UNIVERSIDAD ESTATAL DEL SUR DE MANABÍ

FACULTAD DE CIENCIAS NATURALES Y DE LA AGRICULTURA

CARRERA DE INGENIERÍA AMBIENTAL

TRABAJO DE TITULACIÓN MODALIDAD PROYECTO DE INVESTIGACIÓN PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TITULO DE: INGENIERO AMBIENTAL

Tema

Análisis comparativo de calidad del agua potable distribuida en la zona norte y sur de la provincia de Manabí

Autor

Jaime Simón Plaza Barre

Tutor

Ing. Mayra Zapata Velasco, Msc

Jipijapa - Manabí – Ecuador

2024

UNIVERSIDAD ESTATAL DEL SUR DE MANABÍ

Creada mediante Ley Publicada en el registro Oficial 261 del 7 de Febrero del 2001

FACULTAD DE CIENCIAS NATURALES Y DE LA AGRICULTURA

CARRERA DE INGENIERÍA AMBIENTAL

CERTIFICACIÓN DEL TUTOR

Quien suscribe, **Ing. Mayra Lisette Zapata Velasco, MSc**, docente de la Universidad Estatal del Sur de Manabí, Facultad de Ciencias Naturales y de la Agricultura, Carrera de Ingeniería Ambiental.

Certifico que:

La señorita/El Señor **Jaime Plaza Barre** egresada/o de la Carrera de Ingeniería Ambiental de la Universidad Estatal del Sur de Manabí, ha desarrollado el proyecto de investigación con el tema **"ANALISIS COMPARATIVO DE CALIDAD DEL AGUA POTABLE DISTRIBUIDA EN LA ZONA NORTE Y SUR DE LA PROVINCIA DE MANABÍ"** mismo que, tras pasar por numerosas revisiones y habiendo cumplido con las disposiciones reglamentarias establecidas de acuerdo a las normativas técnicas de investigación de la universidad, se otorga la presente certificación para continuar con los trámites respectivos correspondientes al proceso de titulación del estudiante.

Es cuanto puedo certificar en honor a la verdad.

Atentamente,

Ing. Mayra Zapata Velasco, MSc

TUTOR DEL TRABAJO DE INVESTIGACIÓN

Certificado del tribunal

Proyecto de investigación de la carrera de Ingeniería Ambiental, sometido a consideración del tribunal de la unidad de titulación especial de la Facultad de Ciencias Naturales y de la Agricultura de la Universidad Estatal del Sur de Manabí, como requisito parcial para obtener el título de Ingeniero Ambiental.

Aprobado por el tribunal de la comisión de titulación.

Ing. Mieles Giler Jorge Washingtong. Mg

Miembro del tribunal

Ing. Castro Landin Alfredo Lesvel. Mg

Miembro del tribunal

Ing. Guerrero Calero Juan Manuel. Mg

Miembro del tribunal

DECLARACIÓN DE RESPONSABILIDAD

La responsabilidad del contenido del Trabajo de Titulación mención Proyecto de Investigación, cuyo tema es "**ANÁLISIS COMPARATIVO DE CALIDAD DEL AGUA POTABLE DISTRIBUIDA EN LA ZONA NORTE Y SUR DE LA PROVINCIA DE MANABÍ**" corresponde, exclusivamente, a Jaime Simón Plaza Barre.

Declaro de forma libre y voluntaria, que la presente investigación y elaboración de tesis, así como las expresiones vertidas en la misma, son de autoría propia, quien las ha realizado en base a la recopilación bibliográfica, en consecuencia asumo la responsabilidad de la originalidad de la misma.

Atentamente.

Jaime Simón Plaza Barre.
CC: 1316578259

FORMULARIO:

AUTORIZACIÓN DE DERECHO DE PUBLICACIÓN EN EL REPOSITORIO DIGITAL INSTITUCIONAL UNESUM

El/La que suscribe, Jaime Simón Plaza Barre en calidad de autor/a del siguiente trabajo escrito titulado "Análisis comparativo de calidad del agua potable distribuida en la zona norte y sur de la Provincia de Manabí" otorga a la Universidad Estatal del Sur de Manabí, de forma gratuita y no exclusiva, los derechos de reproducción y distribución pública de la obra, que constituye un trabajo de autoría propia.

El autor declara que el contenido que se publicará es de carácter académico y se enmarca en las disposiciones definidas por la Universidad Estatal de Sur de Manabí. Se autoriza a realizar las adaptaciones pertinentes para permitir su preservación, distribución y publicación en el Repositorio Digital Institucional de la Universidad Estatal del Sur de Manabí.

El autor como titular de la autoría de la obra y en relación a la misma, declara que la universidad se encuentra libre de todo tipo de responsabilidad sobre el contenido de la obra y que él asume la responsabilidad frente a cualquier reclamo o demanda por parte de terceros de manera exclusiva.

Aceptando esta autorización, se cede a la Universidad Estatal del Sur de Manabí el derecho exclusivo de archivar y publicar para ser consultado y citado por terceros, la obra mundialmente en formato electrónico y digital a través de su Repositorio Digital Institucional, siempre y cuando no se le haga para obtener beneficio económico.

Jipijapa, 12 de agosto de 2024

Jaime Simón Plaza Barre

C.I. 1316578259

Dedicatoria.

El presente trabajo está dedicado en primer lugar a mi familia quienes me dieron ese apoyo incondicional para poder llegar hasta este momento, dando mucho énfasis a mis padres, mi hijo y mi esposa, quienes a pesar de las duras situaciones que se presentaron durante el trayecto lo dieron todo para que yo logre culminar mi carrera universitaria, por eso le dedico este espacio a ellos sin dejar a tras a todos los demás miembros de mi familia y amigos, quienes de distintas maneras me dieron su apoyo para llegar hasta este momento tan alegre y emotivo.

Atentamente.

Jaime Simón Plaza Barre.

CC: 1316578259

Agradecimiento.

En este espacio me permito agradecer a mi papá, José Roberto Posligua Valencia, a mi madre, Magdalena del Pilar Barre Barreto, quienes me acompañaron desde mi inicio y gracias a sus esfuerzos diarios sus levantadas en la mañana para salir a trabajar de sol a sol sin descanso recorriendo la ciudad de un punto a otro, quienes se preocuparon por que no me acostara sin comer, gracias por todo su esfuerzo, a mis demás familiares mis tíos y abuela quienes siempre me dieron aliento, ya que a pesar que quise rendirme muchas veces sin que nadie lo supiera logre seguir gracias a sus palabras de aliento, a mi esposa, Andrea Chancay Pozo y a mi hijo, Jaime Plaza Chancay, quienes fueron mi último aliento de inspiración para llegar hasta aquí para poder ofrecerles una mejor oportunidad, a muchos de los docentes que pasaron por mi vida dejándome nuevos conocimientos, y me permito nombrar a algunos que levantaron un interés académico en mi como lo son el Lcda. Paola Moreira. Mgs, Lic. Mickel Calero. Mgs, Ing. Julio Jaramillo. Mgs, Ing. Manuel Guerrero. Mgs, Ec. Laura Merchan. Mgs;

Agradezco por cada palabra de aliento, por cada dólar que me daban para poder trasladarme y comer aun sabiendo que a ellos les haría falta durante la semana, por cada ayuda en diversas actividades que necesite realizar por eso y mucho más les agradezco de todo corazón.

Atentamente.

Jaime Simón Plaza Barre.

CC: 1316578259

Índice

Resumen 15

1. Introducción 16

2. Problema 17

3. Pregunta de investigación. 17

4. Objetivos. 17

4.1. Objetivo general. 17

4.2. Objetivos específicos: 17

5. Alcance de la investigacion. 18

6. Marco teórico. 19

6.1. Generalidades. 19

6.2. Agua 19

6.3. Propiedades físicas 20

6.4. Propiedades químicas 20

6.5. Propiedades biológicas 21

6.6. Algas 22

"Bacilorofíceas o diatomeas 22

6.7. Parámetros de calidad del agua 22

6.8. Contaminación del agua. 23

6.9. Principales contaminantes del agua 23

6.10. Aspectos microbiológicos 24

6.11. Bacterias 24

6.12. Bacterias propias del agua 24

6.13. Bacterias intestinales 25

6.14. Helmintos 25

6.15. Hongos, mohos y levaduras 25
6.16. Agua para consumo humano 26
6.17. Tratamiento de agua potable 28
6.18. Índice de calidad del agua (ICA). 28
6.19. Fases del tratamiento de agua potable 28
6.20. Sistema de abastecimiento 28
6.21. Captación 28
6.22. Inicio de potabilización del agua: 28
6.23. Tratamiento 29
6.24. Segundo proceso 29
6.25. Distribución 30
6.26. Sistemas de distribución 30
6.27. Límite permitido 30
6.28. El marco para la seguridad del agua de consumo humano 30
6.29. Desinfección 31
6.30. Agua para uso público urbano 31
6.31. Polución o contaminación del agua 31
6.32. Toxicidad 31
6.33. Toxicidad en agua 32
7. Marco normativo 32
7.1. Referencias normativas 32
7.2. Referencias normativas 32
7.3. Constitución de la República 32
7.4. Norma Técnica ecuatoriana NTE INEN 1108 33
7.5. Normas de calidad y límites permisibles del agua potable 33

7.6. Parámetros permisibles de las bacterias y otros compuestos del agua 35
8. Diseño metodológico 36
8.1. Tipo de estudio 36
8.2. Metodología y análisis 36
La metodología desarrollada en esta investigación se describe a continuación: 36
8.3. Número de muestras. 38
8.4. Mapa de localización de las plantas de tratamiento 39
9. Resultados.....41
9.1. Objetivo especifico numero uno.....41
9.1. Objetivo especifico numero dos 41
9.2. Objetivo especifico numero tres. 46
9.3. Discusión. 48
10. Conclusiones 49
11. Recomendaciones 50
12. Bibliografía 51
13. Anexos 53
13.1. Informe de Antiplagiuo 53
13.2. Anexo 1.-.....54
13.3. Referencias normativas 54
13.4. Constitución de la República.....54
13.5. Ley del agua 56
13.6. Anexo fotográfico 57

Índice de tablas

Tabla 1. Contenidos del agua 21
Tabla 2. Referencias normativas..... 32
Tabla 4. Criterios de calidad de fuentes de agua para consumo humano y doméstico (Acuerdo ministerial 097 A) 34
Tabla 5. Parámetros de calidad de agua OMS 35
Tabla 6 Listado de equipos de laboratorio usados con mayor énfasis. 37
Tabla 7. Límites máximos permisibles, INEN-1108 y AM097A- agua para consumo humano. 38
Tabla 8. Toma de muestras 38
Tabla 9. Coordenadas de las plantas de Potabilización de agua. 39
Tabla 10. Resultados de análisis fisicoquímicos 41
Tabla 11. Resultados de análisis fisicoquímicos comparación 41
Tabla 12. Resultados de análisis microbiológicos 42
Tabla 13 Limitantes identificadas en las plantas de tratamiento de agua potable 46

Índice de figuras

Figura 1. Mapa de localización de las plantas de tratamiento de agua potable 39
Figura 2 Análisis de Color.....42
Figura 3 Análisis de Nitritos.....43
Figura 4 Análisis de Nitratos 44
Figura 5 Análisis de Cloro Residual 44
Figura 6 Análisis de Turbidez.....45
Figura 7 Análisis de Potencial de Hidrógeno pH 45

Resumen

La calidad del agua es un punto importante para toda la ciudadanía y a su vez es una de las falencias más grandes que existen en todo el territorio ecuatorial, tanto así que múltiples estudios indican que es una de las principales causas de la desnutrición crónica infantil, esto ha conllevado a que diversos órganos del estado creen un programa relacionado a esto introduciéndolo en sus planificaciones como agua apta siendo parte del paquete de enseñanzas prioritarias, para entender de qué depende la calidad del agua vamos a analizar múltiples parámetros entre los que podemos mencionar se encuentran el cloro residual, el potencial de hidrogeno, la presencia de metales, presencia microbiana, etc.

En el presente proyecto podremos entender cuáles son los procesos principales de potabilización, además de cuál es la calidad óptima para el consumo humano tomando en cuenta los métodos de muestro, análisis de dos de las principales normativas vigentes para este fin como lo son la INEN 1108 y lo establecido en el acuerdo ministerial 097 a anexo VI, a su vez lograremos entender por parte de cada una de las plantas de tratamiento tomadas como ejemplo cuales son las principales causas de la alteración de la calidad del agua que llega hasta cada hogar y cuáles son las limitantes para los procesos de potabilización y distribución del agua.

Palabras claves: Agua Potable, Calidad de agua Potable de Manabí, Agua de consumo Humano, ODS 6.

1. Introducción

La base de la vida es el agua, a nivel mundial la calidad del agua ha sido uno de los principales objetivos a cumplir ya que el acceso al agua fue considerado por las Naciones Unidas como un derecho humano esencial, el acceso al agua dulce limpia es necesario para que la vida humana prospere y un recurso cada vez más frágil a medida que más y más fuentes de agua dulce limpia caen bajo la amenaza del cambio climático (ONU, 2022).

La potabilización es crucial por razones importantes: Salud: Este proceso elimina microorganismos, que causan enfermedades usando como medio de transporte el agua, la diarrea, el cólera y la fiebre tifoidea; Elimina agentes químicos: La potabilización incluye procesos de filtración y desinfección que ayudan a eliminar o reducir la presencia de químicos como pesticidas, metales pesados y otros químicos industriales; Mejorar el sabor y el olor del agua: Los compuestos del agua cruda pueden afectar al sabor y olor, la potabilización ayuda a mejorar estas características; Estándares de calidad: Estos garantizan que el agua sea segura para el consumo y se ajuste a los parámetros establecidos (Guardado, 2023).

En Latinoamérica el acceso al agua de calidad está por debajo de los niveles permisibles, según Marina Gil (2019) el entre el 60 y 80% de las viviendas en América Latina tienen acceso a agua de calidad la cual no cumple al 100% las normativas vigentes.

En Ecuador tan solo el 43,35% de las viviendas cuentan con acceso a agua potable. Según Germán Gallegos (2022) "*en Ecuador solo el 31% de la población tiene acceso a agua de calidad asegurada"*., en Manabí según un censo en (2019), el acceso al agua potable, solo el 52,4% de las viviendas en Manabí contaban con acceso a red pública de agua, esto es lo que nos genera la interrogante sobre cual es a ciencia cierta la calidad del agua que se distribuye en la provincia de Manabí, realizando una comparativa entre las zonas norte y sur de Manabí.

En el artículo 12 de la Constitución del Ecuador se establece que "el derecho humano al agua es fundamental e irrenunciable. El agua constituye patrimonio nacional estratégico de uso público, inalienable, imprescriptible, inembargable y esencial para la vida". Pero eso en Cañaveral es letra muerta. No es un caso aislado: la dimensión de la carencia del servicio básico es nacional. Según cifras del Instituto Ecuatoriano de Estadísticas y Censos (INEC), el 26,6% de la población del país no tiene acceso a una fuente de agua segura (PRIMICIAS, Chávez Marisol , 2024).

2. Problema

En Manabí el acceso del agua potable es muy limitada, debido a que muchos cantones no tienen plantas potabilizadoras propias o no abastecen para el total de la población, hay GADS, que han formado asociaciones para poder acceder al líquido vital, dando casos en los que el líquido vital solo llega a través de vehículos cisterna, además los sistemas de distribución no son los adecuados en la mayoría de los cantones esto causa afectaciones a la calidad del agua, dados estos aspectos se plantea la siguiente pregunta

3. Pregunta de investigación.

¿Cuál es la calidad del agua potable que se distribuye en las zonas Norte y Sur de la provincia de Manabí?

4. Objetivos.

4.1. Objetivo general.

- Analizar la calidad del agua potable distribuida en la zona Norte y Sur de la provincia de Manabí.

4.2. Objetivos específicos:

- Realizar análisis físicos-químicos y microbiológicos de diversas plantas de potabilización ubicadas en la zona norte y sur de Manabí.
- Verificar el cumplimiento de estándares de agua de calidad que se distribuye en la zona norte y sur Manabí, acorde a la normativa NTE-INEN-1108.2020, y al Acuerdo Ministerial Nº 097 libro VI Anexo Tabla I para calidad de agua de consumo humano.
- Enlistar las posibles causas que alteren los estándares de calidad del agua en el proceso de potabilización y distribución en la zona norte y sur de Manabí.

5. Alcance de la investigación.

El agua potable es el recurso natural más importante para el desarrollo y el fortalecimiento de la salud poblacional en las ciudades, puesto que brinda a sus consumidores seguridad en su ingestión, proveyendo una sana hidratación, reduce la tasa de mortalidad infantil y por lo tanto incrementando la expectativa de vida de los habitantes que consumen un agua de calidad.

El principal objetivo de esta investigación es determinar la calidad de agua que se distribuye en la zona norte y sur de Manabí tanto en zonas urbanas como en zonas rurales de la provincia.

Los parámetros por analizar son los establecido según la normativa NTE-INEN- ISO-1108: 2020 y el Acuerdo Ministerial N. º 097 A Libor VI Anexo I Tabla I para calidad de agua de consumo humano.

6. Marco teórico.

6.1. Generalidades.

Según Germán Gallegos (2022) “en Ecuador solo el 31% de la población tiene acceso a agua de calidad asegurada”.

“el agua era un recurso cotidiano, pero en la actualidad es un recurso escaso” Klaus Arset (2019).

“el agua es un recurso amenazado de muchas maneras diferentes” Klaus Arset (2019).

6.2. Agua

La cantidad limitada de agua es un recurso único e insustituible. Al ser esenciales para la vida, las sociedades y las economías ofrecen una variedad de valores y ventajas, pero, en contraste con la mayoría de los recursos valiosos, se ha demostrado que su valor "real" es extremadamente difícil de determinar; El Informe Mundial sobre el Desarrollo de los Recursos Hídricos de 2021, "El valor del agua", analiza el estado actual y los desafíos de la valoración del agua en varios sectores y desde una variedad de puntos de vista, y identifica cómo se puede fomentar como una herramienta que contribuya a alcanzar la sostenibilidad.” (UNESCO, 2021).

El agua es considerada como uno de los recursos naturales más fundamentales para el desarrollo de la vida, y junto con el aire, la tierra y la energía, constituye los cuatro recursos básicos en que se apoya el desarrollo (UNESCO, 2021).

Como se conoce, el agua es el compuesto más abundante en el planeta, cubriendo las tres cuartas partes de la superficie terrestre. Sin embargo, diversos factores limitan la disponibilidad de este para uso humano. Se sabe que más del 97 % del agua total del planeta se encuentra en los océanos y otras masas salinas y que es considerada como inservible, ya que apenas están disponibles para ningún propósito. Del 3 % restante, un 2,38 % aproximadamente, se encuentra en estado sólido, resultando prácticamente inaccesible. El resto, un 0,62 %, se encuentra en ríos, lagos y aguas subterráneas. Por ello, la cantidad disponible de agua es verdaderamente escasa, aunque mayor es el problema de la distribución irregular en el planeta. (UNESCO, 2021).

6.3. Propiedades físicas.

"En la provisión de agua se debe tener especial cuidado con el olor, sabor, color y la turbidez del agua que se brinda, en parte porque dan mal sabor, también a causa de su uso en la elaboración de bebidas, preparación de alimentos y fabricación de textiles"

"Los sabores y olores se deben a la presencia de substancias químicas volátiles y a la materia orgánica en descomposición. Las mediciones de estos se hacen con base en la dilución necesaria para reducirlos a un nivel apenas detectable por observación humana" (Denverwater, 2023)

"El color del agua se debe a la presencia de minerales como hierro y manganeso, materia orgánica y residuos coloridos de las industrias. El color en el agua doméstica puede manchar los accesorios sanitarios y opacar la ropa. Las pruebas se llevan a cabo por comparación con un conjunto estándar de concentraciones de una sustancia química que produce un color similar al que presenta el agua" (Denverwater, 2023).

La turbidez además de que es objetable desde el punto de vista estético, puede contener agentes patógenos adheridos a las partículas en suspensión. El agua con suficientes partículas de arcilla en suspensión (10 unidades de turbidez), se aprecia a simple vista" (Denverwater, 2023).

Las fuentes de agua superficial varían desde 10 hasta 1.000 unidades de turbidez, y los ríos muy opacos pueden llegar a 10.000 unidades. Las mediciones de turbidez se basan en las propiedades ópticas de la suspensión que causan que la luz se disperse o se absorba. Los resultados se comparan luego con los que se obtienen de una suspensión estándar" (Denverwater, 2023).

6.4. Propiedades químicas

"Los múltiples compuestos químicos disueltos en el agua pueden ser de origen natural o industrial y serán benéficos o dañinos de acuerdo con su composición y concentración. Por ejemplo, el hierro y el manganeso en pequeñas cantidades no solo causan color, también se oxidan para formar depósitos de hidróxido férrico y óxido de manganeso dentro de las tuberías de agua" (Denverwater, 2023).

Las aguas duras son aquellas que requieren cantidades considerables de jabón para producir espuma y también forma incrustaciones en tuberías de agua caliente y calderas. La dureza del

agua se expresa en miligramos equivalentes de carbonato de calcio por litro" (Denverwater, 2023)

Recordemos que el agua químicamente pura es la combinación de oxígeno e hidrógeno y puede obtenerse en laboratorios por el fenómeno de electrólisis y en la naturaleza durante las tormentas eléctricas. Veremos ahora los elementos químicos que se encuentran en el agua natural y que producen alcalinidad, dureza y salinidad" (Denverwater, 2023).

"Las substancias que producen acidez al agua, pueden provenir de volcamientos, pero también son frecuentes en el tratamiento de aguas y son:

Ácido Sulfúrico – H_2SO_4

Sulfato Ferroso – $FeSO_4$

Sulfato de Aluminio – $Al_2 (SO_4)_2$ (Denverwater, 2023).

"Las aguas pueden contener además otras substancias que generan molestias o trastornos al organismo, dichas substancias son:

Tabla 1. Contenidos del agua

Calcio	Sulfatos	Arsénico	Magnesio
Zinc	Cobre	Flúor	Manganeso
Hierro	Plomo	Cromo hexavalente	Selenio

6.5. Propiedades biológicas

"Las aguas poseen en su constitución una gran variedad de elementos biológicos desde los microorganismos hasta los peces" (Denverwater, 2023).

"El origen de los microorganismos puede ser natural, es decir constituyen su hábitat natural, pero también provenir de contaminación por vertidos cloacales y/o industriales, como también por arrastre de los existentes en el suelo por acción de la lluvia" (Denverwater, 2023).

"La calidad y cantidad de microorganismos va acompañando las características físicas y químicas del agua, ya que cuando el agua tiene temperaturas templadas y materia orgánica disponible, la población crece y se diversifica. De la misma manera los crustáceos se incrementas y por lo tanto los peces de idéntica manera" (Denverwater, 2023).

6.6. Algas

Las algas contienen fundamentalmente clorofila necesaria para las actividades fotosintéticas y por lo tanto necesitan la luz solar para vivir y reproducirse. La mayor concentración se da en los lagos, lagunas, embalses, remansos de agua y con menor abundancia en las corrientes de agua superficiales. Las algas a menudo tienen pigmentos de colores que nos permite agruparlas en familias: o Clorofíceas: como su nombre lo indica son de color verde. Algunas de ellas son de los géneros Eudorina, Pandorina y Volvox" (Lorenzo & Michel, 2014)

"Existen especies unicelulares y multicelulares y en grandes concentraciones, algunas de ellas generan olores ícticos (de pescado o pasto) al agua y toma una coloración verdosa"(Lorenzo & Michel, 2014)

"***Cianofíceas*:** también son mono o multicelulares, son las algas azul verdosas. Algunas de ellas comunican al agua olores muy desagradables y suelen desarrollarse con tal abundancia que cubre los embalses con una nata, siendo la más característica de ella el género Anabaena" (Lorenzo & Michel, 2014)

***"Bacilorofíceas o diatomeas*:** generalmente se presentan como monos celulares, son de color amarillo verdoso y a menudo dan olores aromáticos o ícticos. Son típicos los géneros Asterionella, Navículo, Sybedra y Fragilaria" (Lorenzo & Michel, 2014)

6.7. Parámetros de calidad del agua

La calidad del agua se puede medir utilizando una variedad de parámetros; Elementos. Estos parámetros pueden indicar diversas características físicas, incluidos el pH y la temperatura, los niveles de nutrientes o elementos y compuestos esenciales en el agua. Cada parámetro tiene sus propias reglas y pautas generales que determinan si una muestra debe considerarse segura o peligrosa. Aunque estas pruebas se pueden realizar, los resultados no siempre son absolutos y deben compararse con los niveles normales de un cuerpo de agua; es una medida de la concentración de los iones de hidrógeno y los iones de hidróxido. La escala se encuentra en un intervalo de 0 a 14, siendo 0 una solución demasiado ácida y 14 una solución fuertemente básica; es un método de evaluar si es idónea o no el agua para los organismos vegetales y animales vivos. Si el agua se ha vuelto muy ácida o básica debido a contaminantes naturales o artificiales, puede haber un impacto significativo en la vida acuática. se considera normal en

un cuerpo de agua si tiene un valor pH de 5.0 a 9.0, pero lo ideal es que se encuentre en un intervalo entre 6.0 y 8.0 (HANNA®, 2022).

6.8. Contaminación del agua.

Alrededor de mil millones de habitantes sufrirán en el futuro la carencia del líquido vital a causa de la polución, el cambio climático y la sobrepoblación, afectan a las fuentes de este recurso esencial; contaminación hídrica se entiende como la acción de introducir algún material en el agua alterando su calidad y su composición química. Según la Organización Mundial de la Salud (2022) el agua está contaminada "cuando su composición se haya comprometido de modo que no reúna las condiciones idóneas para la aplicación, a la que se le hubiera destinado en su estado natural". El agua que procede de ríos, lagos y quebradas es objeto de una severa contaminación, muchas veces producto de las actividades del hombre.

Existen varias fuentes de contaminación hídrica a causa de actividades domésticas, industriales o agrícolas. Ríos y canales son contaminados por los desechos del alcantarillado, residuos industriales, detergentes y pesticidas que se escurren en tierras agrícolas (OMS, 2022).

6.9. Principales contaminantes del agua

Los agentes patógenos: algunas bacterias, virus y parásitos, provenientes de desechos orgánicos, entran en contacto con el agua; Los desechos que requieren oxígeno: algunos desperdicios pueden ser descompuestos por bacterias que usan oxígeno para biodegradarlos. Cuando existen grandes poblaciones de estas bacterias pueden llegar a agotar el oxígeno del agua, matando toda la vida acuática; Las sustancias químicas inorgánicas como los ácidos y los compuestos de metales tóxicos envenenan el agua; Las sustancias químicas orgánicas como el petróleo, el plástico, los plaguicidas y los detergentes amenazan la vida en el agua; Los nutrientes vegetales pueden ocasionar el crecimiento excesivo de plantas acuáticas. Estas mueren y se descomponen agotando el oxígeno del agua y provocando la muerte de varias especies marinas; La mayor fuente de contaminación proviene de los sedimentos o materia suspendida que enturbian el agua; El aumento de la temperatura disminuye la cantidad de oxígeno en el agua, vulnerando la supervivencia de los organismos acuáticos (Endara, Heinert, & Solórzano, 2020).

6.10. Aspectos microbiológicos

Asegurar la integridad microbiológica del suministro de agua potable depende de la aplicación de múltiples barreras, desde la fuente hasta el consumidor, para evitar contaminar el agua para consumo humano o reducirla a niveles inocuos para la salud. La seguridad se incrementa disponiendo varias barreras, como la protección contra el agua, la correcta selección y operación de una serie de pasos de tratamiento, y la gestión del sistema de distribución (tuberías o no) para mantener y proteger la calidad del agua tratada. La estrategia preferida es un enfoque de gestión que se centra en prevenir o limitar la introducción de patógenos en las fuentes de agua y reducir la dependencia de los procesos de tratamiento para eliminar los organismos patógenos (Isabel Mumagui, 2020).

En general, los riesgos microbiológicos más importantes están asociados con el agua potable contaminada con heces humanas o animales (incluidos excrementos de aves). Las heces pueden ser una fuente de enfermedades, como bacterias, virus, protozoos y gusanos parásitos (Isabel Mumagui, 2020).

6.11. Bacterias

"Las llamadas bacterias son de los géneros Sphaerotilus y Crenothrix, relacionadas con el hierro y el manganeso del agua y del género Beggiatoa del grupo de las bacterias sulfurosas. Las bacterias que se puede encontrar en el agua son de géneros muy numerosos, pero veremos aquí las que son patógenas para el hombre, las bacterias coliformes y los estreptococos que se utilizan como índice de contaminación fecal. Recordemos que según necesiten o no oxígeno libre para vivir se las llama aerobias o anaerobias, existe un tercer tipo que se desarrolla mejor en presencia de oxígeno, pero pueden vivir en medios desprovistos del mismo y se las denomina anaerobias facultativas" (Endara, Heinert, & Solórzano, 2020).

6.12. Bacterias propias del agua

Son frecuentes las de género Pseudomonas, Serratia, Flavobacterium y Achromobacterium, en general dan coloración al agua como, por ejemplo, rojo, amarillo anaranjado, violeta, etc. o Bacterias del suelo: son arrastradas por el agua de lluvia a los cursos superficiales en gran mayoría son aerobias, pertenecientes al género Bacilus y otras que tienen un papel

preponderante en la oxidación de materia orgánica y sales minerales (Endara, Heinert, & Solórzano, 2020)

6.13. Bacterias intestinales

Los organismos más comunes que se encuentran en el tracto intestinal son de los géneros Clostridium, Estreptococos, Salmonella, Espirilos, Bacteriófagos, Coliformes, Shigelia y también merecen citarse las Vibrio cholerae y la Leptospira" (Endara, Heinert, & Solórzano, 2020) "Protozoarios:

De todos los que pueden encontrase en el agua, el más importante por su toxicidad es la Entamoeba histolytica que produce la disentería amebiana" (Endara, Heinert, & Solórzano, 2020) "Moluscos:

son importantes el género de caracoles ya que son huéspedes intermedios de los gusanos de la clase Trematodo del grupo Platelmintos", (Endara, Heinert, & Solórzano, 2020)) "Artrópodos: Los que son importante son las clases Crustáceo, Insecta y Arácnida y desde el punto de vista sanitario el crustáceo del agua Cyclops que es vector del hunazo Nematelminto", (Endara, Heinert, & Solórzano, 2020) "Platelmintos:

El más importante es el Equinocuccus granulosus que produce la enfermedad llamada hidatidosis." (Endara, Heinert, & Solórzano, 2020)

6.14. Helmintos

Se incluyen los anélidos y los traquelmitos que comprenden los rotíferos y los Nematelmintos entre los cuales hay varias especies patógenas para el hombre: Dracunculus mendinensis, Áscaris lumbricoides, Trichuris trichiura, Enterovius vermiculares, Necator americanus y Ancylostoma duodenale", (Endara, Heinert, & Solórzano, 2020)

"Por último un gran número de animales o vegetales microscópicos que flotan libremente en el agua y reciben el nombre genérico de plancton, el cual tiene importancia para juzgar la calidad sanitaria del agua", (Endara, Heinert, & Solórzano, 2020)

6.15. Hongos, mohos y levaduras

"Pertenecen al grupo de bacterias, pero no contienen clorofila y en general son incoloras. Todos estos organismos son heterótrofos y en consecuencia dependen de la materia orgánica para su

nutrición Del reino animal nos encontramos los siguientes, que tienen importancia significativa" (Endara, Heinert, & Solórzano, 2020)

6.16. Agua para consumo humano

Agua utilizada para beber, preparar y cocinar alimentos u otros usos domésticos, independiente del origen y suministro, con característic8as físicas, químicas y microbiológicas que garanticen su inocuidad y aceptabilidad para el consumo humano. (Isabel Mumagui, 2020). El agua segura y suficiente facilita la práctica de la higiene, que es una medida clave para prevenir no solo enfermedades diarreicas, sino también infecciones respiratorias agudas y numerosas enfermedades tropicales desatendidas. En el mundo hay al menos 2000 millones de personas que utilizan una fuente de agua para consumo humano contaminada con heces. La contaminación microbiana del agua para estos fines como resultado de la contaminación con heces supone el mayor riesgo en cuanto a salubridad y transmisión de enfermedades como la diarrea, el cólera, la disentería, la fiebre tifoidea y la poliomielitis.

Más de 2000 millones de personas viven en países con escasez de agua, situación que probablemente empeorará en algunas regiones como resultado del cambio climático y el crecimiento de la población. En 2019, en los países menos adelantados, solo el 50% de los establecimientos de salud tenían servicios básicos relacionados con el agua; el 37%, servicios básicos de saneamiento, y el 30%, servicios básicos de gestión de residuos. El agua para consumo humano microbiológicamente contaminada puede transmitir todas esas enfermedades y, según se calcula, causa 485 000 muertes por diarrea cada año. Aunque los riesgos químicos más importantes para este tipo de agua provienen del arsénico, el fluoruro o el nitrato, nuevos contaminantes, como productos farmacéuticos, pesticidas, sustancias perfluoroalquiladas y polifluoroalquiladas (PFAS) y los microplásticos son motivo de preocupación pública. En 2020, el 74% de la población mundial (5800 millones de personas) utilizaba un servicio de suministro de agua para consumo humano gestionado de forma segura —es decir, ubicado en el lugar de uso, disponible cuando se necesita y no contaminado (OMS, 2022).

El agua contaminada y el saneamiento deficiente están relacionados con la transmisión de enfermedades como el cólera, otras diarreas, la disentería, la hepatitis A, la fiebre tifoidea y la

poliomielitis. Si no hay servicios de agua y saneamiento, o si estos son insuficientes o están gestionados de forma inapropiada, la población estará expuesta a riesgos para su salud prevenibles. Esto es especialmente cierto en el caso de los establecimientos de salud, donde tanto pacientes como profesionales están expuestos a mayores riesgos de infección y enfermedad cuando no existen servicios de suministro de agua, saneamiento e higiene. En el mundo, el 15% de los pacientes contraen infecciones durante la hospitalización, proporción que es mucho mayor en los países de ingresos bajos (OMS, 2022).

La gestión inadecuada de las aguas residuales urbanas, industriales y agrícolas conlleva que el agua que beben cientos de millones de personas se vea peligrosamente contaminada biológica o químicamente. Para la salud también puede ser determinante la presencia natural de productos químicos, como el arsénico y el fluoruro, particularmente en aguas subterráneas. Además, en el agua para consumo humano pueden aparecer otros productos químicos, como el plomo, en cantidades elevadas como resultado de la lixiviación de componentes relacionados con el suministro de agua. Se calcula que unas 829 000 personas mueren cada año de diarrea como consecuencia de la insalubridad del agua, de un saneamiento insuficiente o de una mala higiene de manos, siendo que la diarrea es ampliamente prevenible y la muerte de unos 297 000 niños menores de cinco años podría prevenirse cada año si se abordasen estos factores de riesgo. En los lugares donde el agua no es fácilmente accesible, las personas pueden considerar que lavarse las manos no es una prioridad, lo que aumenta la probabilidad de propagación de la diarrea y otras enfermedades. La diarrea es la enfermedad más conocida que guarda relación con el consumo de alimentos o agua contaminados (OMS, 2022).

En 2017, más de 220 millones de personas requirieron tratamiento preventivo para la esquistosomiasis, una enfermedad grave y crónica provocada por lombrices parasitarias contraídas por exposición a agua infestada. En muchas partes del mundo, los insectos que viven o se crían en el agua son portadores y transmisores de enfermedades como el dengue. Algunos de esos insectos, denominados vectores, crecen en el agua limpia, y los contenedores domésticos de agua para consumo humano pueden servir como lugares de cría. Tan solo con cubrir los contenedores de agua es posible reducir la cría de vectores, y reducir también la contaminación fecal del agua en el ámbito doméstico (OMS, 2022).

6.17. Tratamiento de agua potable

Aplicar tratamientos al agua para potabilizarla es indispensable para asegurar una buena calidad de la misma y sobre todo prevenir un sinnúmero de enfermedades para puede ocasionarle a los consumidores.

6.18. Índice de calidad del agua (ICA).

Este índice es ampliamente utilizado entre todos los índices de calidad de agua existentes siendo diseñado en 1970, y puede ser utilizado para medir los cambios en la calidad del agua en tramos particulares de los ríos a través del tiempo, comparando la calidad del agua de diferentes tramos del mismo río además de comparar lo con la calidad de agua de diferentes ríos alrededor del mundo. Los resultados pueden ser utilizados para determinar si un tramo particular de dicho río es saludable o no. Para la determinación del "ICA" interviene 9 parámetros, los cuales son, Coliformes Fecales (en UFC/100 mL), pH (en unidades de pH), Demanda Bioquímica de Oxígeno en 5 días (DBO_5 en mg/ L), Nitratos (NO_3 en mg/L), Fosfatos (PO_4 en mg/L), Cambio de la Temperatura (en ºC), Turbidez (en FAU) •Sólidos disueltos totales (en mg/ L) (DIRECCIÓN DE RECURSOS NATURALES GRUPO CALIDAD HÍDRICA, 2022).

6.19. Fases del tratamiento de agua potable

6.20. Sistema de abastecimiento

Sistema, que incluye la infraestructura hidráulica y trabajos auxiliares, construido para el funcionamiento de la captación, conducción, tratamiento, almacenamiento y sistema de distribución del agua para consumo humano (Isabel Mumagui, 2020).

6.21. Captación

6.22. Inicio de potabilización del agua:

Por medio de una tubería de hierro dúctil de aproximadamente 450 mm de diámetro, las tuberías de llegada en estos se hace una derivación para para ver si es que con línea paralela

vemos si llega más agua la cual la cantidad de agua que debemos repartir 8000.00 m^3 de agua diarios para la población.

El primer proceso llamado turbo circulado donde llega a la tubería de agua cruda el agua entre por la parte de abajo en forma ascendente y es donde se agregan los insumos químicos los cuales son los productos para la tratabilidad del agua como son sulfato de aluminio, cloro gas, y polímeros.

Estos son agregados de acuerdo con las pruebas que se realizan en el laboratorio para poder agregar la cantidad adecuada para la cantidad de agua.
Estos se colocan en el centro del turbo circulador en donde se produce una mezcla lenta y en la parte de abajo tiene una especie de ganchos los cuales raspan el lodo que se acumula en el fondo (Zanella, 2014).

En este proceso se ve la reacción del químico con la parte en suspensión que atrae el agua se produce una reacción.

Aquí se realiza la reacción de floculación y coagulación. Esto tiene una profundidad de más de 2 metros y al final termina en forma cónica.

6.23. Tratamiento

6.24. Segundo proceso

La potabilización se da por módulos en el primer módulo es el de cristalización el segundo la potabilización y el último es la filtración. Aquí se produce la suspensión de los SDT (solidos disueltos totales), por la reacción del producto químico con la sustancia en suspensión es decir las partículas que se encuentran disueltas en agua y que no son observadas a simple vista.
Este módulo presenta en la parte baja unos ductos los cuales permite que pase el gua al siguiente compartimiento y este proceden a sedimentarse para que floculen, todas las partículas que se queda abajo forman un sedimento (lodo) y después en la parte de las canaletas llegan a filtros.
Este Proceso dura 2 horas para poder ser distribuida a los habitantes, y hay que tener en cuenta que los gastos que genera la potabilización del agua son muy costosos. Hay que tener en cuenta

que este proceso se da por una prueba previa de laboratorio antes de ser utilizado en el proceso de tratabilidad, del agua que va a ser tratada que es el 100% un 3% es desperdiciado al momento del tratamiento del agua.

Tenemos la última etapa que se trata de la desinfección del agua con cloro, esta sustancia que es el cloro es almacenado en un cilindro llamado "cilindro de cloro" el cual pesa 2 toneladas, 1 tonelada de producto (cloro) y 1 tonelada del producto (agua), este tiene un dosificador de cloro en donde vemos la cantidad de cloro que se está utilizando para el proceso del agua por medio del inyector que lleva la cantidad necesaria que el agua necesita para ser desinfectada (JAIME, 2023).

6.25. Distribución

6.26. Sistemas de distribución

Comprenden la infraestructura hidráulica y trabajos auxiliares construidos desde el almacenamiento hasta la acometida domiciliaria (Isabel Mumagui, 2020).

6.27. Límite permitido

Valor de un requisito fijado dentro del ámbito del conocimiento científico y tecnológico del momento, que no ocasiona ningún riesgo significativo para la salud humana (Isabel Mumagui, 2020).

6.28. El marco para la seguridad del agua de consumo humano

Los requisitos básicos y esenciales para garantizar la seguridad del agua de consumo humano son un "marco" para la seguridad del agua que comprenda objetivos de protección de la salud establecidas por una autoridad con competencia en materia de salud, sistemas adecuados y gestionados correctamente (infraestructuras adecuadas, monitoreo correcto y planificación y gestión eficaces), y un sistema de vigilancia independiente. La aplicación de un abordaje integral en la evaluación y la gestión de riesgos de los sistemas de abastecimiento de agua de consumo humano aumentan la confianza en la seguridad del agua. Este abordaje conlleva la evaluación sistemática de los riesgos en todo el sistema de abastecimiento de agua de consumo humano desde la fuente y captación del agua hasta el consumido y la identificación de las

medidas que pueden aplicarse para gestionar estos riesgos, incluidos los métodos que garanticen que las medidas de control están funcionamiento de modo eficaz (M.L. Chong, 2021).

6.29. Desinfección

La desinfección es ciertamente importante para garantizar la seguridad del agua para los seres humanos. La eliminación de microorganismos patógenos es un proceso esencial que a menudo se realiza utilizando productos químicos reactivos como el cloro. La desinfección es una barrera eficaz contra muchas patógenas (particularmente bacterias) cuando se trata el agua destinada al consumo humano y debe usarse tanto para aguas superficiales como subterráneas sujetas a contaminación fecal. La esterilización residual se utiliza como protección parcial contra la contaminación con bajas concentraciones de microorganismos y su diseminación en el sistema de distribución (Isabel Mumagui, 2020).

6.30. Agua para uso público urbano

Es el agua nacional para centros de población o asentamientos humanos, destinada para el uso y consumo humano, previa potabilización (Núñez, 2015).

6.31. Polución o contaminación del agua

Es la presencia en el agua de contaminante en concentraciones y permanencias superiores o inferiores a las establecidas en la legislación vigente capaz de deteriorar la calidad del agua (Núñez, 2015).

6.32. Toxicidad

Se considera tóxica a una sustancia o materia cuando debido a su cantidad, concentración o características físico, químicas o infecciosas presenta el potencial de: a) Causar o contribuir de modo significativo al aumento de la mortalidad, al aumento de enfermedades graves de carácter irreversible o a las incapacitaciones reversibles. b) Que presente un riesgo para la salud humana o para el ambiente al ser tratados, almacenados, transportados o eliminados de forma inadecuada. c) Que presente un riesgo cuando un organismo vivo se expone o está en contacto con la sustancia tóxica (Núñez, 2015).

6.33. Toxicidad en agua

Es la propiedad de una sustancia, elemento o compuesto, de causar efecto letal u otro efecto nocivo en 4 días a los organismos utilizados para el bioensayo acuático (Núñez, 2015).

7. Marco normativo

7.1. Referencias normativas

Los siguientes documentos, en su totalidad o en parte, son indispensables para la aplicación de este documento. Para referencias fechadas, solamente aplica la edición citada. Para referencias sin fecha, aplica la última edición (incluyendo cualquier enmienda), (Isabel Mumagui, 2020)

Tabla 2. Referencias normativas

7.2. Referencias normativas
Los textos complementarios de este apartado se encuentran detallados en el anexo 1 del presente documento.
7.3. Constitución de la República
Ley Orgánica de Recursos Hídricos, Usos y Aprovechamiento del Agua LORHUyA
Reglamento de aplicación a la LORHUyA
Acuerdo Ministerial 2017-0031 publicado en el Registro Oficial No. 88 de 27 de septiembre de 2017

Los textos relacionados a las referencias normativas se encuentran detallados en los anexos; revisar anexo 1

ISO 5667-5, Water quality ─ sampling ─ Part 5: Guidance on sampling of drinking water from treatment works and piped distribution systems

NTE INEN-ISO 5667-1, Calidad del agua ─ Muestreo ─ Parte 1: Guía para el diseño de los programas de muestreo y técnicas de muestreo.

NTE INEN-ISO 5667-3, Calidad del agua ─ Muestreo ─ Parte 3: Conservación y manipulación de las muestras de agua

NTE INEN-ISO 19458, Calidad del agua ─ Muestreo para el análisis microbiológico

NTE INEN 52, Reglas para redondear números

EPA 1623, Cryptosporidium and Giardia in Water by Filtration/IMS/FA

Standard Methods 2120, Color

Standard Methods 2130, Turbidity

Standard Methods 3111, Metals by flame atomic absorption spectrometry

Standard Methods 3112, Metals by cold-vapor atomic absorption spectrometry

Standard Methods 3113, Metals by electrothermal atomic absorption spectrometry

Standard Methods 3114, Arsenic, and selenium by hydride generation/atomic absorption spectrometry

Standard Methods 4500-Cl−, Chloride

Standard Methods 4500-F−, Fluoride

Standard Methods 4500-NO2−, Nitrogen (Nitrite)

Standard Methods 4500-NO3−, Nitrogen (Nitrate)

Standard Methods 9221, Multiple-tube fermentation technique for members of the coliform group

Standard Methods 9222, Membrane filter technique for members of the coliform group (Isabel Mumagui, 2020).

7.4. Norma Técnica ecuatoriana NTE INEN 1108

En esta normativa se exponen los parámetros que se deben tomar en cuenta para considerar si un efluente es apto para consumo humano.

La normativa se consume en varias tablas:

Características físicas

Contenido de Sustancias Inorgánicas

Contenido de Plaguicidas

Residuos de desinfectantes

Subproductos de desinfección

Cianotoxinas

Requisitos microbiológicos

7.5. Normas de calidad y límites permisibles del agua potable

"La necesidad de proveer agua potable a las poblaciones de manera tal que no produzcan problemas de salud impulsa la generación de normas de calidad" (Denverwater, 2023)

“Se establecen parámetros a controlar mediante los análisis y ensayos correspondientes y también los Límites Obligatorios y Límites Recomendados, para cada uno de ellos” (Denverwater, 2023).

Tabla 3. Criterios de calidad de fuentes de agua para consumo humano y doméstico (Acuerdo ministerial 097 A)

Parámetro	Expresada como	Unidad	Criterio de calidad
Aceites y grasas	Sustancias solubles en hexanos	mg/l	0,3
Arsénico	As	mg/l	0,1
Coliformes fecales	Nmp	Nmp/100 ml	000
Bario	Ba	mg/l	1
Cadmio	Cd	mg/l	0,02
Cianuro	Cn	mg/l	0,1
Cobre	Cu	mg/l	2
Color	Colore real	Unidades de platino cobalto	75
Cromo hexavalente	Cr^{+6}	mg/l	0,05
Fluoruro	F	mg/l	1,5
Demanda química de oxigeno	Dqo	mg/l	<4
Demanda bioquímica de oxígeno (5 días)	DBO_5	mg/l	<2
Hierro total	Fe	mg/l	1,0
Mercurio	Hg	mg/l	0,006
Nitratos	NO_3	mg/l	50,0
Nitritos	NO_2	mg/l	0,2
Potencial hidrogeno	pH	Unidades de ph	6-9
Plomo	Pb	mg/l	0,01
Selenio	Se	mg/l	0,01
Sulfatos	${SO_4}^2$	mg/l	500
Hidrocarburos totales de petróleo	Tph	mg/l	0,2
Turbiedad	Unidades nefelométricas de turbiedad	UNT	10,0

“Se denomina Límite Obligatorio a aquel que no debe superarse en ningún momento y de ser así se deberá desechar la fuente de provisión, en cambio el Límite Recomendado, es al que deben acercarse los operadores de provisión de agua potable en un tiempo razonable y al que deben comprometerse de mantener” (Denverwater, 2023).

7.6. Parámetros permisibles de las bacterias y otros compuestos del agua

"El agua potable, también llamada para consumo humano, debe cumplir con las disposiciones legales nacionales, a falta de éstas, se toman en cuenta normas internacionales. Los límites máximo-permisibles (LMP) referenciales obligatorios para el agua potable de los parámetros que se controlan actualmente, se indican en el cuadro siguiente" (OMS, 2019).

Tabla 4. Parámetros de calidad de agua OMS

Parámetro	Lmp	Referencia
Coliformes totales, UFC/100 Ml	0 (ausencia)	(1)
Coliformes termo tolerantes	0 (ausencia)	(1)
Bacterias heterotróficas, UFC/mL	500	(1)
pH	6,5 –8, 5	(1)
Turbiedad	5	(1)
Conductividad	1500	(3)
Color	20	(2)
Cloruros	250	(2)
Sulfatos	250	(2)
Dureza	500	(3)
Nitratos	50	(1)
Hierro	0,3	0,3 (Fe + Mn = 0,5) (2)
Manganesos	0,2	0,2 (Fe + Mn = 0,5) (2)
Aluminio	0,2	(1)
Cobre	3	(2)
Plomo	0,1	(2)
Cadmio	0,003	(1)
Arsenio	0,01	(2)
Mercurio	0,001	(1)
Cromo	0,05	(1)
Flúor	2	(2)
Selenio	0,05	(2)

(Cedeño Farfán et al., 2021)

8. Diseño metodológico

8.1. Tipo de estudio

El tipo de estudio que se utilizará en el presente trabajo será un estudio experimental exploratorio, también descriptivo y transversal; En donde vamos a analizar cual es la calidad del agua potable de las siguientes plantas de tratamiento; Jama, Tosagua, Manta, Jipijapa..

8.2. Metodología y análisis

La metodología desarrollada en esta investigación se describe a continuación:

Análisis físicos-químicos y microbiológicos de diversas plantas de potabilización ubicadas en la zona norte y sur de Manabí

Se tomaron muestra en las siguientes plantas potabilizadoras de agua tomando en consideración los niveles de distribución de estas, tomando como ejemplo Tosagua que distribuye agua potable a una mancomunidad a la que pertenecen cantones como Sucre, Bolívar, San Vicente, Chone y Tosagua, Manta como ejemplo en el sur da agua a Montecristi, Manta y Jaramijó, tomando estas consideraciones las plantas usadas como referencia para el presente estudio fueron; Manta y Jipijapa, ubicadas en la zona Sur mientras en la zona norte en la plantas de Jama, Tosagua; los parámetros considerados en el análisis fueron: color, pH, turbidez, nitratos, nitritos, cloro residual, coliformes totales.

Las muestras de agua se tomaron a la salida de las plantas de tratamiento siguiendo los protocolos de toma y traslado de muestras de agua. En el Laboratorio de Bromatología de la Universidad Estatal del Sur de Manabí se realizó los estudios correspondientes a microbiología, utilizando equipos como cuenta colonias, cajas petri, incubadora, cámara de seguridad biológica, medios de cultivos, mientras que en los laboratorios del Hospital Miguel Hilario Alcívar específicamente análisis fisicoquímicos, como turbidez, pH, nitritos, nitratos, color y cloro residual.

Cabe recalcar que debido a la disponibilidad de insumos de laboratorio necesarios y costos elevados de los estudios por un laboratorio particular certificado solo se tomaron en consideración los parámetros antes mencionados.

Tabla 5 Listado de equipos de laboratorio usados con mayor énfasis.

Parámetro	Equipo/Instrumento	Descripción
pH	Potenciómetro	Sensor utilizado en el método electroquímico para medir el pH de una disolución, determinando si el agua es alcalina o ácida.
Color Turbidez Nitratos Nitritos Cloro residual	Espectrofotómetro	Un espectrofotómetro es un dispositivo que proyecta un rayo de luz a través de una muestra para medir la absorbancia (la cantidad de luz que la muestra absorbe) o la transmitancia (la cantidad de luz que atraviesa la muestra, es decir, el inverso matemático de la absorbancia). La absorbancia o transmitancia a una longitud de onda específica está directamente relacionada con la concentración del material en la muestra. Si el material no absorbe luz por sí solo, se puede combinar con otros reactivos para producir, mediante una reacción química específica, una solución que sí absorba luz.
Coliformes totales	Medios de cultivos	Para determinar la presencia/ausencia de coliformes en las muestras de agua se utilizó como medio de cultivo agar coliforme.

Cumplimiento de estándares de agua de calidad que se distribuye en la zona norte y sur Manabí, acorde a la normativa NTE-INEN-1108.2020, Acuerdo Ministerial Nº 097 Anexo I

Las principales normativas nacionales que hacen referencia a los estándares de cumplimiento del agua potable en el país son la NTE-INEN-1108.2020 y Acuerdo Ministerial Nº 097 Anexo I, tabla 1 Criterios de calidad de fuentes de agua para consumo humano y doméstico, el análisis de las mismas permite identificar las tablas que indican los límites máximos permisibles y hacer una comparación con los resultados obtenidos en esta investigación para verificar si las plantas de tratamiento Manta, Jama, Tosagua y Jipijapa cumplen con las directrices establecida por las Normativas.

Los resultados de los análisis se comparan con los siguientes límites permisibles:

Tabla 6. Límites máximos permisibles, INEN-1108 y AM097A- agua para consumo humano.

Parámetro	Unidad	INEN-1108	AM097-A
Cloro libre residual	mg/l	0,3 a 1,5	1,5
Cobre	mg/l	2,0	3
Color aparente	Pt-Co	15	15
Nitratos (como NO_3)	mg/l	50,0	50
Nitritos (como NO_2)	mg/l	3,0	3
Turbiedad	NTU	5	10
Coliformes totales		Ausencia	Ausencia

Posibles causas que alteren los estándares de calidad del agua en el proceso de potabilización y distribución en la zona norte y sur de Manabí

Con la finalidad de obtener información sobre las posibles causas que alteren la calidad de agua en el proceso de potabilización se realiza una entrevista a los administradores de las plantas vinculados directamente en los procesos, además, se realizó una visita de observación en las plantas para identificar las posibles causas. Entre las áreas de interés de la entrevista se cuestionó sobre diseño de la planta, tiempo de vida de los equipos, periodos de lavado de filtros, tipo de coagulante y dosificación controlada o empírica, políticas de mantenimiento, perfil profesional de los trabajadores, capacitación periódica.

8.3. Número de muestras.

Para el presente estudio se tomaron en cuenta cuatro plantas de tratamiento de agua potable de la provincia de Manabí, Jama, Tosagua, Jipijapa, Manta, se tomó una muestra por cada época del año (invierno y verano) sumando un total de dos muestras por planta de tratamiento de agua;

Tabla 7. Toma de muestras

	Jama	Tosagua	Jipijapa	Manta
Invierno	10/03/2023	18/03/2023	16/01/2023	16/01/2023
Verano	03/07/2023	10/07/2023	14/07/2023	14/07/2023

8.4. Mapa de localización de las plantas de tratamiento

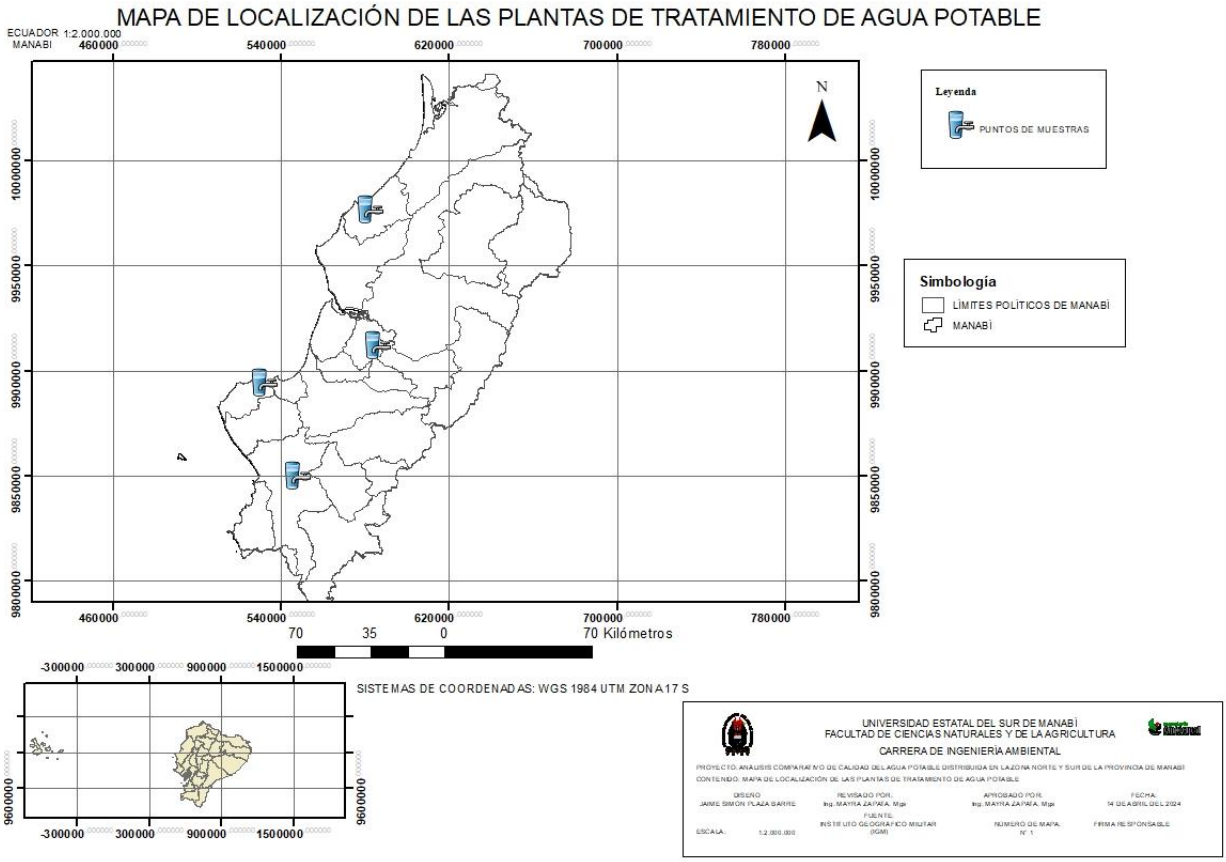
Las plantas potabilizadoras se encuentran localizadas en las coordenadas que se describen a continuación:

Tabla 8. Coordenadas de las plantas de Potabilización de agua.

Coordenadas	Jama	Tosagua	Jipijapa	Manta
X	584061.04	587584.40	557231.96	534801.28
Y	9975780.44	9909008.31	9848412.85	9888998.28

El sistema de coordenadas usado fue el WGS84 17S, coordenadas fue UTM

No **Figura 1.** Mapa de localización de las plantas de tratamiento de agua potable



En la Figura I se observa el mapa de localización de las plantas potabilizadoras de agua ubicadas en la zona norte y sur de la provincia de Manabí.

Manabí es una provincia ubicada en la zona central del territorio costero ecuatoriano. Limita al norte con la provincia de Esmeraldas, al sur Santa Elena, al este Santo Domingo de los Tsáchilas, Los Ríos y Guayas, mientras que al oeste con el Océano Pacífico.

9. Resultados

9.1. Objetivo: Realizar análisis físicos-químicos y microbiológicos de diversas plantas de potabilización ubicadas en la zona norte y sur de Manabí.

Dando respuesta al primer objetivo específico, los resultados obtenidos de los análisis de calidad de agua potable están representados en la siguiente tabla, luego de obtener los resultados se procede a promediarlos para poder compararlos según lo indica la norma técnica.

Tabla 9. Resultados de análisis fisicoquímicos

Resultados de análisis fisicoquímicos								
	Jipijapa		Manta		Jama		Tosagua	
	Invierno	Verano	Invierno	Verano	Invierno	Verano	Invierno	Verano
Color	2,9	2,7	2,6	2,5	0,25	0,25	1	0,1
pH	9	8	9	8,96	7,45	7,45	8,36	7,5
Turbidez	4	2,26	1	0,6	0,1	0,1	2	0,66
Nitratos	0	0	0	0	3,7	0	0,07	0
Nitritos	0	0	0	0	0,007	0	0	0
Cloro residual	0,66	0,66	0,7	0,7	1,5	1,6	1,0	0,01

9.1. Objetivo: Verificar el cumplimiento de estándares de agua de calidad que se distribuye en la zona norte y sur Manabí, acorde a la normativa NTE-INEN-1108.2020, y al Acuerdo Ministerial Nº 097 libro VI Anexo Tabla I para calidad de agua de consumo humano.

Tabla 10. Resultados de análisis fisicoquímicos comparación

	Jipijapa	Manta	Jama	Tosagua	Normativa INEN-1108-2020	AM Nº097A
Color	2,8	2,5	0,25	0,5	15	15
pH	8,5	8,98	7,45	7,93	6-9	6-9
Turbidez	3,13	0,8	0,1	1,33	5	10,0
Nitratos	0	0	3,7	0,07	50,0	50,0
Nitritos	0	0	0,007	0	3,0	3, 0

Cloro residual	0,66	0,7	1,5	1,0	0,3-1,5	0,3-1,5

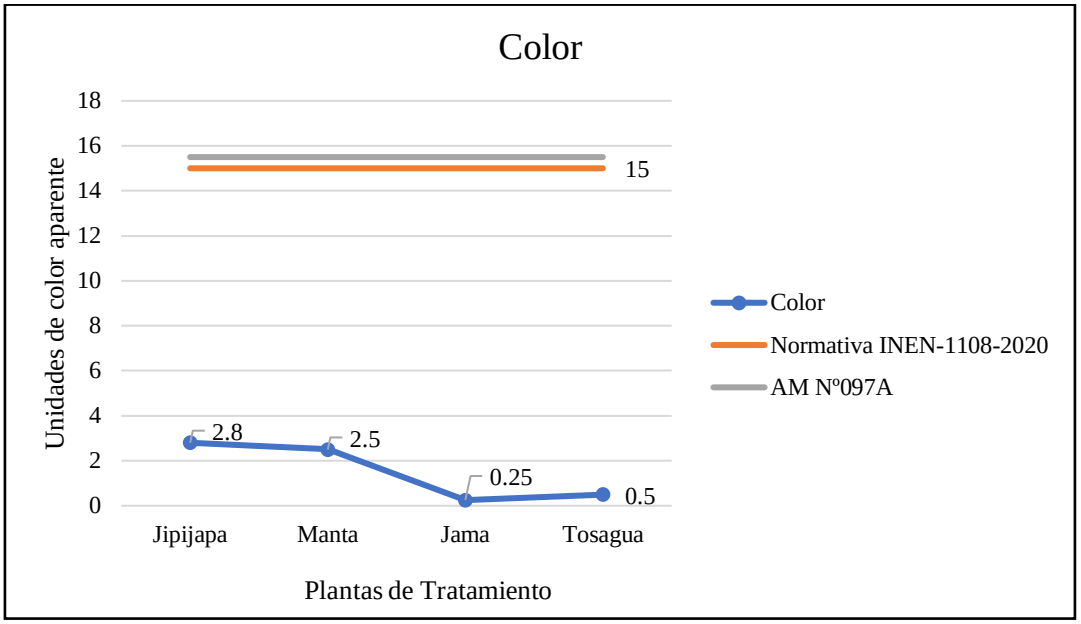
En cuanto a los resultados fisicoquímicos podemos evidenciar que entre las aguas potables de mejor calidad la planta de tratamiento del cantón Manta muestra mejores condiciones en la zona sur, mientras que en la zona norte el agua de la planta la del cantón Tosagua se ajusta con mayor cercanía a los criterios de calidad de la normativa INEN-1108 y AM 097A.

Tabla 11. Resultados de análisis microbiológicos

	Jipijapa	Manta	Jama	Tosagua	Normativa INEN-1108-2020	AM Nº097A
Coliformes	Ausencia	Ausencia	Ausencia	Ausencia	Ausencia	Ausencia

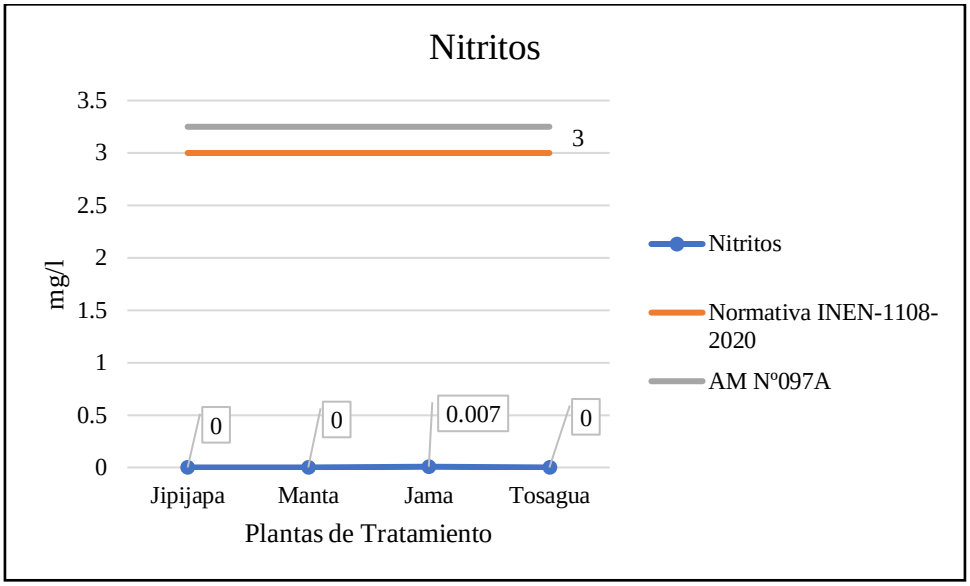
Referente a los parámetros microbiológicos exclusivamente Coliformes totales, la tabla 14 indica que las plantas potabilizadoras de agua de Jipijapa, Manta, Jama y Tosagua cumplen con los establecido en INEN 1108 y AM097 A.

Figura 2 Análisis de Color



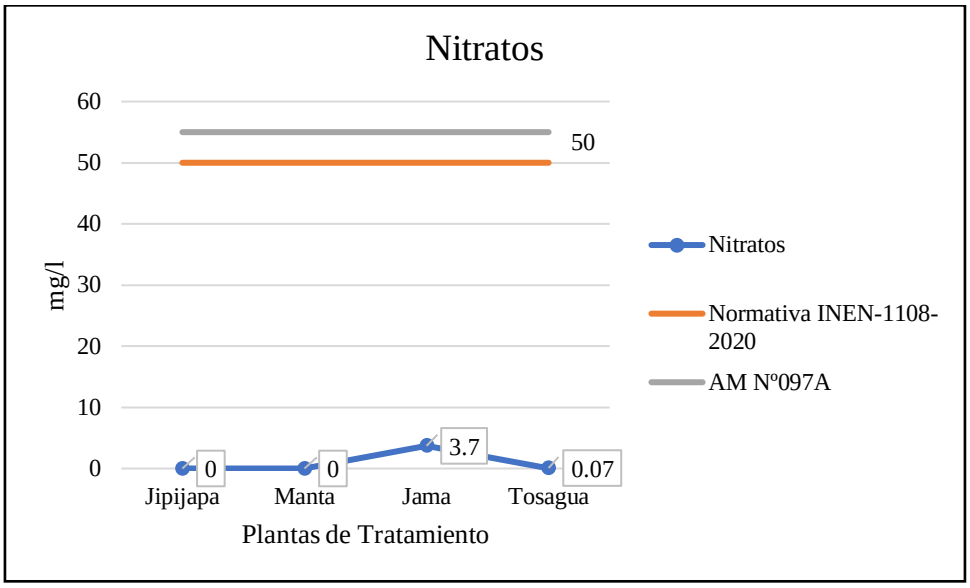
En la figura 2 se puede observar el resultado de los análisis de color realizadas a las muestras de agua potable de las cuatro plantas potabilizadoras, el gráfico indica que los niveles de color no superan los niveles del LMP establecidos por la normativa INEN 1108 y Acuerdo ministerial 097ª, registrando los valores más altos la planta de Jipijapa y los menores valores la planta de Jama.

Figura 3 Análisis de Nitritos



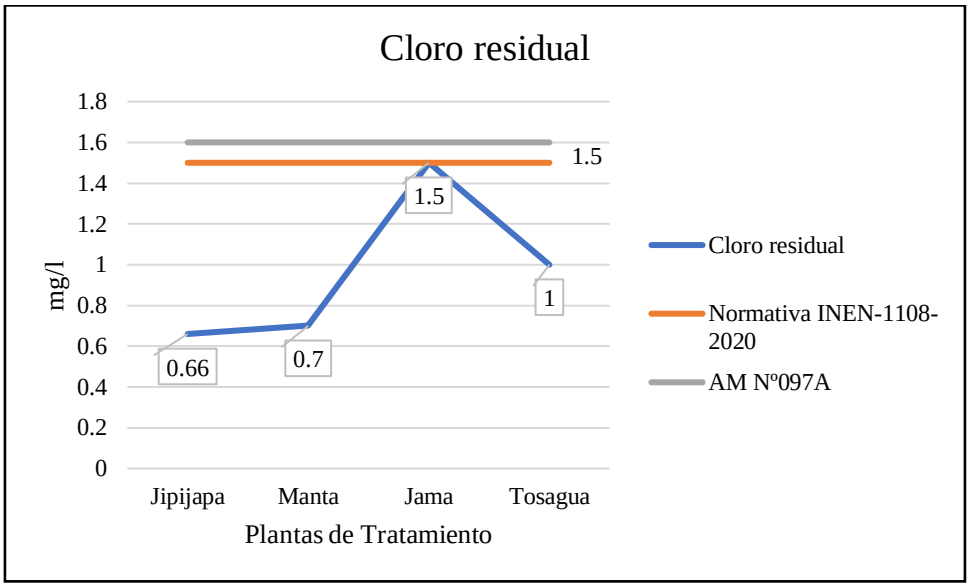
La concentración de nitritos en el agua de las muestras de las plantas potabilizadoras se encuentra dentro de los límites permisibles establecidos en las normativas, registrando valores mínimos en la planta de Jama como se evidencia en la figura 3.

Figura 4 Análisis de Nitratos



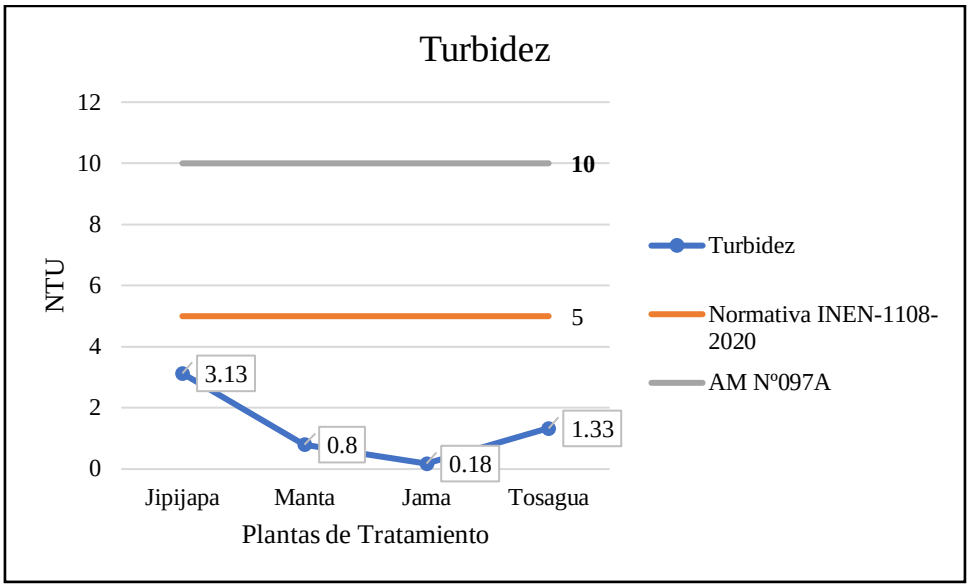
La figura 4 muestra los resultados de nitratos obtenidos en el agua de las muestras tomadas en las distintas plantas de tratamiento de agua y se puede notar que los resultados están por debajo del LMP presentado por las Normativas INEN 1108 y AM097A, la planta de Jama registra las mayores concentraciones en comparación a las demás plantas.

Figura 5 Análisis de Cloro Residual



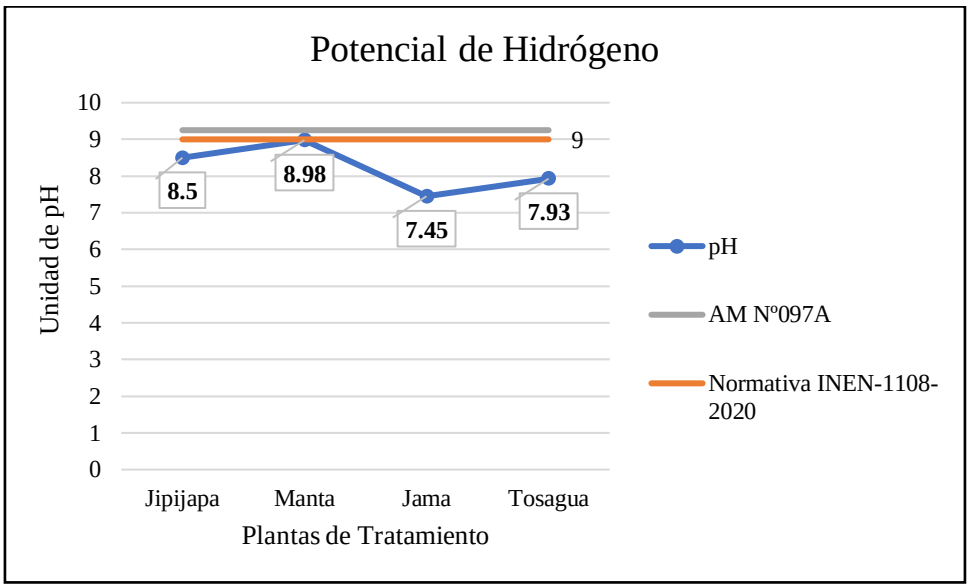
Las concentraciones de cloro residual, Figura 5, muestran que las plantas de Jipijapa, Manta y Tosagua están dentro de los LMP, mientras que la planta de Jama registra la concentración de 1,5mg/l, es decir, al límites de los valores establecidos en las Normativas.

Figura 6 Análisis de Turbidez



La figura 6 que hace referencia a los niveles de Turbidez muestra que cumplen con la normativa, la planta con valores más altos de turbidez en la planta de Jama registrando 3,13 NTU, muy por debajo de superar los límites establecidos por la Normativa INEN1108 y AM097A.

Figura 7 Análisis de Potencial de Hidrógeno pH



Los valores de pH como se puede observar en el Figura 7 no superan los límites máximos permisibles dados por las normativas vigentes, sin embargo, la planta de Manta tiene el valor más alto, próximo a superar los límites establecidos.

Por medio de los estudios realizados se comprobó que las plantas de tratamiento en cuanto a parámetros fisicoquímicos y microbiológicos están cumpliendo con la normativa vigente.

9.2. Objetivo: Enlistar las posibles causas que alteren los estándares de calidad del agua en el proceso de potabilización y distribución en la zona norte y sur de Manabí.

A través de las entrevistas realizadas a los administradores de las plantas de agua potable se logró obtener información sobre limitantes para mejorar los niveles de calidad del agua que distribuyen a la comunidad. En la tabla 13 Limitantes identificadas en las plantas de tratamiento de agua potable; se puede observar la información obtenida de mayor relevancia.

Tabla 12 Limitantes identificadas en las plantas de tratamiento de agua potable

Jama	Por parte de la gerencia mencionan que varias de las limitantes que se tienen en los procesos de potabilización son por los altos niveles de turbiedad en el agua de captación, en cuanto a la distribución el principal problema que afecta a la calidad del agua son las redes de distribución debido a que no todo el cantón cuenta redes de distribución y se llega a las viviendas por medio de vehículos cisterna.
Tosagua	En esta planta de tratamiento mencionan proporcionan agua a varios cantones entre los que se encuentran San Vicente, Tosagua, Bolívar, Sucre y Junín, el principal inconveniente de esta planta potabilizadora son las conexiones de las redes de abasto de la planta ya que sufren de desacoples constantemente debido a diversas condiciones del suelo y estado de las tuberías, lo cual causa infiltraciones al momento de volver a acoplar la tubería y los residuos de suelo que no son extraído ser extraídos del suelo son distribuidos con el agua que llega hasta cada vivienda alterando así la calidad de la misma.
Jipijapa	En Jipijapa la principal causa de alteración de la calidad de agua potable se debe al mal estado de las tuberías y deficiente capacidad de potabilización diaria proporcionando un problema de abasto a los moradores, el almacenamiento que utiliza la comunidad radica en

	tanques y cisternas las mismas que en muchas ocasiones no se desinfectan con frecuencia alterando así la calidad del agua que se consume.
Manta	En Manta la administración indica que la principal limitante son los niveles de elementos químicos cuya fuente de origen son pesticidas encontrados en los sitios de captación, esto a la larga afecta el proceso de tratamiento.

Además, la visita técnica a las plantas de tratamiento permitió identificar las siguientes problemáticas que pueden interferir en la calidad del agua resultado del proceso de potabilización:

- Daños en los sistemas de distribución, como por ejemplo fisuras, rupturas de acueductos, etc.
- Sistemas de almacenamiento previo a la distribución en estado insalubre.
- Sistemas de distribución por vehículos cisterna mismo que no siempre se encuentran en condiciones de higiene necesarias.
- En el proceso de potabilización un alterante de la calidad es la turbidez de captación.
- Niveles de pesticidas altos debido a la actividad agrícola en sectores aledaños al punto de captación.
- Sistemas de almacenamiento descubierto por parte de los usuarios del agua potabilizada.

El mal estado de las plantas potabilizadoras impacta negativamente en la calidad del agua y pone en riesgo la salud de los consumidores. Los informes diagnósticos suelen señalar problemas como diseños inadecuados, equipos deteriorados, velocidades bajas en el lavado de filtros, dosificación empírica de químicos, falta de políticas de mantenimiento y una preparación deficiente del personal, entre otros.

9.3. Discusión.

De acuerdo al presente estudio donde se tomaron en cuenta los parámetros de color, pH, turbidez, nitratos, nitritos, y cloro residual, todos los parámetros se encuentran dentro de los límites máximos permisibles, por lo que se considera aceptable para el consumo humano, cumpliendo con los estándares de INEN y el AM 097-A. En los cuatro puntos de análisis hubo poca diferencia, se puede comparar con los resultados de otros estudios, donde los mismos parámetros se mantienen cercanos a estos valores.

En el estudio de Osejos Vásquez (2018) , donde se realizó un análisis del sistema de abastecimiento de agua potable de la ciudad de Jipijapa, se revisaron los mismos parámetros, siendo las únicas diferencias a considerar, los resultados de pH, turbiedad y nitratos.

Se obtuvo un valor de 7,1 para el caso del pH, siendo una diferencia mínima, que puede estar relacionada a la temperatura del agua al momento de hacer la toma, debido que un aumento de temperatura puede disminuir el pH. Para el caso de turbidez obtuvo un valor 0,24 NTU, un parámetro que es conocido por ser alterable por varios factores como el clima, la erosión, la cantidad de nutrientes, y la presencia de corrientes con sedimentos. Se obtuvo un valor de 1,1 mg/l para nitratos, una diferencia mínima, producto de la presencia de varias fuentes como rocas y sedimentos, plantas degradando, heces animales, e incluso factores antrópicos como el uso de fertilizantes (Osejos Vásquez et al., 2018).

En otro caso que se realizó una valuación técnica del proceso de tratamiento de agua potable en la planta del cantón Montecristi, cuyo sistema de tratamiento es similar, también se obtuvieron resultados similares en los mismos parámetros, siendo la única diferencia en el color, donde se obtuvo un valor de 7, cuya variación podría depender de las condiciones del sistema al momento de realizar el muestreo, pudiendo haber mayor presencia de materia orgánica natural, sustancias húmicas o ciertos metales como hierro, manganeso o cobre (Mantuano Anchundia, 2023).

En una investigación realizada por Santos Rossana en (2020), se pude apreciar los cambios de la normativa vigente con los parámetros de calidad emitidos y los parámetros que obtuvo como resultado estaban dando cumplimiento a la normativa de ese entonces mientras que en la

actualidad esos resultados dan un incumplimiento en los parámetros de calidad según la normativa vigente según los parámetros microbiológicos, donde ella obtuvo un resultado de presencia microbiana mínima mientras que ahora debe ser una ausencia total.

10. Conclusiones

Los parámetros que se analizaron nos dieron a entender cuál es la calidad del agua potable que sale de las plantas de tratamiento por ejemplo con los resultados de microbiología como los coliflores nos percatamos que el agua sale completamente desinfectada esta es una de las bacterias que ocasiona afecciones a la salud como la diarrea y fiebre tifoidea; los análisis fisicoquímicos nos dan la respuesta que el agua sale con la cantidad necesaria de sales minerales para nuestros organismo como lo pudimos presenciar con los resultados del pH.

Las plantas de tratamiento de agua potable Jipijapa, Manta, Jama y Tosagua, cumplen con la Normativa nacional vigente específicamente Norma INEN1108 y AM097 A, en parámetros como color, turbidez, nitritos, nitratos, cloro residual y coliformes totales. Los distintos procesos que se llevan a cabo en las plantas de tratamiento como la captación, tratamiento, desinfección y distribución cumplen su objetivo, dando como resultado agua potable con características aceptadas dentro de la Normativa vigente.

Entre las principales limitantes o problemas identificados en las plantas de tratamiento radica en la calidad de agua de captación, el sistema de almacenamiento no presenta condiciones higiénicas básicas lo que a lo largo puede provocar pérdida de la calidad de recurso que consume la comunidad, además, los medios de distribución obsoletos como tuberías en mal estado o de materiales corrosivos y el uso de tanqueros que no cumplen con características básicas de higiene para cumplir con esta función.

11. Recomendaciones

En mi apreciación del caso de estudio las plantas de tratamiento de agua potable estudiadas dieron como resultado un óptimo proceso de potabilización sin embargo en todas las oficinas de dichas empresas de agua potable hay múltiples denuncias y notificaciones debido a la calidad de agua que llega a los hogares de cada persona, dándonos como respuesta que el problema de la calidad del agua de mala calidad que solemos recibir no es por un proceso de potabilización deficiente por parte de las plantas sino más bien por un sistema de distribución en mal estado, daños en los sistemas a causa de fenómenos naturales, así como también falta de limpieza en los sistemas de almacenamiento de las ciudades y de los usuarios.

Por ende recomiendo que se siga dando cumplimiento de los procesos de potabilización; además se recomienda mantenerse en constantes procesos de actualización de conocimientos de acuerdo a las normativas de calidad emitidas por las autoridades competentes; y como tercera y como ultima recomendación es dar solución a los problemas de abasto del líquido vital y así reducir los almacenamientos precarios de los ciudadanos con un abasto constante, además de en casos extremos de no poder solucionar el abasto dar capacitaciones en conjunto con MSP sobre agua apta para consumo humano, así como la importancia de la cloración y los porcentajes necesarios para la correcta desinfección.

12. Bibliografía

Arset, K. (12 de agosto de 2019). Documental "La siguiente Guerra sera por el Agua". (DC, Entrevistador)

Censo, I. N. (2019). Gestión de Agua Potable y Alcantarillado. Recuperado el 7 de enero de 2019 . Gestión de Agua Potable y Alcantarillado. Recuperado el 7 de enero de 2019 . Portoviejo: INEC.

Denverwater. (2023). Informe de calidad del agua de 2023. NEW YORK: denverwater.org.

DIRECCIÓN DE RECURSOS NATURALES GRUPO CALIDAD HÍDRICA. (2022). BOLETIN DEL ÍNDICE DE CALIDAD DEL AGUA – ICA 2021. BOGOTA: Corporación Autónoma Regional de Cundinamarca – CAR.

Divaagen. (2021). Método del Número Más Probable (NMP). MEXICO: Divaagen.

Endara, A. d., Heinert, M. E., & Solórzano, H. X. (2020). Contaminación del agua y aire por agentes químicos. GUAYAQUIL: Saberes del Conocimiento.

Guardado, A. (2023). EXPLORANDO LA POTABILIZACIÓN DEL AGUA: DESDE SU DEFINICIÓN HASTA LA FILTRACIÓN CON ARENA. SEVILLA, ESPAÑA: LAMA.

HANNA®. (2022). La guía para el análisis de la calidad de agua en el medio ambiente. SALINAS: HANNA® ACUACULTURA.

Isabel Mumagui, F. S. (2020). NORMA TECNICA ECUATORIANA - NTE-INEN-1108 Sexta revisión, 2020-04. QUITO: DIRECCION TÉCNICA DE NORMALIZACION.

JAIME, P. (15 de 03 de 2023). (P. JAIME, Entrevistador)

M.L. Chong, O. M. (2021). Guías para la calidad del agua de consumo humano CUARTA EDICIÓN QUE INCORPORA LA PRIMERA ADENDA. Ginebra: © Organización Mundial de la Salud.

Marina Gil. (2019). Foro America latina y el Caribe sobre desarroyo sostenible 2019. El agua en América Latina y el Caribe en el contexto de la Agenda 2030 (pág. 1:15). CEPAL: CEPAL.

Mercedes, S. A. (2020). Evaluacion de calidad Fisicoquimica y biologica del agua potable de la ciudadela San Miguel, del canton Montalvo Provincia de los Rios. Guayaquil: Universidad Agraria del ecuador.

Núñez, L. T. (2015). Texto Unificado de Legislación Ambiental Secundario (TULSMA). Quito: Ministerio del Ambiente.

OMS, O. M. (21 de Marzo de 2022). Organizacion Mundail de la Salud. Obtenido de https://www.who.int/es/news-room/fact-sheets/detail/drinking-water#:~:text=El%20agua%20contaminada%20y%20el,fiebre%20tifoidea%20y%20la%20poliomielitis.

ONU. (17 de 07 de 2022). Naciones Unidas. Obtenido de https://www.un.org/es/global-issues/water

PRIMICIAS, Chávez Marisol . (02 de 01 de 2024). 30% de habitantes en Ecuador sin acceso al agua potable. Obtenido de PRIMICIAS: https://www.primicias.ec/noticias/sociedad/ecuador-7-cada-10-personas-no-tienen-agua-potable/

UNESCO. (2021). Informe Mundial sobre el Desarrollo de los Recursos Hídricos. (U. D. NAVARRA, Editor) Obtenido de https://www.unesco.org/reports/wwdr/2021/es#:~:text=El%20agua%20es%20un%20recurso%20%C3%BAnico&text=El%20agua%20es%20nuestro%20recurso,seno%20de%20las%20sociedades%20humanas.

willer, a. (2 de enero de 2012). http://med.unnehttp://med.unne. Recuperado el 25 de agosto de 2016, de http://med.unne: http://med.unne.edu.ar/revista/revista195/4_195.pdf

Zanella, D. A. (16 de abril de 2014). orpha.net. Recuperado el 11 de julio de 2016, de orpha.net: http://www.orpha.net/consor/cgi-bin/OC_Exp.php?Lng=ES&Expert=288

13. Anexos

13.1. Informe de Antiplagio

INFORME DE ANÁLISIS
magiaw

TESIS-JAIME PLAZA

10%
Textos sospechosos

9% Similitudes
< 1% similitudes entre comillas
0% entre las fuentes mencionadas
2% Idiomas no reconocidos (ignorado)
0% Textos potencialmente generados por la IA

Nombre del documento: TESIS-JAIME PLAZA.docx
ID del documento: 71bd3a4a65cc8db6e23ab776d49e057eb1c174c2
Tamaño del documento original: 1,02 MB

Depositante: Mayra Zapata
Fecha de depósito: 28/6/2024
Tipo de carga: Interface
fecha de fin de análisis: 28/6/2024

Número de palabras: 11.479
Número de caracteres: 74.419

Ubicación de las similitudes en el documento:

Fuentes de similitudes

Fuentes principales detectadas

N°	Descripciones	Similitudes	Ubicaciones	Datos adicionales
1	www.fro.utn.edu.ar https://www.fro.utn.edu.ar/repositorio/catedras/civil/ing_sanitaria/ingeniteria_sanitaria_A1_Capitulo... 8 fuentes similares	11%		Palabras idénticas: 11% (1278 palabras)
2	1library.co - | Características del Agua Potable - Análisis Teórico de la calidad del ag... https://1library.co/article/caracteristicas-agua-potable-analisis-teorico-calidad-agua-potable.zw9krdy 8 fuentes similares	10%		Palabras idénticas: 10% (1157 palabras)
3	www.regulacionagua.gob.ec https://www.regulacionagua.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2018/11/NORMATIVA-PARA-FIC... 80 fuentes similares	6%		Palabras idénticas: 6% (631 palabras)
4	www.regulacionagua.gob.ec https://www.regulacionagua.gob.ec/wp-content/uploads/2022/08/Resolución-No.-ARCA-DE-019-20... 47 fuentes similares	4%		Palabras idénticas: 4% (448 palabras)
5	1library.co - | NTE INEN 1108 Sexta revisión https://1library.co/document/y39gevv-nte-inen-sexta-revision.html 8 fuentes similares	3%		Palabras idénticas: 3% (330 palabras)

Fuentes con similitudes fortuitas

N°	Descripciones	Similitudes	Ubicaciones	Datos adicionales
1	dspace.utb.edu.ec http://dspace.utb.edu.ec/bitstream/handle/49000/9721/6-UTB-FAFI-INGCOM-000108.pdf?sequence...	< 1%		Palabras idénticas: < 1% (35 palabras)
2	Documento de otro usuario #8cc6ef El documento proviene de otro grupo	< 1%		Palabras idénticas: < 1% (26 palabras)
3	www.doi.org https://www.doi.org/10.3846/RDP.86.2017.18861	< 1%		Palabras idénticas: < 1% (35 palabras)
4	Documento de otro usuario #31d2e6 El documento proviene de otro grupo	< 1%		Palabras idénticas: < 1% (22 palabras)
5	Documento de otro usuario #e9be81 El documento proviene de otro grupo	< 1%		Palabras idénticas: < 1% (39 palabras)

Fuentes mencionadas (sin similitudes detectadas) Estas fuentes han sido citadas en el documento sin encontrar similitudes.

1 https://www.un.org/en/global-issues/water
2 http://med.unne.http://med.unne
3 http://med.unne
4 http://med.unne.edu.ar/revista/revista/195/4_195.pdf
5 http://www.orpha.net/consor/cgi-bin/OC_Exp.php?Lng=ES&Expert=288

13.2. Anexo 1.-

13.3. Referencias normativas

13.4. Constitución de la República

Artículo 12 de la Constitución de la República	Establece que el acceso al agua es un derecho humano, fundamental e irrenunciable, el agua constituye patrimonio nacional estratégico de uso público, inalienable, imprescriptible, inembargable y esencial para la vida
El Artículo 66 de la Constitución de la República ibídem	En su numeral 2 reconoce y garantiza a las personas el derecho a una vida digna que asegure entre otros, agua potable y saneamiento ambiental; así mismo en su numeral 25 reconoce y garantiza a las personas el derecho a acceder a bienes y servicios públicos y privados de calidad, con eficiencia, eficacia y buen trato, así como a recibir información adecuada y veraz sobre su contenido y características
Por el Artículo 313 de la Constitución de la República ibídem	El Estado se reserva el derecho de administrar, regular, controlar y gestionar los sectores estratégicos de conformidad con los principios de sostenibilidad ambiental, precaución, prevención y eficiencia; que el agua es parte de los sectores estratégicos que son de decisión y control exclusivo del Estado
El Artículo 314 de la Constitución de la República ibídem	Consagra que el Estado es responsable entre otros aspectos de la provisión de los servicios públicos de agua potable y saneamiento; garantizando que los servicios públicos y su provisión respondan a los principios de obligatoriedad, generalidad, uniformidad, eficiencia, responsabilidad, universalidad, accesibilidad, regularidad, continuidad y calidad
El Artículo 318 de la Constitución de la República ibídem	Define al agua como un patrimonio nacional estratégico de uso público, dominio inalienable e imprescriptible del Estado, y establece que constituye un elemento vital para la naturaleza y para la existencia de los seres humanos; al tiempo que prohíbe toda forma de privatización del agua
Ley Orgánica de Recursos Hídricos, Usos y Aprovechamiento del Agua LORHUyA	

El Artículo 21 de la Ley Orgánica de Recursos Hídricos, Usos y Aprovechamiento del Agua (LORHUyA, en adelante) publicada en el Segundo Registro Oficial Suplemento No. 305 de 6 de agosto de 2014.	Establece que la Agencia de Regulación y Control del Agua (ARCA), es un organismo de derecho público, de carácter técnico-administrativo, adscrito a la Autoridad Única del Agua, con personalidad jurídica, autonomía administrativa y financiera, con patrimonio propio y jurisdicción nacional. La Agencia de Regulación y Control del Agua, ejercerá la regulación y control de la gestión integral e integrada de los recursos hídricos, de la cantidad y calidad de agua en sus fuentes y zonas de recarga, calidad de los servicios públicos relacionados al sector agua y en todos los usos, aprovechamientos y destinos del agua. La gestión de regulación y control de la Agencia serán evaluados periódicamente por la Autoridad Única del Agua
El numeral d) del Artículo 35 de la LORHUyA ibídem	Establece en el marco de los principios de la gestión de los recursos hídricos, que la prestación del servicio de agua potable deberá regirse por los principios de obligatoriedad, generalidad, uniformidad, eficiencia, responsabilidad, universalidad, accesibilidad, regularidad, continuidad y calidad
Reglamento de aplicación a la LORHUyA	
Acuerdo Ministerial 2017-0031 publicado en el Registro Oficial No. 88 de 27 de septiembre de 2017	
El Artículo 1 del Acuerdo Ministerial 2017-0031 publicado en el Registro Oficial No. 88 de 27 de septiembre de 2017	Ratifica que la gestión comunitaria del agua la cumplen las juntas administradoras de agua potable y saneamiento; juntas generales de usuarios de sistemas de riego públicos, juntas o directorios de riego y drenaje; comunas, comunidades, pueblos y nacionalidades y sus organizaciones; y toda otra forma de organización comunitaria de conformidad con la Ley y la Constitución
El Artículo 6	Establece que, las comunas, comunidades, pueblos y nacionalidades, el pueblo afro ecuatoriano y el pueblo montubio y sus organizaciones que prestan servicios de agua potable y saneamiento, y riego y drenaje, en su gestión deberán aplicar criterios de sustentabilidad, sostenibilidad y garantía de derechos, y observarán las normas y regulaciones que para la prestación de estos servicios emitan la Secretaría del Agua o la ARCA, en función de sus características sociales y culturales

13.5. Ley del agua

El agua en la nueva constitución en la nueva constitución del ecuador:

"actualmente el recurso agua está garantizado en la nueva constitución como un derecho de uso de todos y fundamentalmente para la vida de los derechos humanos; se le ha otorgado un valor económico, un valor cultural y un valor social"

Sobre los derechos de la naturaleza existen varios artículos que proponen un modelo de desarrollo del país en armonía con la naturaleza y el ambiente estos artículos son:

Art.14.-	se le reconoce el derecho de la población a vivir en un ambiente sano y ecológicamente equilibrado, que garantice la sostenibilidad y el buen vivir. Se declara de interés público la preservación del ambiente, la conservación de los ecosistemas, La biodiversidad y la integridad del patrimonio genético del país, la prevención del daño ambiental y la recuperación de los espacios naturales degradados.
Art. 17.-	la naturaleza o pacha mama, donde se produce y realiza la vida, tiene derecho a que se respete íntegramente su existencia y el mantenimiento y regeneración de sus ciclos vitales, estructuras, funciones y procesos evolutivos.
Art. 276.-	en su numeral 4 manifiesta: recuperar y conservar la naturaleza y mantener un ambiente sano y sustentable que garantice a las personas y colectividades el acceso equitativo, permanente y de calidad al agua, aire y suelo**.**

13.6. Anexo fotográfico

ANALITICA AVANZADA - ASESORIA Y LABORATORIOS
ANAVANLAB CIA. LTDA.

ANAVANLAB
SERVICIO DE ACREDITACIÓN ECUATORIANO
Acreditación N° SAE LEN 13-006
LABORATORIO DE ENSAYOS

Matriz: La Primavera I, Leonardo da Vinci S6-236 y Alberto Durero, Cumbaya.
Contactos: 3550852 / 5143303 / servicioalcliente@aaalab.com.ec

Sucursal: Avenida 9 de Octubre y Miguel Gamboa esquina, El Coca

Orden No. 47770-47771
Muestra AAALab No. 47770
Página 1 de 1

INFORME DE RESULTADOS No. 47770

1.- DATOS GENERALES

CLIENTE:	EMPRESA PUBLICA MUNICIPAL DE AGUA POTABLE Y ALCANTARILLADO DE JAMA	TELEFONO:	0988082020
DIRECCION:	JAMA / AV. PRESIDENTE FABIAN ALARCON S/N Y PACIFICO CENTENO	ATENCION A:	ING. DAVID MOLINA

2.-INFORMACION DE LA MUESTRA	INTEGRIDAD DE LA MUESTRA:	CUMPLE	LUGAR DE TOMA DE MUESTRA:	CISTERNA
TIPO DE MUESTRA:	AGUA CONSUMO		FECHA DE TOMA DE MUESTRA:	15/03/2023
IDENTIFICACION DE LA MUESTRA:	CISTERNA EPMAPJ WGS84 17M 0584089;9975799		RESPONSABLE DE TOMA DE MUESTRA:	ANAVANLAB CIA.LTDA
FECHA DE RECEPCION MUESTRA:	15/03/2023		PERIODO DE REALIZACION DE ANALISIS:	15/03/2023 al 27/03/2023

NORMA: NTE INEN 1108:2020 AGUA PARA CONSUMO HUMANO. REQUISITOS Y ANEXOS

3.-RESULTADOS

AA	PARAMETRO	METODO ANALITICO	UNIDADES	RESULTADO	VALORES NORMA	CUMPLIMIENTO*	+/- % U**
1	Arsénico	AAA-PE-A023/ SM 3114 C. 3112 B. EPA 3015	mg/L	< 0,0005	0,01	CUMPLE	25,9%
1	Coliformes Fecales NMP	AAA-PE-A101/ SM 9223 B	NMP/100mL	AUSENCIA	AUSENCIA	CUMPLE	NA
1	Color Aparente	AAA-PE-A007/ SM 2120 C	U. Pt-Co	< 1	15	CUMPLE	18,3%
1	Fluoruros	AAA-PE-A017/ SM 4500-F D	mg/L	0,60	1,5	CUMPLE	3,8%
1	Nitratos	AAA-PE-A024/ SM 4500-NO3 E.	mg/L	< 1,0	50,0	CUMPLE	18,3%
1	Nitritos	AAA-PE-A025/ SM 4500-NO2 E	mg/L	< 0,01	3	CUMPLE	16,6%
1	Turbidez	AAA-PE-A038/ SM 2130 B	NTU	0,180	5	CUMPLE	6,9%
1	pH in situ	AAA-PI-A002/ SM 4500-H+ B	Unidades pH	7,5	6,5 - 8,0	CUMPLE	1,0%
1	Cloro libre residual in situ	AAA-PE-A005/ SM 4500 Cl G.	mg/L	1,04	0,3 a 1,5	CUMPLE	16,0%

AA (Acreditaciones):		NOTAS
1:Ensayos dentro del alcance de acreditación del SAE realizados en Matriz Quito.	2: Ensayos subcontratados acreditados. Ver observaciones.	*Interpretaciones fuera del alcance de acreditación SAE.
3: Ensayos dentro del alcance de acreditación del SAE realizados en Sucursal Coca.	4: Ensayos subcontratados no acreditados. Ver observaciones.	**INCERTIDUMBRE (U%): Los valores se han estimado con k=2, nivel de confianza 95,45%.
(*)Los ensayos marcados con (*) no están incluidos en el Alcance de Acreditación SAE.	ANAVANLAB asume la responsabilidad por los análisis subcontratados.	Procedimiento de Toma de muestra utilizado por ANAVANLAB: AAA-PI-A003 / AAA-PI-S001

El presente informe solo afecta a la muestra analizada. Si el cliente suministró la muestra, su información y sus resultados aplican a la muestra como se recibió.
Los datos suministrados por el cliente se detallan en el apartado de Datos Generales, y en el de identificación de la muestra cuando aplique.
Nota de descargo: El laboratorio no se hace responsable de la información proporcionada por el cliente.

REGLA DE DECISIÓN PARA EVALUAR CONFORMIDAD: Si el resultado de la medida más/menos la incertidumbre expandida con una probabilidad de cobertura del 95% incluye el límite, se declara el cumplimiento o no cumplimiento del resultado de acuerdo al valor obtenido. En el caso de que el cliente solicite una interpretación de la incertidumbre, se indica en el apartado de observaciones analíticas.

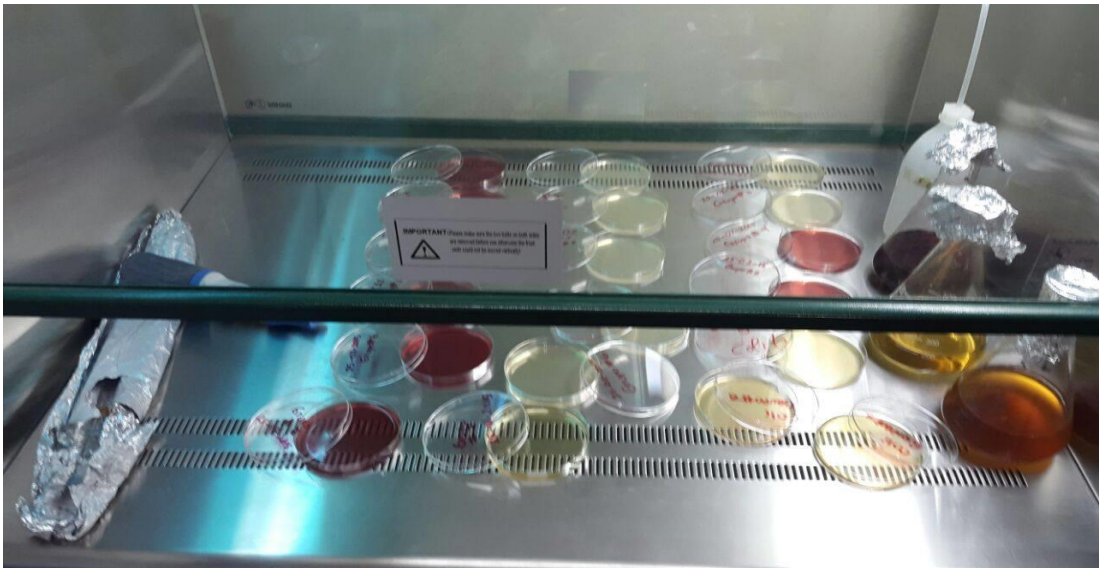
Este informe es de propiedad del cliente y se considera de carácter privado y confidencial.

4.-OBSERVACIONES

INFORME REVISADO Y AUTORIZADO POR:
Lcda. Alejandra Hidalgo
Gerente Técnica
ANAVANLAB CIA. LTDA.

Quito, 28/03/2023

ANA ALEJANDRA HIDALGO ALVAREZ

Se prohibe su reproducción total o parcial sin autorización de ANAVANLAB CIA LTDA.

Fotografías