo 1, acuerdo ministerial 097-A. Esta agua presenta una contaminación ya sea por resultado de contaminaciones naturales o Antrópicas degradación de hojas, animales acuáticos muertos, disolventes o pesticidas.
- En los resultados de los parámetros microbiológicos Coliformes Fecales se encuentran dentro de los límites permisibles establecidos en la tabla 1 Criterios de calidad de fuentes de agua para consumo humano y uso doméstico, del Libro VI Anexo 1, acuerdo ministerial 097-A.

Los resultados de las muestras A22-171, A22-172 y A22-173 del punto A tanque de almacenamiento de la Planta Modular Compacta de Agua Potable Parroquia el Dorado fueron:

- Parámetros Físicos, Potencial de Hidrógeno (pH) y Turbidez se encuentran dentro de los límites máximos y mínimos permisibles establecidos en la Norma Técnica Ecuatoriana INEN 1108 de las tablas 1 Requisitos físicos y químicos del agua para consumo humano y tabla B.1. Rango de pH del agua para consumo humano.
- Parámetro físico-químico: plomo (Pb), cadmio (Cd) y cromo (Cr) se encuentran por encima de los límites permisibles establecidos en la Norma Técnica Ecuatoriana INEN 1108 de la tabla 1 Requisitos físicos y químicos del agua para consumo humano. El plomo presenta un

grave riesgo para la salud pública provocando un retraso en la salud mental de los niños, afecciones al sistema nervioso central afecta a los riñones. Por su parte el cromo puede producir células cancerígenas.

- Parámetro físico-químico cobre (Cu) cumple con los requisitos límites permisibles para agua de consumo humano establecidos en la Norma Técnica Ecuatoriana INEN 1108 de la tabla 1 Requisitos físicos y químicos del agua para consumo humano.
  
- Parámetro microbiológico Coliformes fecales, en este parámetro se obtuvo una media muestral de 10.6 coliformes fecales de las 3 muestras A22-171, A22-172 y A22-173 obtenidas del tanque de almacenamiento de la Planta Modular Compacta de Agua Potable Parroquia el Dorado. Con los resultados obtenidos este parámetro no cumple con los requisitos de límites máximos permisibles establecido en la tabla 2 Requisitos microbiológicos del agua para consumo humano de la Norma Técnica Ecuatoriana INEN 1108. La presencia de los coliformes fecales presenta un grande riesgo para la salud humana. Estas bacterias *Escherichia coli* son de origen fecal presentan enfermedades de origen hídrico generando altos porcentajes de Mortalidad en la población que la consume. Este es un indicador que hubo unas fallas en tratamiento o proceso de potabilización por ende esta agua no es apta para el consumo humano.

## CAPITULO V

### 5. CONCLUSIONES

Se evaluó la calidad del agua mediante los parámetros físico-químicos y microbiológicos presentes en las muestras recolectadas en dos puntos, punto B el arroyo La Florida agua que sirve para alimentar la planta de potabilización y punto A tanque de almacenamiento y control de la Planta Modular Compacta de Agua Potable Parroquia El Dorado que distribuye a la población de la Parroquia El Dorado estos parámetros fueron evaluados con las normativas vigentes. Las muestras obtenidas en el arroyo La Florida fueron evaluadas con la Tabla 1. Criterios de calidad de fuentes de agua para consumo humano y uso doméstico, que se encuentra el TULSMA Libro VI, Anexo 1 Acuerdo ministerial 097-A y las muestras recolectadas en el taque de almacenamiento de la Planta Modular Compacta de Potabilización de la Parroquia El Dorado fueron evaluadas con las tablas: Tabla 1. Requisitos físicos y químicos del agua para consumo humano, tabla 2. Requisitos microbiológicos del agua para consumo humano y tabla B.1. Rango de pH del agua para consumo humano la Norma Técnica Ecuatoriana INEN 1108.

Se identificó que el estado actual del agua tratada en la Planta Modular Compacta de Agua Potable Parroquia El Dorado tiene déficit en su calidad al llegar a la Población de la parroquia calificado por los mismos habitantes como agua de mala calidad y un recurso que presenta pésimas condiciones causando enfermedades como diarreas y vómitos después de consumirla, no apta para el almacenamiento ya que presenta anomalías con presencia de microorganismo, además de no abastecer del recurso hídrico durante las 24 horas.

Se caracterizó el estado actual del agua en el tanque de almacenamiento de la Planta Modular Compacta de Agua Potable Parroquia el Dorado lista para la distribución a la parroquia, dándonos como resultados que los parámetros físicos pH y Turbidez cumplen con requisitos establecidos en la Normativa Técnica Ecuatoriana Norma INEN 1108 de las tablas: Tabla 1. Requisitos físicos y químicos del agua para consumo humano y tabla B.1. Rango de pH del agua para consumo humano. Los parámetros físico-químicos metales pesados como el plomo, cadmio y cromo no cumplen con los requisitos de límites máximos permisibles establecidos en la Normativa Técnica Ecuatoriana Norma INEN 1108 de la tabla 1. Requisitos físicos y químicos del agua para consumo humano. Los parámetros microbiológicos no cumplen con los requisitos del agua apta para el consumo humano establecidos en la Normativa Técnica Ecuatoriana Norma INEN 1108 de la tabla 2. Requisitos microbiológicos del agua para consumo humano.

Se interpretó los resultados de las muestras extraídas de los puntos A y B. Punto A captación de agua para la planta de potabilización arroyo la Florida y punto B tanque de almacenamiento de la Planta Modular Compacta de Agua Potable Parroquia el Dorado con las normas Establecidas para el punto A se utilizó a tabla 1 Criterios de calidad de fuentes de agua para consumo humano y uso doméstico del TULSMA, Libro VI, Anexo 1, Acuerdo Ministerial 097-A, evaluando los resultados se determinó que el agua que se utiliza para la alimentación de la planta de potabilización no cumple con los límites máximos permisibles de los parámetros físico-químicos que son: Total de Hidrocarburos Totales (TPH), plomo (Pb) y Demanda Química de Oxígeno (DQO). Para el punto B los resultados fueron evaluados con la Normativa Técnica Ecuatoriana INEN 1108 con las tablas. Tabla 1. Requisitos físicos y químicos del agua para consumo humano, tabla 2. Requisitos microbiológicos del agua para consumo humano y tabla B.1. Rango de pH del agua para consumo humano. Determinando que el agua tratada en la Planta Modular Compacta de Agua Potable Parroquia el Dorado no cumple con los requisitos para agua de consumo humano en los parámetros físico-químicos: plomo (Pb), cadmio (Cd) y cromo (Cr) además de los parámetros microbiológicos de Coliformes fecales.

## **5.1 Recomendaciones**

- Realizar procesos de pretratamiento para realizar el proceso de potabilización en la Planta Modular Compacta de Potabilización de la Parroquia el Dorado, para cumplir con la normativa de la Tabla 1 Criterios de calidad de fuentes de agua para consumo humano y uso doméstico.
- Verificar si los procesos de potabilización dentro de la planta haciendo énfasis en los parámetros microbiológicos ya que estos presentan la mayor amenaza a la salud pública, con los coliformes fecales pudiendo presentar un crecimiento microbiológico en el transcurso de los días en los hogares de la parroquia el Dorado, causando una gran escala ascendente de enfermedades si no es corregida o incluso causar la muerte de los pobladores si no es tratado debidamente.
- Realizar procesos de limpieza en el tanque de almacenamiento de agua lista para la Distribución a la parroquia el Dorado, se pudo observar que el tanque de almacenamiento de la Planta Modular Compacta de Potabilización de la Parroquia el Dorado presentaba en las paredes materia orgánica vegetal además de una sustancia gomosa.

- Reemplazar materiales utilizados para tapar cisternas u otros implementos dentro de la Planta de Potabilización ya que estos presentaban deterioro, oxidación, lo cual esto puede afectar a los procesos de potabilización.
  
- Elaborar programas de educación a la población sobre los riesgos que consiste el consumir agua de mala calidad, así como educar sobre la importancia de hervir el agua y agregar cloro residual a los tanques donde almacenen el agua en los hogares para uso diario.

## BIBLIOGRAFÍA

**AGUILAR, Saraí Barojas.** "Fórmulas para el cálculo de la muestra en investigaciones de salud". *Salud en Tabasco*, vol. 11, n° 1-2, (2005), (México). pp. 333-338.

**ALBARRACIN SOLIS, Digna Yadira.** Calidad microbiológica del agua potable. (Trabajo de titulación). Universidad Católica de Cuenca, Unidad académica de Salud y Bienestar. Cuenca-Ecuador. 2021. pp. 1-71.

**ATENCIO SANTIAGO, Helen.** Análisis de la calidad del agua para consumo humano y percepción local en la población de la localidad de San Antonio de Rancas, del distrito de Simón Bolívar, Provincia y Región Pasco-2018. (Trabajo de titulación). Universidad Nacional Daniel Alcides Carrión, Facultad de Ingeniería. Cerro de Pasco-Perú. 2018. pp. 1-142.

**BAQUE MITE, Renato; et al.** "Calidad del agua destinada al consumo humano en un cantón de Ecuador". *Revista Ciencia Unemi*, vol. 9 (20), (2016), (Ecuador). pp. 109-117.

**BARRETO TEJADA, Juan Alejandro.** *Potabilización del agua: Principios de diseño, control de procesos y laboratorio*. Bogotá-Colombia: Departamento de Publicaciones y Comunicación Gráfica de la Universidad Piloto de Colombia. 2015. p. 30

**BELTRÁN PIÑA, Blanca Gladiana.** Determinación de plomo en muestras ambientales y biológicas por espectrometría de fluorescencia atómica acoplada a la generación de hidruros-inyección en flujo. (Trabajo de titulación). Centro de Investigación en Materiales Avanzados. Chihuahua-México. 2010. pp.1-142.

**BERDONCES, Josep Luis.** "La problemática del tratamiento del agua potable". *Medicina naturista*, vol. 2, n° 2, (2008), (España). pp. 69-75.

**BETTINI, Marli; et al.** *Salud Ambiental Infantil: Manual para enseñanza de grado en escuelas de medicina*. Buenos Aires-Argentina: Organización Panamericana de la Salud, 2010. pp. 1-100

**CARVAJAL MEJIA, Jessica Karina & OLIVES CÓRDOVA, María José.** Determinación de puntos de Muestreo para el Estudio de la Calidad de Agua de la Acequia Pumamaqui (Trabajo de titulación). Universidad Politécnica Salesiana. Quito-Ecuador. 2019. pp. 1-108.

**CASTRO GUERRERO, Roberto Carlos.** Contaminación por metales pesados Cadmio y Plomo en agua, sedimento y en mejillón *Mytella Guyanensis* (Lamarck, 1819) en los puentes 5 de Junio y perimetral (Estero Salado, Guayaquil - Ecuador). (Trabajo de titulación). Universidad de Guayaquil, Facultad de Ciencias Naturales. Guayaquil-Ecuador. 2017. pp. 1-64.

**CÓRDOBA, María Alejandra; et al.** "Agua y salud humana". *Química viva*, vol. 9, n° 3, (2010), (Argentina). pp. 1-16.

**CRUZ, Nadia Zuñiga & CENTENO, Erick Mora.** "Evaluación de la calidad del servicio de abastecimiento de agua potable a partir de la percepción de personas usuarias: El caso en Cartago, Costa Rica. *Ciencias Ambientales*, vol. 54, n° 1, (2020), (Costa Rica). pp. 1-28.

**DAGDA, Abraham Torres.** Desarrollo de una síntesis de cristales porosos magnéticos para la extracción en fase sólida de arsénico. (Trabajo de titulación). Centro de Investigación en Materiales Avanzados, S. C. Chihuahua-México. 2017. pp. 1-140.

**DE LA TORRE, Rossana; et al.** "El agua". *Corporación Universitaria Rafael Núñez*. [en línea]. 2020. S.l.: Corporación Universitaria Rafael Núñez, vol. 2, (2020), (Colombia). pp. 1-19.

**DÍAZ DE ALBA, Margarita Isabel.** Determinación de subtrazas de cobre en aguas naturales previa preconcentración con discos de SDB Modificados. (Trabajo de titulación). Universidad de Cádiz, Grupo de geoquímica Marina. Cadiz-España. 2007. pp. 1-64.

**FERNÁNDEZ GORDÓN, Gabriela Sofia.** Validación de los métodos de ensayo para DBO5 en aguas residuales, TPH, aceites y grasas en aguas residuales y suelos. (Trabajo de titulación). Universidad Central del Ecuador, Facultad de Ingeniería Química. Quito-Ecuador. 2013. pp. 1-153.

**FONTAL, Bernardo.** *El Espectro Electromagnético y sus Aplicaciones*. Mérida-Venezuela: Escuela Venezolana para la Enseñanza de la Química, 2005. pp. 1-151.

**GÓMEZ GUTIÉRREZ, Anna; et al.** "La calidad sanitaria del agua de consumo". *Gaceta Sanitaria*, vol. 30, n° 1, (2016), (España). pp. 1-6.

**GÓMEZ GÓMEZ, Manuel; et al.** "Disponibilidad de agua para la salud y la vida. Lo que todos debemos saber". *Revista Mexicana de Pediatría*, vol. 77, n° 6, (2010), (México D.F). pp. 260-270.

**GUADARRAMA TEJAS, Rosendo; et al.** "Contaminación del agua". *Ciencias Ambientales y Recursos Naturales*, vol. 2, n°. 5, (2016), (España). pp. 1-9.

**GUALDRÓN DURAN, Luis Eduardo.** Evaluación de la calidad de agua de ríos de Colombia usando parámetros fisicoquímicos y biológicos. (Trabajo de titulación). Universidad Libre Colombia. Seccional Socorro-Colombia. 2016. pp. 1-46.

**GUAMAN QUINALOA, Daniel Patricio.** Análisis del aserrín como filtro en el tratamiento de aguas residuales provenientes de la lavadora de autos Monster Wash ubicada en el cantón Ambato. (Trabajo de titulación). Universidad Técnica de Ambato, Facultad de Ingeniería Civil y Mecánica. Ambato-Ecuador. 2017. pp. 1-93.

**GUAMÁN YUNGA, Sonia Silvana & MENDEZ ATANCURI, Daysi Gabreila.** Determinación de hierro y manganeso a nivel de las redes de distribución y en agua procedente de las captaciones de la planta de agua potable EMAPAL (Uchupucún, Azogues). (Trabajo de titulación). Universidad de Cuenca, Facultad de Ciencias Químicas. Cuenca-Ecuador. 2017. pp. 1-47.

*NTE INEN 1105: 1983. Aguas. Muestreo para examen microbiológico.*

**INTA.** "Protocolo de muestreo, transporte y conservación de muestras de agua con fines múltiples (consumo humano, abrevado animal y riego)". *Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria - Ministerio de Agricultura, Ganadería y Pesca.* (2011), (Argentina). pp. 1-11.

**LONDOÑO GAITAN, Olga Patricia.** "Caracterización de parámetros microbiológicos y fisicoquímicos del sistema para producir agua desionizada tipo II, en una Industria Cosmética". Universidad Militar Nueva Granada, Est. Esp. Planificación ambiental y Manejo de los Recursos Naturales. (2013), (Colombia). pp. 1-16.

**MANCHENO DOMINGUEZ, Gabriela Alejandra & RAMOS ROSERO, Christian Alberto.** Evaluación de la calidad del agua en la quebrada Huarmiyacu del cantón Urcuquí, provincia de Imbabura para el prediseño de la planta de potabilización de agua para consumo humano de las poblaciones de San Blas y Urcuquí. (Trabajo de titulación). Escuela Politécnica Nacional, Facultad de Ingeniería Civil y Ambiental. Quito-Ecuador. 2015. pp. 1-245.

**MARTÍNEZ SALTOS, Franklin Esteban.** Determinación de coliformes fecales y totales en el



agua de consumo humano y su relación con enfermedades diarreicas agudas investigados en la Escuela Nicolás Martínez de la Parroquia San Bartolomé de Pinllo en el período Marzo 2013–Agosto 2013. (Trabajo de titulación). Universidad Técnica de Ambato, Facultad de Ciencias de la Salud. Ambato-Ecuador. 2014. pp. 1-97.

**MEJÍA, Clara & RENE, Mario.** Análisis de la calidad del agua para consumo humano y percepción local de las tecnologías apropiadas para su desinfección a escala domiciliaria, en la microcuenca El Limón, San Jerónimo, Honduras. (Trabajo de titulación) (Maestría). Programa de Educación para el Desarrollo y La Conservación, Escuela de Postgrado. Turrialba-Costa Rica. 2005. pp. 1-123.

**MINISTERIO DE AMBIENTE, VIVIENDA Y DESARROLLO TERRITORIAL.** "Instructivo para la toma de muestras de aguas residuales". *IDEAM*. (2007), (Colombia). pp. 1-17.

**Acuerdo Ministerial 97.** 31. *Acuerdo Ministerial 97.*

**Ministerio del Ambiente, Agua y Transición Ecológica.** *Registro Oficial Suplemento 387.*

**Ministerio Federal de Cooperación Económica y Desarrollo (BMZ) de Alemania.** *Manual para la cloración del agua en sistemas de abastecimiento de agua potable en el ámbito rural.* Lima-Perú: Cooperación Alemana, implementada por la Deutsche; Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit (GIZ) GmbH. 2017. pp. 1-91.

**MONGE, Sergio Abarca & BRENES, Bernardo Mora.** "Contaminación del agua". *Biocenosis*. vol. 20, n°. 1-2, (2007), (Argentina). pp. 1-3.

**NTE INEN 1108.** *Agua para consumo humano. Requisitos.*

**NTE INEN 2169, 2013.** *Agua, Calidad de agua, Muestreo Manejo y Conservación de Muestras.*

**NTE INEN 2176: 2013.** *Agua. Calidad del agua. Muestreo. Técnicas de muestreo.*

**NUÑEZ CAIMIAGUA, Jenny Fernanda & SALAZAR AVILÉS, Nataly Aalejandra.** Manual «procesos de conservación y mantenimiento en pavimentos flexibles para la provincia de Chimborazo. (Trabajo de titulación). Universidad Nacional de Chimborazo, Facultad de Ingeniería. Riobamba-Ecuador. 2015. pp. 1-232.

**PRADANA PÉREZ, Juan Ángel; et al.** *Criterios de calidad y gestión del agua potable*. Madrid: Editorial UNED. ISBN 9788436274912. 2019. p. 80.

**QUISPE CCAMA, Deybi Adderly.** Calidad bacteriológica y físico-química del agua de seis manantiales del distrito de Santa Rosa-Melgar. (Trabajo de titulación). Universidad Nacional del Altiplano-Puno, Facultad de Ciencias Biológicas. Puno-Perú. 2017. pp. 1-85.

**RIVAS, Patricia & AUBRUM, Javier.** "Importancia del análisis de agua". *Boletín Hortícola*, vol. 19, (2015), (Argentina). pp. 1-3.

**ROCK, Channah & RIVERA, Berenise.** "La CaLidad del agua, E. Coli y su salud". *La Calidad del agua, E. Coli y su salud*. (2014), (Estados Unidos). pp. 1-5.

**ROMERO, Mynor.** "Tratamientos utilizados en potabilización de agua". *Boletín Electrónico*. [citado 2012 jun 16], vol. 8, (2008), (Guatemala). pp. 1-12.

**SÁNCHEZ, Alcides Antúnez & GUANOQUIZA TELLO, Lenin Lucas.** "La contaminación ambiental en los acuíferos de Ecuador". *Revista Visión Contable*, n°. 19 (2019), (Ecuador). pp. 1-26.

**SANCHEZ REQUEJO, Virtil.** Determinación de parámetros físicos y químicos, y su influencia en las características organolépticas en la quebrada el Herrero, Soritor, 2015 [en línea]. S.l.: Universidad Nacional de San Martín-Tarapoto. (Trabajo de titulación). Universidad Nacional de San Martín-Tarapoto, Facultad de Ecología. Moyobamba-Perú. 2018. pp. 1-88.

**SERVICIOS DE AGUAS DE MISIONES S.A.** *Proceso de potabilización del agua*. Argentina: SAMSA, 2015. pp. 1-9.

**SIERRA RAMIREZ, Carlos Alberto.** *Calidad del agua: Evaluación y Diagnóstico*. Medellín: Ediciones de la U, 2021. pp. 1-457.

**TAFUR BARDALES, Erickson Henner.** Evaluación del cloruro férrico y sulfato de aluminio, como coagulantes en el proceso de potabilización, en términos de turbidez y potencial de hidrógeno, de las aguas de la quebrada Rumiyacu, distrito de Moyobamba. (Trabajo de titulación). Universidad Nacional de San Martín-Tarapoto, Facultad de Ecología. 2018. pp. 1-68.

**TISALEMA BEJARANO, Angel Alexander.** Caracterización Físicoquímica y Bacteriológica de las aguas de la Laguna de Langos de la Zona Central del Ecuador. (Trabajo de titulación). Universidad Técnica de Ambato, Facultad de Ciencias de la Salud. Ambato-Ecuador. 2019. pp. 1-147.

**VALDÉS DE HOYOS, Elena Isabel & URIBE ARZATE, Enrique.** "El derecho humano al agua. Una cuestión de interpretación o de reconocimiento". *Cuestiones Constitucionales*. vol. 34, (2016), (México). pp. 1-23.

**VÉLEZ BRAVO, Andrea Paola & ORTEGA GONZÁLEZ, Johanna Elizabeth.** Determinación de coliformes totales y E. coli en muestras de leche expendidas en cuatro mercados de la ciudad de Cuenca. (Trabajo de titulación). Universidad de Cuenca, Facultad de Ciencias Químicas. Cuenca-Ecuador. 2013. pp. 1-79.

**VILLENA CHÁVEZ, Jorge Alberto.** "Calidad del agua y Desarrollo Sostenible". *Revista Peruana de Medicina Experimental y Salud Pública*, vol. 35, n°. 2, (2018), (Perú). pp. 1-5.

Cristian Tenelanda. S



## **ANEXOS**

### **ANEXO A: TOMA DE MUESTRAS EN EL ARROYO LA FLORIDA PARA PARÁMETROS FÍSICO-QUÍMICOS, PARROQUIA EL DORADO**



### **ANEXO B: ETIQUETADO DE MUESTRAS FÍSICO-QUÍMICA**





**ANEXO C: TOMA DE MUESTRAS MICROBIOLÓGICAS EN EL ARROYO LA FLORIDA**



**ANEXO D: ETIQUETADO DE MUESTRAS MICROBIOLÓGICAS TOMADAS EN EL ARROYO LA FLORIDA**





**ANEXO E: PLANTA MODULAR COMPACTA DE AGUA POTABLE PARROQUIA EL DORADO**



**ANEXO F: TOMA DE MUESTRAS FÍSICO-QUÍMICAS EN EL TANQUE DE ALMACENAMIENTO DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO**



**ANEXO G: TOMA DE MUESTRAS MICROBIOLÓGICAS EN EL TANQUE DE ALMACENAMIENTO DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO**

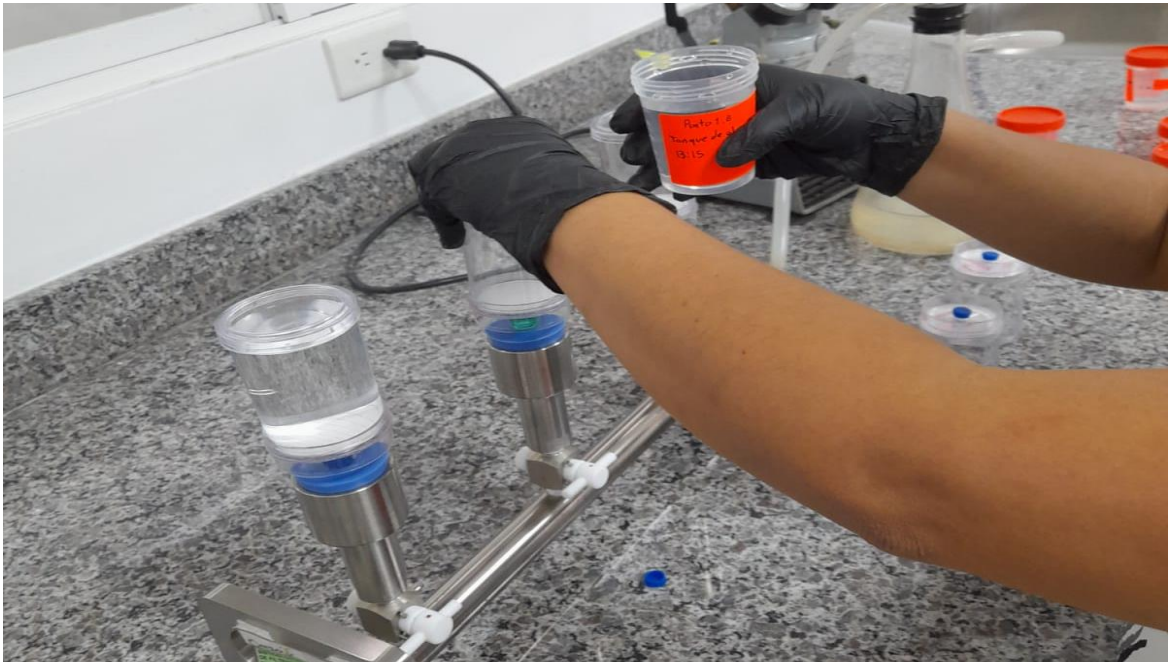


**ANEXO H: RECEPCIÓN DE LAS MUESTRAS EN EL LABORATORIO DEL GOBIERNO AUTÓNOMO DESCENTRALIZADO DE LA PROVINCIA DE ORELLANA**





**ANEXO I: FILTRACIÓN DE LAS MUESTRAS DE AGUA POR MEDIO DEL EQUIPO COLECTOR DE FILTRACIÓN 3 (PALL) A TRAVÉS DE UNA MEMBRANA O FILTRO PARA DETERMINACIÓN DE PARÁMETROS MICROBIOLÓGICOS**

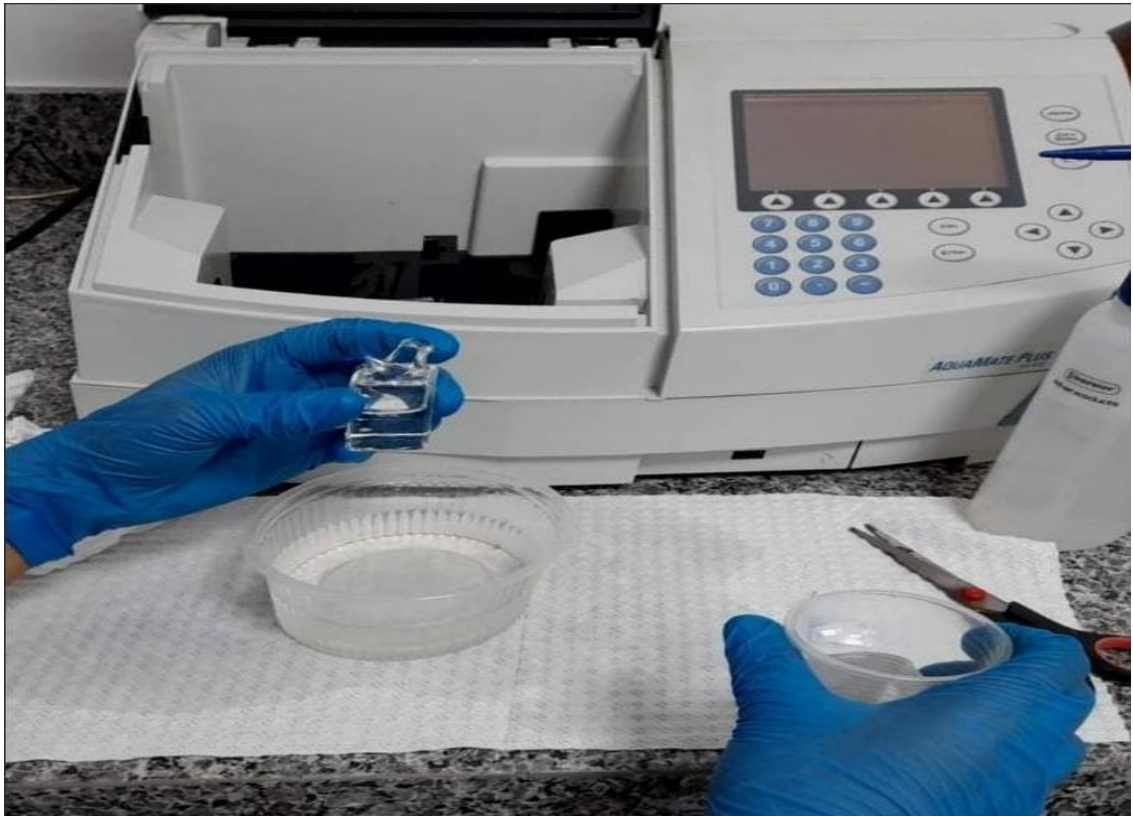


**ANEXO J: DETERMINACIÓN DEL POTENCIAL DE HIDRÓGENO (PH) USANDO EL MULTIPARAMÉTRICO PH- METRO CONDUCTÍMETRO**

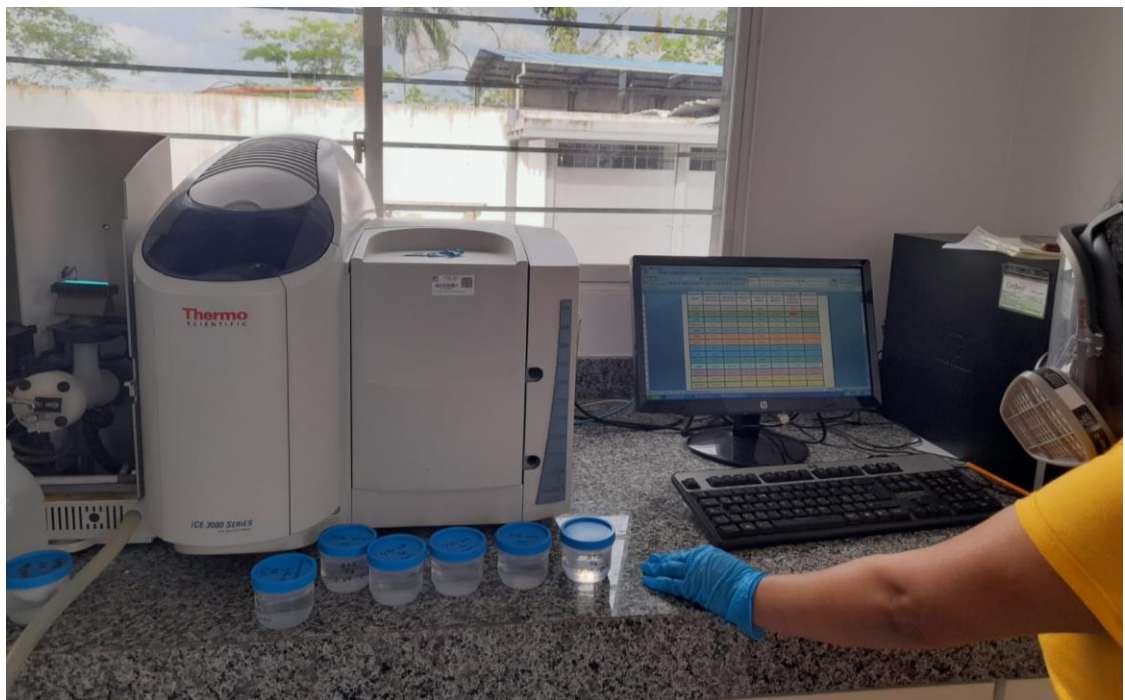




**ANEXO K: DETERMINACIÓN DE LA TURBIDEZ DE LAS MUESTRAS POR MEDIO DEL EQUIPO ESPECTROFOTÓMETRO UV-IS**



**ANEXO L: DETERMINACIÓN DE METALES PESADOS DE LAS MUESTRAS DE AGUA POR MEDIO DEL EQUIPO ESPECTRÓMETRO DE ABSORCIÓN ATÓMICA**



**ANEXO M: DETERMINACIÓN DE HIDROCARBUOS TOTALES DE PETRÓLEO (TPH)  
POR MEDIO DE LA TÉCNICA DE GRAVIMETRÍA**



**ANEXO N: HOMOGENIZACIÓN DE LA MUESTRA DE AGUA CON EL HEXANO,  
SÍLICA GEL, Y SULFATO DE SODIO PARA DETERMINACIÓN DE  
HIDROCARBUOS TOTALES DE PETRÓLEO (TPH)**





**ANEXO O: ENCUESTA A COMERCIANTE DE LA PARROQUIA EL DORADO**



**ANEXO P: ENCUESTA A ARTESANO DE LA PARROQUIA EL DORADO**



## ANEXO Q: INFORME DE LOS RESULTADOS DE LA MUESTRA A22-171



## INFORME DE RESULTADOS IA-171

Dir.: Av. 9 de Octubre entre Dayuma y César Andy  
Fco. de Orellana-Ecuador  
Tel: (+593) 063 731760 Ext.: 2114

El Coca, 09 de Agosto del 2022.

Ing. Augusto Cordova  
**JEFE- JEFATURA DE PREVENCIÓN Y CONTROL DE LA CONTAMINACIÓN-CGGA-GADPO**

Dirección: Av. 9 de Octubre y Dayuma, El Coca, Fco. De Orellana, Orellana

### Datos de la muestra

**Toma de muestra realizada por:** Tec. Ricky Isizan.  
**Fecha hora de toma de muestra:** 05/07/2022 13:00  
**Fecha hora ingreso al Laboratorio:** 05/07/2022 14:50  
**Fecha del Análisis:** 09/08/2022  
**Descripción de la muestra:** M1 Agua de Distribución, Tanque de almacenamiento para distribución de agua potable a la parroquia El Dorado, Punto 1A.  
x: 282497, y: 9944491, z:289

**Código de LABGADPO:** a22-171

### Resultados

Ítem	Parámetro	Método de Referencia/Procedimiento Interno	Unidad	Resultado	Incertidumbre %U K=2, 95% de confianza
1	Potencial de Hidrógeno	SM 4500-H+ B, 23rd Ed./PT-01	~	7,23	3
2	Plomo	SM 3030 B, SM 3111 B, 23rd Ed./PT-05	mg/L	<0,30	15
3	Cobre	SM 3030 B, SM 3111 B, 23rd Ed./PT-05	mg/L	<0,30	10
4	Níquel	SM 3030 B, SM 3111 B, 23rd Ed./PT-05	mg/L	<0,20	11
5	Cadmio	SM 3030 B, SM 3111 B, 23rd Ed./PT-05	mg/L	<0,03	21
6	Cromo	SM 3030 B, SM 3111 B, 23rd Ed./PT-05	mg/L	<0,30	15
7	Turbidez*	SM 2130 B, 23rd Ed.	NTU	<0,05	~
8	Coliformes Totales*	SM 9222 B, 23rd Ed.	UFC/100 ml	65	~
9	Coliformes Fecales*	SM 9222 D, 23rd Ed.	UFC/100 ml	10	~

#### Notas importantes:

-El Laboratorio del GADPO no se responsabiliza por la información proporcionada por el cliente respecto a los datos de la muestra.

F-MC-09

**Orellana, construye su desarrollo**

El informe solo afecta a las muestras sometidas a ensayos.

Los ensayos marcados con (\*) corresponden a ensayos subcontratados a laboratorios acreditados.

Prohibida la reproducción total o parcial del presente informe sin la autorización escrita del Laboratorio.

Dir.: Av. 9 de Octubre entre Dayuma y César Andy  
Fco. de Orellana-Ecuador  
Tel: (+593) 063 731760 Ext.: 2114

- El laboratorio del GADPO no es responsable de la toma de muestra.
- La muestra fue receptada en el laboratorio
- El ensayo marcado con (\*) no se encuentra considerado dentro del alcance de acreditación del Laboratorio del GADPO.
- Los parámetros analizados fueron solicitados por el cliente
- El valor de comparación de la fuente de referencia especificada, se realizó conforme a la petición del solicitante.



F-MC-09

*Orellana, construye su desarrollo*

El informe solo afecta a las muestras sometidas a ensayos.  
Los ensayos marcados con (\*) corresponden a ensayos subcontratados a laboratorios acreditados.  
Prohibida la reproducción total o parcial del presente informe sin la autorización escrita del Laboratorio.



# ANEXO R: INFORME DE LOS RESULTADOS DE LA MUESTRA A22-172



## INFORME DE RESULTADOS IA-172

Dir.: Av. 9 de Octubre entre Dayuma y César Andy  
Fco. de Orellana-Ecuador  
Tel: (+593) 063 731760 Ext.: 2114

El Coca, 09 de Agosto del 2022.

Ing. Augusto Cordova

### JEFE- JEFATURA DE PREVENCIÓN Y CONTROL DE LA CONTAMINACIÓN-CGGA-GADPO

Dirección: Av. 9 de Octubre y Dayuma, El Coca, Fco. De Orellana, Orellana

#### Datos de la muestra

Toma de muestra realizada por: Tec. Ricky Isizan.  
Fecha hora de toma de muestra: 05/07/2022 13:06  
Fecha hora ingreso al Laboratorio: 05/07/2022 14:50  
Fecha del Análisis: 09/08/2022  
Descripción de la muestra: M2 Agua de Distribución, Tanque de almacenamiento para distribución de agua potable a la parroquia El Dorado, Punto 1B.  
x: 282497, y: 9944491, z:289

Código de LABGADPO: a22-172

#### Resultados

Ítem	Parámetro	Método de Referencia/Procedimiento Interno	Unidad	Resultado	Incertidumbre %U K=2, 95% de confianza
1	Potencial de Hidrógeno	SM 4500-H+ B, 23rd Ed./PT-01	~	7,15	3
2	Plomo	SM 3030 B, SM 3111 B, 23rd Ed./PT-05	mg/L	<0,30	15
3	Cobre	SM 3030 B, SM 3111 B, 23rd Ed./PT-05	mg/L	<0,30	10
4	Níquel	SM 3030 B, SM 3111 B, 23rd Ed./PT-05	mg/L	<0,20	11
5	Cadmio	SM 3030 B, SM 3111 B, 23rd Ed./PT-05	mg/L	<0,03	21
6	Cromo	SM 3030 B, SM 3111 B, 23rd Ed./PT-05	mg/L	<0,30	15
7	Turbidez*	SM 2130 B, 23rd Ed.	NTU	<0,05	~
8	Coliformes Totales*	SM 9222 B, 23rd Ed.	UFC/100 ml	242	~
9	Coliformes Fecales*	SM 9222 D, 23rd Ed.	UFC/100 ml	2	~

#### Notas importantes:

-El Laboratorio del GADPO no se responsabiliza por la información proporcionada por el cliente respecto a los datos de la muestra.

F-MC-09

**Orellana, construye su desarrollo**

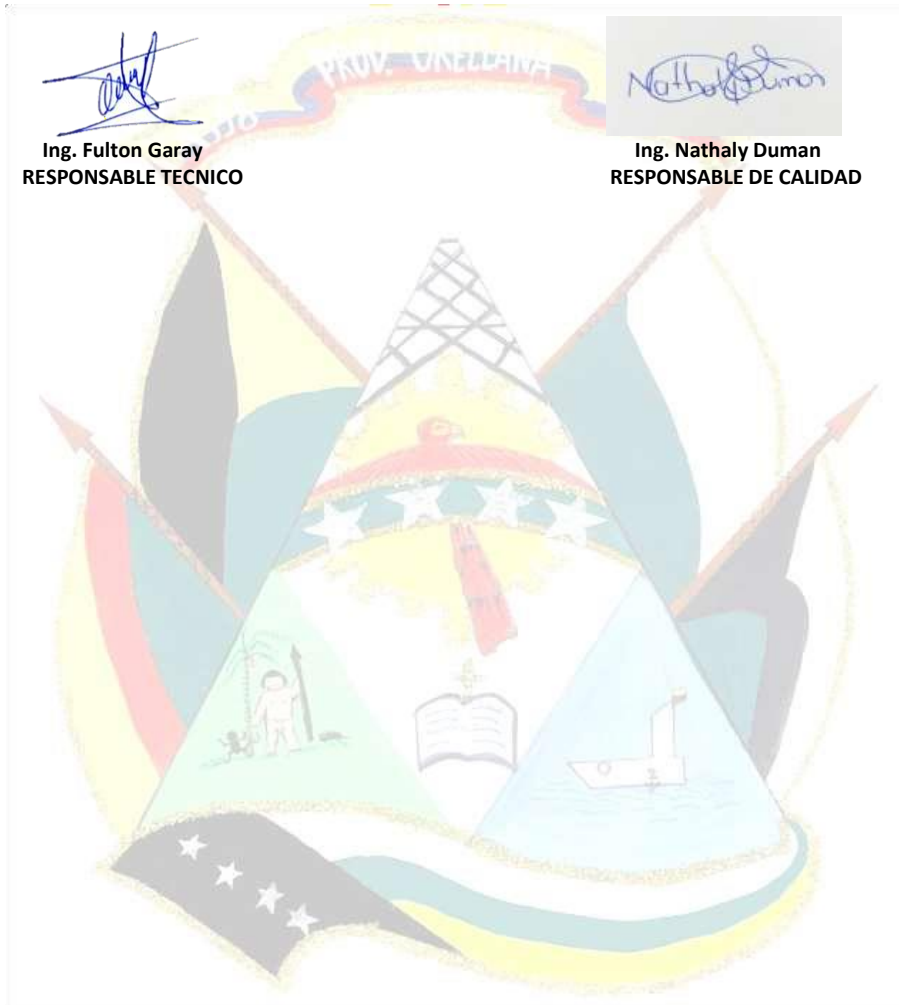
El informe solo afecta a las muestras sometidas a ensayos.

Los ensayos marcados con (\*) corresponden a ensayos subcontratados a laboratorios acreditados.

Prohibida la reproducción total o parcial del presente informe sin la autorización escrita del Laboratorio.

Dir.: Av. 9 de Octubre entre Dayuma y César Andy  
Fco. de Orellana-Ecuador  
Tel: (+593) 063 731760 Ext.: 2114

- El laboratorio del GADPO no es responsable de la toma de muestra.
- La muestra fue receptada en el laboratorio
- El ensayo marcado con (\*) no se encuentra considerado dentro del alcance de acreditación del Laboratorio del GADPO.
- Los parámetros analizados fueron solicitados por el cliente
- El valor de comparación de la fuente de referencia especificada, se realizó conforme a la petición del solicitante.



F-MC-09

*Orellana, construye su desarrollo*

El informe solo afecta a las muestras sometidas a ensayos.  
Los ensayos marcados con (\*) corresponden a ensayos subcontratados a laboratorios acreditados.  
Prohibida la reproducción total o parcial del presente informe sin la autorización escrita del Laboratorio.

# ANEXO S: INFORME DE LOS RESULTADOS DE LA MUESTRA A22-173



## INFORME DE RESULTADOS IA-173

Dir.: Av. 9 de Octubre entre Dayuma y César Andy  
Fco. de Orellana-Ecuador  
Tel: (+593) 063 731760 Ext.: 2114

El Coca, 09 de Agosto del 2022.

Ing. Augusto Cordova

### JEFE- JEFATURA DE PREVENCIÓN Y CONTROL DE LA CONTAMINACIÓN-CGGA-GADPO

Dirección: Av. 9 de Octubre y Dayuma, El Coca, Fco. De Orellana, Orellana

#### Datos de la muestra

**Toma de muestra realizada por:** Tec. Ricky Isizan.  
**Fecha hora de toma de muestra:** 05/07/2022 13:08  
**Fecha hora ingreso al Laboratorio:** 05/07/2022 14:50  
**Fecha del Análisis:** 09/08/2022  
**Descripción de la muestra:** M3 Agua de Distribución, Tanque de almacenamiento para distribución de agua potable a la parroquia El Dorado, Punto 1C.  
 x: 282497, y: 9944491, z:289  
**Código de LABGADPO:** a22-173

#### Resultados

Ítem	Parámetro	Método de Referencia/Procedimiento Interno	Unidad	Resultado	Incertidumbre %U K=2, 95% de confianza
1	Potencial de Hidrógeno	SM 4500-H+ B, 23rd Ed./PT-01	~	7,44	3
2	Plomo	SM 3030 B, SM 3111 B, 23rd Ed./PT-05	mg/L	<0,30	15
3	Cobre	SM 3030 B, SM 3111 B, 23rd Ed./PT-05	mg/L	<0,30	10
4	Níquel	SM 3030 B, SM 3111 B, 23rd Ed./PT-05	mg/L	<0,20	11
5	Cadmio	SM 3030 B, SM 3111 B, 23rd Ed./PT-05	mg/L	<0,03	21
6	Cromo	SM 3030 B, SM 3111 B, 23rd Ed./PT-05	mg/L	<0,30	15
7	Turbidez*	SM 2130 B, 23rd Ed.	NTU	<0,05	~
8	Coliformes Totales*	SM 9222 B, 23rd Ed.	UFC/100 ml	150	~
9	Coliformes Fecales*	SM 9222 D, 23rd Ed.	UFC/100 ml	20	~

#### Notas importantes:

-El Laboratorio del GADPO no se responsabiliza por la información proporcionada por el cliente respecto a los datos de la muestra.

F-MC-09

*Orellana, construye su desarrollo*

El informe solo afecta a las muestras sometidas a ensayos.

Los ensayos marcados con (\*) corresponden a ensayos subcontratados a laboratorios acreditados.

Prohibida la reproducción total o parcial del presente informe sin la autorización escrita del Laboratorio.



Dir.: Av. 9 de Octubre entre Dayuma y César Andy  
Fco. de Orellana-Ecuador  
Tel: (+593) 063 731760 Ext.: 2114

- El laboratorio del GADPO no es responsable de la toma de muestra.
- La muestra fue receptada en el laboratorio
- El ensayo marcado con (\*) no se encuentra considerado dentro del alcance de acreditación del Laboratorio del GADPO.
- Los parámetros analizados fueron solicitados por el cliente
- El valor de comparación de la fuente de referencia especificada, se realizó conforme a la petición del solicitante.



**Ing. Fulton Garay**  
RESPONSABLE TECNICO

**Ing. Nathaly Duman**  
RESPONSABLE DE CALIDAD

F-MC-09

*Orellana, construye su desarrollo*

El informe solo afecta a las muestras sometidas a ensayos.  
Los ensayos marcados con (\*) corresponden a ensayos subcontratados a laboratorios acreditados.  
Prohibida la reproducción total o parcial del presente informe sin la autorización escrita del Laboratorio.

ANEXO T: INFORME DE LOS RESULTADOS DE LA MUESTRA A22-174



**INFORME DE RESULTADOS  
IA-174**

Dir.: Av. 9 de Octubre entre Dayuma y César Andy  
Fco. de Orellana-Ecuador  
Tel: (+593) 063 731760 Ext.: 2114

El Coca, 09 de Agosto del 2022.

Ing. Augusto Cordova

**JEFE- JEFATURA DE PREVENCIÓN Y CONTROL DE LA CONTAMINACIÓN-CGGA-GADPO**

Dirección: Av. 9 de Octubre y Dayuma, El Coca, Fco. De Orellana, Orellana

**Datos de la muestra**

Toma de muestra realizada por: Tec. Ricky Isizan  
Fecha hora de toma de muestra: 05/07/2022 13:51  
Fecha hora ingreso al Laboratorio: 05/07/2022 14:50  
Fecha del Análisis: 09/08/2022  
Descripción de la muestra: M4. Agua Natural, Cuerpo de agua para abastecimiento de la planta de potabilización Punto 2 A.  
x: 282332, y: 9944173, z:269

Código de LABGADPO: a22-174

**Resultados**

Ítem	Parámetro	Método de Referencia/Procedimiento Interno	Unidad	Resultado	Incertidumbre %U K=2, 95% de confianza
1	Potencial de Hidrógeno	SM 4500-H+ B, 23rd Ed./PT-01	~	6,78	3
2	Demanda Química de Oxígeno	SM 5220 D, 23rd Ed./PT-04	mg/L	< 20,00	11
3	Plomo	SM 3030 B, SM 3111 B, 23rd Ed./PT-05	mg/L	<0,30	15
4	Cadmio	SM 3030 B, SM 3111 B, 23rd Ed./PT-05	mg/L	<0,03	21
5	Cobre	SM 3030 B, SM 3111 B, 23rd Ed./PT-05	mg/L	<0,30	10
6	Hierro	SM 3030 B, SM 3111 B, 23rd Ed./PT-05	mg/L	<0,20	22
7	Hidrocarburos Totales de Petróleo	Gravimetría <sup>1</sup> /PT-09	mg/L	1,00	~
8	Coliformes Totales*	SM 9222 B, 23rd Ed.	UFC/100 ml	382	~
9	Coliformes Fecales*	SM 9222 D, 23rd Ed.	UFC/100 ml	276	~
10	Sulfatos*	Espectrofotometría/HACH 8051	mg/L	<10,00	~

F-MC-09

**Orellana, construye su desarrollo**

El informe solo afecta a las muestras sometidas a ensayos.  
Los ensayos marcados con (\*) corresponden a ensayos subcontratados a laboratorios acreditados.  
Prohibida la reproducción total o parcial del presente informe sin la autorización escrita del Laboratorio.

Ítem	Parámetro	Método de Referencia/Procedimiento Interno	Unidad	Resultado	Incertidumbre %U K=2, 95% de confianza
11	Turbidez*	SM 2130 B, 23rd Ed.	NTU	<0,05	-

**Notas importantes:**

- El Laboratorio del GADPO no se responsabiliza por la información proporcionada por el cliente respecto a los datos de la muestra.
- El laboratorio del GADPO no es responsable de la toma de muestra.
- La muestra fue receptada en el laboratorio
- El ensayo marcado con (\*) no se encuentra considerado dentro del alcance de acreditación del Laboratorio del GADPO.
- Los parámetros analizados fueron solicitados por el cliente
- El valor de comparación de la fuente de referencia especificada, se realizó conforme a la petición del solicitante.

**Ing. Fulton Garay**  
RESPONSABLE TECNICO

**Ing. Nathaly Duman**  
RESPONSABLE DE CALIDAD

F-MC-09

*Orellana, construye su desarrollo*

El informe solo afecta a las muestras sometidas a ensayos.  
Los ensayos marcados con (\*) corresponden a ensayos subcontratados a laboratorios acreditados.  
Prohibida la reproducción total o parcial del presente informe sin la autorización escrita del Laboratorio.

ANEXO U: INFORME DE LOS RESULTADOS DE LA MUESTRA A22-175



**INFORME DE RESULTADOS  
IA-175**

Dir.: Av. 9 de Octubre entre Dayuma y César Andy  
Fco. de Orellana-Ecuador  
Tel: (+593) 063 731760 Ext.: 2114

Ítem	Parámetro	Método de Referencia/Procedimiento Interno	Unidad	Resultado	Incertidumbre %U K=2, 95% de confianza
11	Turbidez*	SM 2130 B, 23rd Ed.	NTU	<0,05	-

**Notas importantes:**

- El Laboratorio del GADPO no se responsabiliza por la información proporcionada por el cliente respecto a los datos de la muestra.
- El laboratorio del GADPO no es responsable de la toma de muestra.
- La muestra fue receptada en el laboratorio
- El ensayo marcado con (\*) no se encuentra considerado dentro del alcance de acreditación del Laboratorio del GADPO.
- Los parámetros analizados fueron solicitados por el cliente
- El valor de comparación de la fuente de referencia especificada, se realizó conforme a la petición del solicitante.

**Ing. Fulton Garay  
RESPONSABLE TECNICO**

**Ing. Nathaly Duman  
RESPONSABLE DE CALIDAD**

F-MC-09

**Orellana, construye su desarrollo**

El informe solo afecta a las muestras sometidas a ensayos.  
Los ensayos marcados con (\*) corresponden a ensayos subcontratados a laboratorios acreditados.  
Prohibida la reproducción total o parcial del presente informe sin la autorización escrita del Laboratorio.

Dir.: Av. 9 de Octubre entre Dayuma y César Andy  
 Fco. de Orellana-Ecuador  
 Tel: (+593) 063 731760 Ext.: 2114

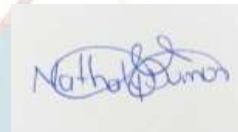
Ítem	Parámetro	Método de Referencia/Procedimiento Interno	Unidad	Resultado	Incertidumbre %U K=2, 95% de confianza
11	Turbidez*	SM 2130 B, 23rd Ed.	NTU	<0,05	~

**Notas importantes:**

- El Laboratorio del GADPO no se responsabiliza por la información proporcionada por el cliente respecto a los datos de la muestra.
- El laboratorio del GADPO no es responsable de la toma de muestra.
- La muestra fue receptada en el laboratorio
- El ensayo marcado con (\*) no se encuentra considerado dentro del alcance de acreditación del Laboratorio del GADPO.
- Los parámetros analizados fueron solicitados por el cliente
- El valor de comparación de la fuente de referencia especificada, se realizó conforme a la petición del solicitante.



**Ing. Fulton Garay**  
**RESPONSABLE TECNICO**



**Ing. Nathaly Duman**  
**RESPONSABLE DE CALIDAD**

F-MC-09

**Orellana, construye su desarrollo**

El informe solo afecta a las muestras sometidas a ensayos.  
 Los ensayos marcados con (\*) corresponden a ensayos subcontratados a laboratorios acreditados.  
 Prohibida la reproducción total o parcial del presente informe sin la autorización escrita del Laboratorio.

ANEXO V: INFORME DE LOS RESULTADOS DE LA MUESTRA A22-176



**INFORME DE RESULTADOS  
IA-176**

Dir.: Av. 9 de Octubre entre Dayuma y César Andy  
Fco. de Orellana-Ecuador  
Tel: (+593) 063 731760 Ext.: 2114

El Coca, 09 de Agosto del 2022.

Ing. Augusto Cordova

**JEFE- JEFATURA DE PREVENCION Y CONTROL DE LA CONTAMINACION-CGGA-GADPO**

Dirección: Av. 9 de Octubre y Dayuma, El Coca, Fco. De Orellana, Orellana

**Datos de la muestra**

Toma de muestra realizada por: Tec. Ricky Isizan  
Fecha hora de toma de muestra: 05/07/2022 14:00  
Fecha hora ingreso al Laboratorio: 05/07/2022 14:50  
Fecha del Análisis: 09/08/2022  
Descripción de la muestra: M6. Agua Natural, Cuerpo de agua para abastecimiento de la planta de potabilización Punto 2 C.  
x: 282332, y: 9944173, z:269  
Código de LABGADPO: a22-175

**Resultados**

Ítem	Parámetro	Método de Referencia/Procedimiento Interno	Unidad	Resultado	Incertidumbre %U K=2, 95% de confianza
1	Potencial de Hidrógeno	SM 4500-H+ B, 23rd Ed./PT-01	~	6,70	3
2	Demanda Química de Oxígeno	SM 5220 D, 23rd Ed./PT-04	mg/L	<20,00	11
3	Plomo	SM 3030 B, SM 3111 B, 23rd Ed./PT-05	mg/L	<0,30	15
4	Cadmio	SM 3030 B, SM 3111 B, 23rd Ed./PT-05	mg/L	<0,03	21
5	Cobre	SM 3030 B, SM 3111 B, 23rd Ed./PT-05	mg/L	<0,30	10
6	Hierro	SM 3030 B, SM 3111 B, 23rd Ed./PT-05	mg/L	<0,20	22
7	Hidrocarburos Totales de Petróleo	Gravimetría <sup>1</sup> /PT-09	mg/L	0,50	~
8	Coliformes Totales*	SM 9222 B, 23rd Ed.	UFC/100 ml	572	~
9	Coliformes Fecales*	SM 9222 D, 23rd Ed.	UFC/100 ml	186	~
10	Sulfatos*	Espectrofotometría/HACH 8051	mg/L	<10,00	~

F-MC-09

**Orellana, construye su desarrollo**

El informe solo afecta a las muestras sometidas a ensayos.  
Los ensayos marcados con (\*) corresponden a ensayos subcontratados a laboratorios acreditados.  
Prohibida la reproducción total o parcial del presente informe sin la autorización escrita del Laboratorio.



Dir.: Av. 9 de Octubre entre Dayuma y César Andy  
 Fco. de Orellana-Ecuador  
 Tel: (+593) 063 731760 Ext.: 2114


Ítem	Parámetro	Método de Referencia/Procedimiento Interno	Unidad	Resultado	Incertidumbre %U K=2, 95% de confianza
11	Turbidez*	SM 2130 B, 23rd Ed.	NTU	<0,05	~

**Notas importantes:**

- El Laboratorio del GADPO no se responsabiliza por la información proporcionada por el cliente respecto a los datos de la muestra.
- El laboratorio del GADPO no es responsable de la toma de muestra.
- La muestra fue receptada en el laboratorio
- El ensayo marcado con (\*) no se encuentra considerado dentro del alcance de acreditación del Laboratorio del GADPO.
- Los parámetros analizados fueron solicitados por el cliente
- El valor de comparación de la fuente de referencia especificada, se realizó conforme a la petición del solicitante.



**Ing. Fulton Garay**  
**RESPONSABLE TECNICO**



**Ing. Nathaly Duman**  
**RESPONSABLE DE CALIDAD**

F-MC-09


*Orellana, construye su desarrollo*

El informe solo afecta a las muestras sometidas a ensayos.  
 Los ensayos marcados con (\*) corresponden a ensayos subcontratados a laboratorios acreditados.  
 Prohibida la reproducción total o parcial del presente informe sin la autorización escrita del Laboratorio.



**ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO**  
**CERTIFICADO DE CUMPLIMIENTO DE LA GUÍA PARA NORMALIZACIÓN**  
**DE TRABAJOS DE FIN DE GRADO**

**Fecha de entrega:** 15 / 04 / 2024

<b>INFORMACIÓN DEL AUTOR</b>
<b>Nombres – Apellidos:</b> Ricky Stalin Isizan Calderon
<b>INFORMACIÓN INSTITUCIONAL</b>
<b>Facultad:</b> Ciencias
<b>Carrera:</b> Ingeniería Ambiental
<b>Título a optar:</b> Ingeniero Ambiental
 <b>Ing. Greys Carolina Herrera Morales MSc</b> <b>Directora del Trabajo de Titulación</b>
 <b>Ing. Leonardo Daniel Cabezas Andrade MSc</b> <b>Asesor del Trabajo de Titulación</b>