



UNIVERSIDAD AGRARIA DEL ECUADOR
FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS
DR. JACOBO BUCARAM ORTIZ
CARRERA DE INGENIERIA AMBIENTAL

**EVALUACIÓN DE LA CALIDAD DE AGUA DE USO
DOMÉSTICO EN LA PARROQUIA BABA PROVINCIA DE
LOS RÍOS**

PROYECTO DE INVESTIGACIÓN Y DESARROLLO

Trabajo de titulación presentado como requisito para la obtención del título de
INGENIERO AMBIENTAL

AUTOR
FRANCO SUÁREZ JEAN CARLOS

TUTOR
BLGO. JAIME SANTOS PINARGOTE, M.Sc

GUAYAQUIL – ECUADOR

2023



UNIVERSIDAD AGRARIA DEL ECUADOR
FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS
DR. JACOBO BUCARAM ORTIZ
CARRERA DE INGENIERIA AMBIENTAL

APROBACIÓN DEL TUTOR

Yo, **Blgo. Jaime Santos Pinargote**, docente de la Universidad Agraria del Ecuador, en mi calidad de Tutor, certifico que el presente trabajo de titulación: **“Evaluación de la calidad de agua de uso doméstico en la parroquia Baba Provincia de Los Ríos”**, realizado por el estudiante Franco Suárez Jean Carlos; con cédula de identidad N°0931068688 de la carrera Ingeniería Ambiental, Unidad Académica Guayaquil, ha sido orientado y revisado durante su ejecución; y cumple con los requisitos técnicos exigidos por la Universidad Agraria del Ecuador; por lo tanto se aprueba la presentación del mismo.

Atentamente,

BLGO.JAIME SANTOS PINARGOTE

Guayaquil, 23 de noviembre del 2022



UNIVERSIDAD AGRARIA DEL ECUADOR
FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS
DR. JACOBO BUCARAM ORTIZ
CARRERA DE INGENIERIA AMBIENTAL

APROBACIÓN DEL TRIBUNAL DE SUSTENTACIÓN

Los abajo firmantes, docentes designados por el H. Consejo Directivo como miembros del Tribunal de Sustentación, aprobamos la defensa del trabajo de titulación: “Evaluación de la calidad de agua de uso doméstico en la parroquia Baba Provincia de Los Ríos”, realizado por el estudiante Franco Suárez Jean Carlos, el mismo que cumple con los requisitos exigidos por la Universidad Agraria del Ecuador.

Atentamente,

Ing. Jorge Coronel Quevedo
PRESIDENTE

Ing. Cristian Lara Basantes
EXAMINADOR PRINCIPAL

PhD. José Hernández Rosas
EXAMINADOR PRINCIPAL

BLGO. JAIME SANTOS PINARGOTE.
EXAMINADOR SUPLENTE

Guayaquil, 29 de diciembre del 2022

Dedicatoria

El presente trabajo está dedicado a mi padre. Carlos Franco Jácome; por su apoyo incondicional ya que desde sus limitados recursos me ha impulsado e inculcado el valor de los estudios y al deporte para mi desarrollo profesional y personal, brindándome amor y dedicación a través de sus acciones frente a todas las vicisitudes que se han presentado ; a los amigos que han sido y siguen siendo mi apoyo quienes me han dado soporte en momentos difíciles y su grata compañía en los momentos más venideros, a la señorita Villamar Rugel Andreina por ser una buena compañera constante con su paciencia y entrega hacia mí. A la familia Yugcha Zambrano por acogerme en su seno como uno de los suyos brindándome consejos y nuevas metas, tomando de manera especial a Jenny Yugcha Zambrano por confiar y creer en mí. No podría haber concluir mis estudios ni ser la persona que soy en este momento sin todos ustedes; gracias por cuidar de mí y por hacerme parte de su vida.

Agradecimiento

Este trabajo se realizó gracias al apoyo de la Abg. Sonia Palacios Velásquez, alcaldesa de Baba a quien agradezco por la disposición del personal que ella dirige, el cual proporciono la colaboración necesaria para que este estudio a favor de la comunidad que ella dirige se lleve a cabo. A los estimados docentes de la facultad de Ciencias Agrarias y la entrega en su trabajo para mi desarrollo como estudiante de Ingeniería Ambiental; en especial a mi tutor de tesis Blgo. Jaime Santos Pinargote, que me preparó y capacitó en la metodología para el análisis de calidad de agua; gracias por su paciencia y su apoyo.

¡Dios los bendiga a todos!

Autorización de Autoría Intelectual

Yo **FRANCO SUÁREZ JEAN CARLOS**, en calidad de autor del proyecto realizado, sobre **“EVALUACIÓN DE LA CALIDAD DE AGUA DE USO DOMÉSTICO EN LA PARROQUIA BABA PROVINCIA DE LOS RÍOS”** para optar el título de **INGENIERIA AMBIENTAL**, por la presente autorizo a la **UNIVERSIDAD AGRARIA DEL ECUADOR**, hacer uso de todos los contenidos que me pertenecen o parte de los que contienen esta obra, con fines estrictamente académicos o de investigación.

Los derechos que como autor me correspondan, con excepción de la presente autorización, seguirán vigentes a mi favor, de conformidad con lo establecido en los artículos 5, 6, 8; 19 y demás pertinentes de la Ley de Propiedad Intelectual y su Reglamento.

Guayaquil, febrero 02 de 2023

FRANCO SUÁREZ JEAN CARLOS

C.I. 0931068688

Índice general

Portada.....	1
APROBACIÓN DEL TUTOR.....	2
APROBACIÓN DEL TRIBUNAL DE SUSTENTACIÓN.....	3
Dedicatoria	4
Agradecimiento.....	5
Autorización de Autoría Intelectual.....	6
Índice general.....	7
Índice de figuras.....	12
Índice de tablas.....	14
1. Introducción.....	18
1.1 Antecedentes del problema	18
1.2 Planteamiento y formulación del problema.....	22
1.1.1 Planteamiento del problema	22
1.1.2 Formulación del problema.....	23
1.3 Justificación de la investigación.....	23
1.4 Delimitación de la investigación.....	24
1.5 Objetivo general	24
1.6 Objetivos específicos.....	24
1.7 Hipótesis.....	25
2. Marco teórico	26

2.1 Estado del arte	26
2.2 Bases teóricas	30
2.2.1 Fuentes de agua subterránea	30
2.2.2 Tipos de pozos.....	31
2.2.3 Contaminación del agua	31
2.2.4 Unidad de turbidez nefelométrica	32
2.2.5 Unidades formadoras de colonias.....	32
2.2.6 Contaminación por Coliformes.....	32
2.2.7 Sulfatos y sulfuros.....	33
2.2.8 Dureza	34
2.3 Marco legal	34
2.3.1 Constitución de la República del Ecuador (2008)	34
2.3.2 Objetivos de Desarrollo Sostenible en Ecuador	36
2.3.3 Código Orgánico de Organización Territorial, Autonomía y Descentralización (2015).....	36
2.3.4 Ley Orgánica de Salud (2006)	37
2.3.5 Acuerdo Ministerial 061 (2015)	37
2.3.6 Acuerdo Ministerial 097 (2015)	39
2.3.7 Norma Técnica Ecuatoriana INEN 1108-Sexta revisión (2020-04) ..	39
3. Materiales y métodos	40
3.1 Enfoque de la investigación.....	40
3.1.1 Tipo de investigación	40

3.1.2	Diseño de investigación	40
3.2	Metodología.....	41
3.2.1	Variables	41
3.2.1.1	Variable independiente	41
3.2.1.2	Variable dependiente	41
3.2.2	Recolección de datos.....	41
3.2.2.1	Recursos.....	41
3.2.2.2	Métodos y técnicas	42
3.2.3	Análisis estadístico.....	45
3.2.3.1	Tamaño de la muestra	45
3.2.3.2	Determinación de Índice de calidad de agua global (ICA)	46
4.	Resultados	48
4.1	Modelo de encuesta sobre la percepción de la calidad y estado del servicio del agua potable en la parroquia Baba.	48
4.2	Parámetros físicos, químicos y microbiológicos mediante la normativa actual (Anexo 1 del AM-97 – INEN 1108 sexta revisión 2020-04 Parámetros de Agua potable)	50
4.2.1	Conductividad eléctrica	51
4.2.2	pH	51
4.2.3	Sólidos totales disueltos.....	52
4.2.4	Turbidez	52
4.2.5	Dureza (CaCO ₃).....	53

	10
4.2.6 Nitratos.....	54
4.2.7 Sulfatos	54
4.2.8 Nitritos.....	55
4.2.9 Análisis microbiológico de las muestras.....	55
4.2.10 Color Pt – Co	56
4.2.11 Análisis de correlación estadístico de parámetros fisicoquímicos y microbiológicos a través del ICA en función a la Distancia de punto fuente.	56
4.3 Planteamiento de acciones que contribuyan a la mejora de la calidad del agua de la parroquia Baba de acuerdo a la normativa ambiental vigente para este recurso (Anexo 1 del AM-097-A; Norma técnica ecuatoriana INEN 1108-2020).	
.....	59
5. Discusión.....	60
6. Conclusiones.....	63
7. Recomendaciones.....	64
8. Bibliografía	65
grafía.....	80
9. Anexos	80
Anexo A. Acciones respectivas a la calidad de agua	102
1. Adecuaciones de tratamiento	102
2. Instauración de un programa de funcionamiento de filtros	102
3. Sistema continuo de control de calidad	103
4. Acciones respecto al control de calidad.....	103

5. Sistema dis-continuo de control de calidad	104
6. Seguimiento de calidad de aguas potables suministradas para el consumo público	104
7. Proceso de mejora e idoneidad de instalaciones.....	105
7.1 Uso de carbón activo	105
7.2 Dosificación de hipoclorito en sistema continuo	105
7.3 Control de caudales.....	105
7.4 Mejora y renovación de la red hídrica.....	106

Índice de figuras

Figura 1. Correlación distancia índice de calidad de agua global - ICA	57
Figura 2. Relación criterio de contaminación establecido con necesidad de tratamiento requerido.	58
Figura 3. Diagrama del planteamiento de acciones que contribuyen a la respectiva mejora de la calidad del agua potable en un sistema de distribución local.	59
Figura 4. Zona de toma de muestras con eje en el pozo fuente en la comunidad.	93
Figura 5. Mapa de ubicación de la comunidad Baba, Los Ríos – Ecuador.	93
Figura 6. Zona de toma de muestras con eje en el pozo fuente en la comunidad.	94
Figura 7. Encuesta sobre la calidad del agua, Baba - Los Ríos.....	94
Figura 8. Encuesta a adulto mayor en el parque central de la localidad, Baba - Los Ríos.	95
Figura 9. Encuestas sobre fuentes de consumo de agua de la localidad, Baba - Los Ríos.	95
Figura 10. Toma de muestras en tanque elevado Baba - Los Ríos.	96
Figura 11. Recolección de muestras en estación de buses Isla de Bejucal. Baba - Los Ríos.	96
Figura 12. Determinación de pH, In situ. Baba - Los Ríos.	97
Figura 13. Recolección de muestras en zona periférica a nuevo centro de diálisis Baba - Los Ríos.....	97
Figura 14. Determinación de ec. Baba - Los Ríos.....	98

Figura 15. Preparación de agar para determinación de UFC en laboratorio de microbiología. Universidad Agraria del Ecuador sede Gye.	98
Figura 16. Siembra de colonias en laboratorio de microbiología. Universidad Agraria del Ecuador sede Gye.	99
Figura 17. Presencia de UFC. Universidad Agraria del Ecuador sede Gye.	99
Figura 18. Determinación de dureza, Gye – Ecuador.	100
Figura 19. Conteo y análisis de UFC en laboratorio de microbiología. Universidad Agraria del Ecuador sede Gye.	100
Figura 20. Determinación de sulfatos. Gye – Ecuador.	101

Índice de tablas

Tabla 1. Resultados obtenidos para aproximarse a la percepción sobre las condiciones de calidad y estados del servicio del agua potable en la parroquia Baba	48
Tabla 2. Límites permisibles de parámetros en agua potable	50
Tabla 3. Frecuencia en parámetros para análisis de Conductividad eléctrica .	51
Tabla 4. Frecuencia en parámetros para análisis de pH.....	52
Tabla 5. Frecuencia en parámetros para análisis de Sólidos totales disueltos (TDS).....	52
Tabla 6. Frecuencia en parámetros para análisis de Turbidez	53
Tabla 7. Frecuencia de dureza en rangos para análisis de dureza.....	53
Tabla 8. Frecuencia en parámetros para análisis de Nitratos	54
Tabla 9. Frecuencia en parámetros para análisis de Sulfatos	54
Tabla 10. Frecuencia en parámetros para análisis de Nitritos	55
Tabla 11. Frecuencia en parámetros para análisis de Unidad formadora de colonias	55
Tabla 12. Frecuencia en parámetros para análisis de Color	56
Tabla 13. Valores de los análisis de laboratorio (ec, pH, TDS, turbidez, Dureza)	80
Tabla 14. Valores de los análisis de laboratorio (Nitratos, sulfatos, nitritos, UFC, color)	83
Tabla 15. Determinación del ICA (Índice de calidad de agua)	87
Tabla 16. Modelo de encuesta.....	92

Resumen

La contaminación del recurso agua es un problema que influye de manera negativa en las fuentes naturales de los territorios donde existen asentamientos humanos. El presente trabajo de tesis analiza la calidad de agua del sistema de distribución en la parroquia Baba, ubicada en la provincia de Los Ríos; en 90 puntos del área urbana y con la colaboración de la comunidad. Se realizó el levantamiento de muestras para el establecimiento de métodos y técnicas físico-químicas, así como microbiológicas al agua de consumo mediante el estudio de los parámetros de conductividad, pH, TDS, turbidez, dureza (CaCO_3), nitritos, nitratos, UFC y color (Pt – Co) de acuerdo a los límites máximos establecidos en la normativa en curso (Anexo 1 del AM-097-A, NTE INEN 1108-2020). En base al desarrollo de este estudio se pudo concluir que un 58% del agua distribuida a través de la red local se encuentra poco contaminada, es decir requiere ligera purificación. Por otra parte, un 30% se cataloga como ligeramente contaminada, mientras que solo un 12% se encuentra en un estado aceptable para el consumo humano ya que superan los valores determinados. Se puede establecer que este recurso se encuentra caracterizado como no apto para el consumo humano.

Palabras clave: Parámetros, agua potable, normativa, ICA, contaminación, límites permisibles.

Abstract

The water contamination of the resource is a problem that has a negative influence on the natural sources of the territories where there are human settlements. This thesis work analyzes the water quality of the distribution system of the Baba parish, located in the province of Los Ríos; in 90 points of the urban area and with the collaboration of the community. Sampling was carried out to establish methods and physical-chemical techniques, as well as microbiological techniques for drinking water by studying the parameters of conductivity, pH, TDS, turbidity, hardness (CaCO_3), nitrites, nitrates, CFU and color (Pt – Co) according to the maximum limits established in the current regulations (Annex 1 of AM-097-A, NTE INEN 1108-2020). Based on the development of this study, it was possible to conclude that 58% of the Water distributed through the local network is weakly contaminated, that is, it requires slight purification. On the other hand, 30% is classified as slightly contaminated, while only 12% is in an acceptable state for human consumption since they exceed the determined values. It can be established that this resource is characterized as not suitable for human consumption.

Keywords: Parameters, drinking water, regulations, ICA, contamination, permissible limits.



**UNIVERSIDAD AGRARIA DEL ECUADOR
FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS
DR. JACOBO BUCARAM ORTIZ
CARRERA DE INGENIERÍA AMBIENTAL**

APROBACIÓN DEL ABSTRACT

Yo, **MSc. CAMACHO RIVADENEIRA LUIS DANIEL**, docente de la Universidad Agraria del Ecuador, en mi calidad de ENGLISH TEACHER, CERTIFICO que he procedido a la REVISIÓN DEL ABSTRACT del presente trabajo de titulación: **“Evaluación de la calidad de agua de uso doméstico en la parroquia Baba provincia de Los Ríos”**, realizado por el estudiante **FRANCO SUÁREZ JEAN CARLOS** ; con cédula de identidad 093106868-8 de la carrera de **INGENIERÍA AMBIENTAL**, Unidad Académica Guayaquil, el mismo que cumple con los requisitos técnicos exigidos por la Universidad Agraria del Ecuador; por lo tanto, se aprueba la presentación del mismo.

Atentamente,

MSc. Camacho Rivadeneira Luis Daniel
lcamacho@uagraria.edu.ec

Guayaquil, 01 de febrero de 2023

1. Introducción

1.1 Antecedentes del problema

Se estima que para el año 2025, 2000 millones de personas estarán asentadas en regiones o zonas con escasez de agua total en donde este recurso estará debajo de los 500 metros cúbicos que necesita una persona para llevar a cabo actividades cotidianas y una vida plena; en la actualidad hay millones de personas que deben caminar distancias considerables para conseguir agua en condiciones muchas veces no aptas para el consumo humano, en este ámbito se calcula que aproximadamente 1400 infantes mueren en el mundo día tras día a causa de enfermedades estrechamente relacionadas con saneamiento, higiene y agua potable como son las enfermedades diarreicas. El 98% de las pérdidas humanas se dan en países en vías de desarrollo (Aquaefundation, 2022).

El cambio climático se expresa a nivel mundial por medio de desastres relacionados al recurso agua, ya que 9 de cada 10 desastres naturales guardan relación con este recurso. Los riesgos y consecuencias de contaminación se desencadenan como efecto domino a través de los sistemas de alimentación, ambiental y urbano, tenemos como ejemplo la actual pandemia COVID-19 en donde los servicios de saneamiento de agua e higiene son esenciales para mantener a raya este brote infeccioso (Banco Mundial, 2021).

La Organización de las Naciones Unidas para la Cultura, las Ciencias y la Educación (2020), tiene como objetivo ayudar a la comunidad mundial, determinando que elementos como el cambio climático están influyendo en la calidad y cantidad de agua disponible a nivel mundial, para así satisfacer las necesidades básicas humanas y nos señala que en el mundo hay actualmente 2.200 millones de personas privadas de acceso al agua potable y 4200 millones más carecen de sistemas de potabilización seguros.

En todo el mundo las aguas subterráneas dan abasto a un 50% de la población mientras que para riego se representan en un 43%, 2500 millones de personas dependen de las fuentes de agua subterránea para su uso potable sin embargo se estima que su disponibilidad enfrenta gran peligro debido a la sobreexplotación lo que traen estos acuíferos teniendo además problemas como la intrusión de agua salina y depresión del suelo (Fondo de Comunicación y Educación Ambiental [FCEA], 2017).

A nivel mundial la calidad del agua tiene gran fluctuación por factores naturales y antropogénicos. En el agua potable se establecen normas para proveer un suministro seguro y saludable para proteger la salud de las personas; sin embargo el deterioro de la calidad de agua a nivel mundial, se ha transformado en motivo de preocupación; con el crecimiento de la población humana, la incesable expansión de las industrias y la actividad agrícola; el principal problema con la calidad de agua lo genera la eutrofización, resultado del aumento de nutrientes que afectan sustancialmente a las mayores fuentes de agua (Organización Mundial de la Salud [OMS], 2014).

En América latina y el Caribe aproximadamente siete de cada diez personas no tienen acceso a los servicios de saneamiento ni limpieza básica, desde hace muchos años esto se ha considerado un elemento vital en la lucha contra la pobreza y protección de la salud. Aun así, cerca de 166 millones de personas en la región no pueden acceder a agua potable según los criterios de los objetivos internacionales de desarrollo sostenible (La Republica, 2021).

El agua en Suramérica se encuentra en un momento de gran interés geopolítico, es decir es fuertemente disputada ya que además de su uso para consumo humano es vital para el desarrollo de actividades de producción de gran importancia como

los sectores de minería, madereras, sector petrolífero, ganadería, agricultura y generación de energía debido a la presión sobre este recurso el panorama mundial evidencia discordias ideológicas por su uso .Se estima que para 2050 más de mil millones de personas vivirán en ciudades sin el recurso hídrico necesario para un desarrollo íntegro de las actividades cotidianas (Gutierrez, 2019).

Apenas dos tercios de Latinoamérica cuentan con agua potable, y 16 de sus ciudades más grandes están bajo alguna caracterización de estrés hídrico siendo grave en muchos casos; se establece que 200 millones de personas reciben un servicio discontinuo de este recurso mientras que en el tratamiento de aguas residuales solo un 18% estarían recibiendo un adecuado tratamiento (Martínez, 2019).

Latinoamérica es especialmente susceptible a cambios climaticos ya que tiene diferentes eventos lluviosos intensos como los fenomenos de La niña y El niño ocasionados por variaciones en el oceano Pacifico; esto provoca como resultado fuertes episodios de precipitaciones en algunos países y en otro fuertes temporadas de sequia . En el tratamiento de agua residuales se denota un pobre desarrollo esto es el origen de una problemática inmensa ya que tiene como consecuencia la contaminación de las aguas receptoras en una región que contiene un alto índice de biodiversidad a nivel mundial y en donde un 75% de todos los asentamientos son urbanos (AFD - République Francaise, 2018).

En la región Andina de Suramérica, la escasez de agua causada por el cambio climático, las constantes sequias y el aumento poblacional ocasionan conflictos entre regiones cercanas por el uso y control del agua. El programa ambiental de naciones unidas señala que la región contiene el 65% del agua dulce de todo el

globo, aunque la oferta y demanda de cada país genera situaciones de conflicto social debido a los monopolios que controlan este recurso (Andina, 2016).

En Ecuador, la falta de agua potable ha sido hasta hoy una gran necesidad en la población, provocando trastornos en la salud, el desarrollo y el bienestar, generando un continuo descontento en la sociedad y un reto continuo para los gobiernos nacional y seccionales futuros (Cedeño y Cango, 2015).

En La República del Ecuador las condiciones urbanas son superiores a las rurales en el aspecto sanitario, generando así una diferencia en el nivel de salud. Es por ello que, proveer de agua potable a las viviendas se ha convertido en uno de los grandes métodos para evitar la migración de los poblados rurales a las grandes masas urbanas, el problema es que existe escasez de fuentes superficiales, además representa un alto costo el tratamiento de este recurso. Según el INEC (2020), el 26.6% de la población del país no tiene acceso a una fuente de agua segura.

Así pues, se dispone del plan nacional del buen Vivir, República del Ecuador Consejo Nacional de Planificación (2017-2021), que determina en sus políticas, más precisamente en el objetivo 6 el fomentar acceso a servicios de agua segura y de calidad especialmente a zonas rurales así como el tratamiento integral en cuanto a los recursos hídricos ratificando así su importancia en el desarrollo colectivo de nuestra nación.

Alárcon (2018), informa que en Ecuador se tiene un gasto promedio de 249 litros de agua al día por habitante, esta cifra supera por mucho a los 100 litros recomendados por la OMS necesarios para cubrir las necesidades de higiene y consumo. Esto refleja una sobreexplotación intensa de los recursos hídricos

acompañado de la gran contaminación que se da en toda la región a las aguas de recepción lo que pone en peligro el uso sostenible de este recurso.

Según el Gobierno autónomo descentralizado municipal de Baba en su Plan de desarrollo y ordenamiento territorial (2014), de acuerdo al censo 2010 de Población y Vivienda, indica que el 71.17% de su población cuenta con acceso al agua obtenido por pozo, el 22.93% mediante red pública y el 5.9% restante directamente del río, vertiente, acequia o canal, para su consumo. Mientras que los datos obtenidos por su encuesta social, económica y ambiental indican que solo el 9.91% cuenta agua potable, 4.59% se suministran de agua entubada con tratamiento, 51.68% disponen de agua entubada sin tratamiento y el 33.83% lo hacen de otras formas, definiendo la situación del sistema de abastecimiento de agua del cantón como defectuoso, lo cual incide directamente en la presencia de enfermedades en la población.

1.2 Planteamiento y formulación del problema

1.1.1 Planteamiento del problema

La provincia de Los Ríos es parte del sistema fluvial de Sudamérica, cuya vertiente se inclina hacia el Pacífico; cuenta con inmejorables atributos para llevar a cabo múltiples sistemas de producción, sin embargo el aprovechamiento de sus recursos hídricos es ineficiente esto se debe principalmente a que las fuentes de agua subterráneas no han sido aprovechadas de manera óptima ya que carece de canales de riego y pozos para el suministro de agua en épocas de sequía y las fuentes superficiales no constituyen un efectivo sistema de reserva (Gobierno Autónomo Provincial Descentralizado de Los Ríos [GAD Los Ríos], 2017).

El cantón Baba se encuentra abastecido de agua a través de un pozo profundo en donde se obtiene agua subterránea, el cuál provee este recurso a razón de un

caudal de 25 l/s, del cual se ha tratado de abastecer las crecientes necesidades de la población; la planta de tratamiento no cumple con las especificaciones INEN lo cual produce contaminación de este recurso y por consiguiente múltiples afectaciones lo que no asegura agua potable de calidad para la población de la parroquia Baba, para concluir la distribución de agua es poco eficiente ya que llega a los límites del sector con un caudal débil debido además a un diseño obsoleto en la red de distribución con materiales de calidad deplorable (Ministerio de Educación del Ecuador [MINEDUC], 2020).

1.1.2 Formulación del problema

¿Cuál es la calidad del agua distribuida como agua potable a los habitantes de la parroquia Baba?

1.3 Justificación de la investigación

El Ministerio de Salud Pública del Ecuador (2019), indica que el agua es una sustancia esencial para la vida y tiene muchos usos como consumo, lavado, alimentación y agricultura, por lo cual el suministro debe ser suficiente, seguro y de fácil acceso. El agua consumida por los seres humanos proporciona beneficios para la salud, como mantener la temperatura corporal, transportar nutrientes a las células y eliminar los productos de desecho del cuerpo.

El agua contaminada o de mala calidad es un medio transmisor de diversas enfermedades ya que pueden contener microorganismos patógenos o sustancias perjudiciales que al ser ingeridas pueden causar perjuicios al organismo.

La presencia de estos organismos mencionados anteriormente en el agua de uso potable, está directamente conectada con la probabilidad de que la población contraiga enfermedades, por lo cual la presente investigación se enfocará en evaluar el estado actual del agua potable en la parroquia Baba - Los Ríos, esto

ayudará a comprender las acciones que se deberán tomar, para así brindar a la comunidad agua de óptima calidad y mejorar sus condiciones de vida.

1.4 Delimitación de la investigación

Espacio: La parroquia Baba se encuentra localizado en la provincia de Los Ríos, el cual se encuentra ubicado en las coordenadas Geográficas : Latitud 1°47'03"S Longitud 79°40'36"O (Ver figura 3).

Tiempo: Este trabajo se llevará a cabo en un periodo de 4 meses

Población: Este proyecto tiene influencia a la población total de la parroquia es decir 3.893 habitantes (Instituto Nacional de Estadísticas y Censo [INEC], 2010).

1.5 Objetivo general

Evaluar la calidad de agua de uso doméstico en la parroquia Baba provincia de Los Ríos, a partir de la determinación de parámetros físico-químicos y microbiológicos, para el planteamiento de acciones que contribuyan para la mejora de la calidad en este recurso.

1.6 Objetivos específicos

- Examinar a través de un modelo de encuesta la percepción de la calidad y estado del servicio del agua potable en la parroquia Baba.
- Determinar el estado de cumplimiento en 10 parámetros físico-químicos y microbiológicos obtenidos de la normativa vigente, del agua que se distribuye en la red local de la parroquia Baba-Los Ríos mediante técnicas fotométricas y análisis de laboratorio.
- Plantear acciones que contribuyan para la mejora de la calidad del agua de la parroquia Baba de acuerdo a las normativas ambientales vigentes para este recurso. (Anexo 1 del AM-097-A; Norma técnica ecuatoriana INEN 1108-2020).

1.7 Hipótesis

El recurso hídrico distribuido a las diferentes familias de la parroquia Baba se encuentra contaminado a lo largo de su red de distribución e incumple con las normas establecidas en el Anexo 1 del Acuerdo Ministerial097; Norma técnica ecuatoriana INEN 1108-2020.

2. Marco teórico

2.1 Estado del arte

Tal como indicaron Tangfu Xiao, et al. (2017), en su estudio, en el cual se llevó a cabo la determinación de la calidad del agua de un pozo tubular y los riesgos para la salud asociados. Las concentraciones de arsénico ($\mu\text{g/l}$) se encontraron entre 12 y 448,5 muy superior al límite recomendado por la OMS ($10 \mu\text{g/l}$), lo cual refleja el riesgo potencial para la salud de la población local .

En la meseta china de Loess la mala calidad del agua del río se relacionó principalmente con el alto contenido de sodio (alcalinidad) y la salinidad . Las muestras develaron el estado de mala calidad del agua de pozo con valores altos de As, Cr y B los cuales se distribuyen hacia el noroeste y en la subcuenca del río Fenhe. El nivel de contaminación por elementos traza en los ríos caracterizan estos cuerpos de agua en nivel de contaminación medio. (Wang, Deng, Zhangdong y Xiao, 2019).

Kehinde, Modreck y Saheed (2019), determinaron la calidad de los pozos poco profundos excavados a mano, en el centro-norte de Nigeria. Los resultados indican que el pH de las muestras de agua es ácido a alcalino, oscilando entre 6,7 - 7,6 en la estación seca y 6,6 - 7,2 en la estación húmeda. Los valores de pH se encuentran dentro de los límites permisibles para la calidad del agua potable de Nigeria. Los estándares de calidad de los parámetros químicos analizados en las muestras de agua se encuentran dentro de los límites permisibles.

En Cisjordania las fuentes de agua subterránea, son vulnerables debido a la a la naturaleza kárstica de sus acuíferos. Se evaluaron la calidad de las aguas subterráneas utilizadas para el consumo humano con resultados que demostraron una alta concentración de iones y parámetros que afectan la calidad del agua, como

Cl^- , Na^+ , NH_4^+ , TDS y NO_3^- , estas aguas apenas se encuentran dentro de los límites recomendados para agua potable. (Mahmoud, Zayed y Petrusevski, 2022).

El presente estudio tuvo como objetivo evaluar la calidad del agua de una comunidad indígena y rural para la contaminación por protozoos parásitos transmitidos por el agua. Se detectaron quistes en el 27 % (3/11) de las muestras de la estación húmeda solo, mientras que *Acanthamoeba* sp. se detectaron en el 18 % (2/11) y el 55 % (6/11) de las muestras de la estación húmeda y seca, respectivamente (Masangkay, et al. 2022).

El trabajo elaborado por Goenaga y Martínez (2017), establece que en Sabanalarga-Colombia se analizó la calidad del agua destinada a consumo humano procedente de fuentes de agua. Los resultados nos informaron que la calidad del agua se ve negativamente influenciada por coliformes fecales y totales, así como por oxígeno disuelto y alcalinidad según lo establecido en la resolución de calidad de agua 2115 de Colombia en el año 2007.

Díaz y Sarmiento (2018), realizaron un estudio ubicado en Amapala, puerto de la isla El Tigre- Honduras en el cual se determinó que un 57.8% de las muestras incumplían el valor límite permisible en cloruro (250 mg/L) de acuerdo a las normas estatales, además de un total de 18 pozos estudiados solo 5 se encontraban categorizadas como fuentes de calidad aceptable para el consumo humano y desarrollo de actividades domésticas.

De acuerdo a lo indicado por Rodríguez, Asmundis, Ayala y Arzú (2018) en San Cosme – Argentina , se llevó a cabo un estudio comparativo entre la calidad de agua de pozo y agua superficial , ambas destinadas al consumo humano en diferentes épocas del año .En las aguas subterráneas se expresó un grado alto de contaminación microbiológica en la época de primavera mientras que en las aguas

superficiales la presencia de coliformes fue totalmente aleatoria independiente del periodo estacional del año .

En el municipio de Buchivacoa - Venezuela se realizó el análisis de calidad fisicoquímica y microbiológica de 32 pozos subterráneos, en donde se estableció que el recurso agua de los pozos profundos analizados son calidad apta para el consumo humano en cuento a los criterios microbiológicos sin embargo deben acondicionarse al cumplimiento de los parámetros de dureza, coliformes totales y hierro (Chirino, Camperos y Céspedes, 2018).

Guarderas y Chafloque (2020), realizaron el análisis en la calidad del agua de consumo humano en pozos de Santiago de Chuco – Perú. En donde se obtuvo como resultado que los parámetros de TDS (sólidos totales disueltos), conductividad y dureza (CaCO_3) incumplen parámetros de calidad establecidos en la normativa local. También se analizaron datos de coliformes, nitratos, magnesio, calcio, pH, turbiedad y potasio; los cuales se encuentran dentro de los rangos permisibles, concluyendo en que el agua se encuentra en un nivel de calidad normal.

Delgado (2014) llevó a cabo la realización de un análisis de calidad de agua de pozo en la comunidad “Bajos La Palma” del cantón Montecristi. Los estudios de caracterización química, física y biológica demuestran que los mantos acuíferos subterráneos en Montecristi son de mala calidad y que por sus características su uso es limitado es decir no deben usarse para beber o cocinar.

Mite, Ochoa, Osorio, Suatunce y Arévalo (2016) en su trabajo sobre la evaluación de calidad del agua de consumo doméstico, realizado en Quevedo-Ecuador, evaluaron parámetros físicos, químicos y microbiológicos en 9 puntos de bombeo, tanto en época lluviosa como en época seca. Los resultados que

obtuvieron se compararon con las normativas vigentes en el (Anexo 1 del AM-097-A, NTE INEN 1108) bajo la designación de calidad de aguas dirigidas al consumo humano y uso doméstico, estos indicaron que el agua era de consumo dudoso.

Inga y Vanegas (2017), en su trabajo de calidad de agua en el cantón Azogues en los sectores de Leg Tabacay y oriente alto en la parroquia Bayas, estudiaron los parámetros de cloro, sulfatos, nitritos, nitratos conductividad, dureza, pH y color en base a la Norma INEN 1108- 2014 y Norma INEN 1108-2006, NMX2000, el estudio concluyó con diferencias no significativas entre ambos sectores de estudio con la caracterización de calidad apta para el consumo humano.

En la parroquia la Rule, Balzar – Ecuador se recolectaron muestras de 4 pozos, de los cuales se obtiene agua para consumo humano, actividades domésticas y agrícolas, en donde se llevaron a cabo análisis físico – químico y microbiológicos. En donde se determinó que la calidad de agua de 2 de los cuatros pozos no era aceptable presentando ligera contaminación (Alcívar, Mariscal, Sorroza, Villacres y García, 2017).

Baldeón (2018), examinó la calidad de agua destinada para consumo humano mediante el establecimiento de puntos de muestreo en la parroquia San Andrés – Chimborazo, a través de parámetros establecidos en la Norma INEN1108 y acuerdo ministerial 097-A, en el cual se cumplieron todos los parámetros exigidos determinando que el agua de la zona de estudio es apta para el consumo humano.

En la parroquia Alejo Lascano, Manabí-Ecuador se realizó un muestreo en pozos de agua para consumo humano en donde se estableció que en base a la normativa NTE INEN 1108:2014 el nivel de coliformes totales de 19.566 NMP (Número más probable) se encuentra por encima de los límites permisibles, en el cual se

recomendó el uso de hipoclorito de sodio con la finalidad de remediar este parámetro (Segura, 2019).

Tomalá (2021), evaluó la calidad de agua de pozos en el cantón Colonche en la provincia de Santa Elena con la finalidad de establecer un aprovechamiento agrícola, mediante parámetros como conductividad eléctrica y pH estableciendo los puntos de muestreo mediante el uso de la herramienta Qgis; para llevar a cabo este estudio se hizo uso de un pH-metro en donde el promedio de pH en pozos oscilo entre 6,50 - 8.28 y un conductimetro que arrojó valores de conductividad aceptables, catalogando el uso de estas fuentes hídricas como aptas para cultivos.

2.2 Bases teóricas

2.2.1 Fuentes de agua subterránea

Las fuentes de agua subterránea están debajo de la superficie de la tierra e incluyen manantiales y pozos. Cuando la lluvia cae al suelo, parte del agua fluye a lo largo de la tierra a arroyos o lagos, donde cierta parte se filtra en el suelo. A medida que el agua se filtra en el suelo, entra en una zona conocida como la zona insaturada o zona de vadosa. El agua se mueve a través de la zona insaturada hacia la zona saturada, donde las aberturas interconectadas entre las partículas de roca se llenan de agua. La calidad del agua subterránea suele ser constante a lo largo del tiempo; sin embargo, los cambios en las condiciones hidrogeológicas pueden conducir a diferencias en la calidad del agua en una distancia relativamente corta. La química del agua subterránea está influenciada por la composición del acuífero y por los procesos químicos y biológicos que ocurren cuando el agua se infiltra a través del acuífero (Askenaizera, 2003).

2.2.2 Tipos de pozos

- **Los pozos excavados/ perforados** son agujeros en el suelo excavados con pala o retroexcavadora. Están forrados (revestidos) con piedras, ladrillos, baldosas u otro material para evitar el colapso. Los pozos excavados tienen un gran diámetro, son poco profundos (aproximadamente de 10 a 30 pies de profundidad) y no están en caja continuamente,
- **Los pozos accionados** se construyen impulsando la tubería hacia el suelo. Los pozos accionados están en caja continuamente y poco profundos (aproximadamente de 30 a 50 pies de profundidad). Aunque los pozos accionados están rebanados, pueden contaminarse fácilmente porque extraen agua de los acuíferos cerca de la superficie. Estos pozos extraen agua de acuíferos cercanos a la superficie,
- **Los pozos perforados** se construyen mediante percusión o máquinas de perforación rotativa. Los pozos perforados pueden tener miles de pies de profundidad y requieren la instalación de una carcasa. Los pozos perforados tienen un menor riesgo de contaminación debido a su profundidad y al uso de carcasa continua (United States Environmental Agency , 2021).

2.2.3 Contaminación del agua

La calidad del agua se puede clasificar en cuatro tipos: agua potable, agua apetecible, agua contaminada (contaminada) y agua infectada. Las definiciones científicas más comunes de estos tipos de calidad del agua son las siguientes:

Agua potable: Es seguro para beber, agradable al gusto y utilizable para fines domésticos,

Agua apetecible: Es estéticamente agradable; considera la presencia de productos químicos que no suponen una amenaza para la salud humana,

Contaminado (agua contaminada): Es aquella agua que contiene sustancias físicas, químicas, biológicas o radiológicas no deseadas y no es apta para beber ni para uso doméstico,

Agua infectada: Está contaminada con organismos patógenos (Omer, 2019).

2.2.4 Unidad de turbidez nefelométrica

La unidad nefelométrica de turbidez (NTU), es una unidad utilizada para medir la turbidez de un fluido, sólo líquidos y no aplicable a gases o atmósfera.

El instrumento usado para su medida es el nefelómetro o turbidímetro, que mide la intensidad de la luz dispersada a 90 grados cuando un rayo de luz pasa a través de una muestra de agua (Tecnoconverting, 2021).

2.2.5 Unidades formadoras de colonias

Las unidades formadoras de colonias, o UFC, son una unidad de medida utilizada para determinar el número de células bacterianas en un suplemento probiótico o muestra de laboratorio. Los altos recuentos de UFC a veces se ven como un indicador de calidad, pero es una parte de un suplemento de alta calidad. También se debe tener en cuenta la combinación de cepas bacterianas, el mecanismo de administración y los estudios clínicos (Kleinfeld, 2020).

2.2.6 Contaminación por Coliformes

La existencia de bacterias en el tracto intestinal indica contaminación de origen microbiano es sinónimo de una ineficiente calidad de agua.

Dentro de los microorganismos coliformes podemos encontrar:

Coliformes totales: comprenden el total del grupo de bacteriano coliforme. No necesariamente todos estos microorganismos son de origen fecal,

Coliformes fecales: su mayor especie es el *Escherichia Coli* (E. Coli). El género *Escherichia* es el único indicador de contaminación fecal,

Cuando se obtiene una muestra de agua, no se permite ninguna unidad formadora de colonia en 100 mL de muestra. Si se detecta, no sería apta para el consumo, y habría que dejarla de beberla inmediatamente para luego llevar a cabo un tratamiento para eliminar coliformes (Ordessa, 2019).

2.2.7 Sulfatos y sulfuros

Los sulfatos son parte de los minerales naturales que se encuentran para influir en la composición química de las aguas subterráneas en Indiana. No son un peligro para la salud, sino más bien un problema estético que muchas familias encuentran molesto. El sulfuro de hidrógeno es un gas natural que también puede crear problemas de calidad del agua. Estos minerales y gases a menudo emiten un olor a huevo podrido y un sabor amargo.

Los niveles elevados de sulfato pueden tener un efecto laxante que puede llevar al cuerpo a la falta de líquidos. Este es principalmente el caso de los bebés y no de los adultos. Aquellos con dietas bajas en sodio pueden estar exponiéndose a más sodio del previsto cuando usan agua para cocinar o beber. Los sulfatos son más conocidos por su sabor amargo debido a la acumulación de incrustaciones en las tuberías. El gas sulfuro de hidrógeno generalmente no se considera un riesgo para la salud, pero causa olores a podrido, mal sabor y corrosión en los utensilios y tuberías de metal. El olor y el mal sabor también pueden ser signos de contaminación de aguas residuales, por lo que los propietarios de pozos también deben considerar las pruebas de contaminación bacteriana (Indiana Department of Health, 2022).

2.2.8 Dureza

La dureza es causada por compuestos de calcio y magnesio, y por una variedad de otros metales. Las pautas generales para la clasificación de las aguas por su nivel de dureza son: 0 a 60 mg/l aguas blandas; 61 a 120 mg/l como aguas moderadamente duras; 121 a 180 mg/l aguas duras; y más de 180 mg/l como aguas muy duras,

Los sistemas de agua que utilizan agua subterránea como fuente se ocupan de la dureza del agua, ya que a medida que el agua se mueve a través del suelo y la roca, disuelve pequeñas cantidades de minerales naturales y los transporta al suministro de agua subterránea. El agua es un gran disolvente para el calcio y el magnesio, por lo que, si los minerales están presentes en el suelo alrededor de un pozo de suministro de agua, se puede entregar agua dura a los hogares (United States Geological Survey [USGS], 2018)

2.3 Marco legal

2.3.1 Constitución de la República del Ecuador (2008)

Título II

Derechos

Capítulo II

Del buen vivir

Sección I

Agua y Alimentación

Art. 12.- 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 (p.13).

Sección II

Ambiente Sano

Art. 14.- Se reconoce el derecho de la población a vivir en un ambiente sano y ecológicamente equilibrado, que garantice la sostenibilidad y el buen vivir, *sumak kawsay*. 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 (p.14).

Capítulo VI

Derechos de libertad

Art. 66.- Se reconoce y garantizará a las personas: El derecho a una vida digna, que asegure la salud, alimentación y nutrición, agua potable, vivienda, saneamiento ambiental, educación, trabajo, empleo, descanso y ocio, cultura física, vestido, seguridad social y otros servicios sociales necesarios (p.32).

Título V

Organización Territorial Del Estado

Capítulo IV

Régimen de competencias

Art. 264.- Los gobiernos municipales tendrán las siguientes competencias exclusivas sin perjuicio de otras que determine la ley: Prestar los servicios 47 públicos de agua potable, alcantarillado, depuración de aguas residuales, manejo de desechos sólidos, actividades de saneamiento ambiental y aquellos que establezca la ley (p.130).

Título VI

Régimen de desarrollo

Capítulo IV

Soberanía alimentaria

Sección Octava

Sistema financiero

Art. 318.- El agua es patrimonio nacional estratégico de uso público, dominio inalienable e imprescriptible del Estado, y constituye un elemento vital para la naturaleza y para la existencia de los seres humanos. Se prohíbe toda forma de privatización del agua. La gestión del agua será exclusivamente pública o comunitaria. El servicio público de saneamiento, el abastecimiento de agua potable y el riego serán prestados únicamente por personas jurídicas estatales o comunitarias. El Estado fortalecerá la gestión y funcionamiento de las iniciativas comunitarias en torno a la gestión del agua y la prestación de los servicios públicos, mediante el incentivo de alianzas entre lo público y comunitario para la prestación de servicios. El Estado, a través de la autoridad única del agua, será el responsable directo de la planificación y gestión de los recursos hídricos que se destinarán a consumo humano, riego que garantice la soberanía alimentaria, caudal ecológico y actividades productivas, en este orden de prelación. Se requerirá autorización del Estado para el aprovechamiento del agua con fines productivos por parte de los sectores público, privado y de la economía popular y solidaria, de acuerdo con la ley (p.160).

Título VII

Régimen Del Buen Vivir

Capítulo II

Biodiversidad y recursos naturales

Sección sexta

Agua

Art. 411.- El Estado garantizará la conservación, recuperación y manejo integral de los recursos hídricos, cuencas hidrográficas y caudales ecológicos asociados al ciclo hidrológico. Se regulará toda actividad que pueda afectar la calidad y cantidad de agua, y el equilibrio de los ecosistemas, en especial en las fuentes y zonas de recarga de agua. La sustentabilidad de los ecosistemas y el consumo humano serán prioritarios en el uso y aprovechamiento del agua (p.193).

2.3.2 Objetivos de Desarrollo Sostenible en Ecuador

Organización de naciones unidas

Objetivo 6- agua limpia y saneamiento

6.1 De aquí a 2030, lograr el acceso universal y equitativo al agua potable a un precio asequible para todos

6.2 De aquí a 2030, lograr el acceso a servicios de saneamiento e higiene adecuados y equitativos para todos y poner fin a la defecación al aire libre, prestando especial atención a las necesidades de las mujeres y las niñas y las personas en situaciones de vulnerabilidad

6.3 De aquí a 2030, mejorar la calidad del agua reduciendo la contaminación, eliminando el vertimiento y minimizando la emisión de productos químicos y materiales peligrosos, reduciendo a la mitad el porcentaje de aguas residuales sin tratar y aumentando considerablemente el reciclado y la reutilización sin riesgos a nivel mundial

6.4 De aquí a 2030, aumentar considerablemente el uso eficiente de los recursos hídricos en todos los sectores y asegurar la sostenibilidad de la extracción y el abastecimiento de agua dulce para hacer frente a la escasez de agua y reducir considerablemente el número de personas que sufren falta de agua

6.5 De aquí a 2030, implementar la gestión integrada de los recursos hídricos a todos los niveles, incluso mediante la cooperación transfronteriza, según proceda

6.6 De aquí a 2020, proteger y restablecer los ecosistemas relacionados con el agua, incluidos los bosques, las montañas, los humedales, los ríos, los acuíferos y los lagos

6.a De aquí a 2030, ampliar la cooperación internacional y el apoyo prestado a los países en desarrollo para la creación de capacidad en actividades y programas relativos al agua y el saneamiento, como los de captación de agua, desalinización, uso eficiente de los recursos hídricos, tratamiento de aguas residuales, reciclado y tecnologías de reutilización

6.b Apoyar y fortalecer la participación de las comunidades locales en la mejora de la gestión del agua y el saneamiento.

2.3.3 Código Orgánico de Organización Territorial, Autonomía y

Descentralización (2015)

TÍTULO VII

Modalidades de Gestión, Planificación, Coordinación y Participación

Capítulo II

La planificación del Desarrollo y del Ordenamiento Territorial

Art. 296.- El ordenamiento territorial comprende un conjunto de políticas democráticas y participativas que permiten su apropiado desarrollo territorial. La formulación e implementación de los planes deberá propender al mejoramiento de la calidad de vida de los habitantes y fundamentarse en los principios de la

función social y ambiental de la tierra, la prevalencia del interés general sobre el particular y la distribución equitativa de las cargas y los beneficios (p.127).

Art.299.- Establece la coordinación entre los gobiernos autónomos descentralizados para la formulación de las directrices que orienten la formulación de los planes de desarrollo; y, planes de ordenamiento territorial, a su vez, los artículos 300 y 301, del mismo cuerpo legal regulan la participación en la formulación, seguimiento y evaluación de sus planes; y, la convocatoria a sesiones de los consejos de planificación (p.128).

2.3.4 Ley Orgánica de Salud (2006)

Libro II

Salud y seguridad ambiental

Título único

Capítulo I

Del agua para consumo humano

Art. 96.- Declárase de prioridad nacional y de utilidad pública, el agua para consumo humano. Es obligación del Estado, por medio de las municipalidades, proveer a la población de agua potable de calidad, apta para el consumo humano. Toda persona natural o jurídica tiene la obligación de proteger los acuíferos, las fuentes y cuencas hidrográficas que sirvan para el abastecimiento de agua para consumo humano. Se prohíbe realizar actividades de cualquier tipo, que pongan en riesgo de contaminación las fuentes de captación de agua. La autoridad sanitaria nacional, en coordinación con otros organismos competentes, tomarán medidas para prevenir, controlar, mitigar, remediar y sancionar la contaminación de las fuentes de agua para consumo humano. A fin de garantizar la calidad e inocuidad, todo abastecimiento de agua para consumo humano, queda sujeto a la vigilancia de la autoridad sanitaria nacional, a quien corresponde establecer las normas y reglamentos que permitan asegurar la protección de la salud humana (p.25).

2.3.5 Acuerdo Ministerial 061 (2015)

Capítulo VIII

Calidad de los componentes bióticos y abióticos

Sección I

Disposiciones generales.

Art. 196.- De las autorizaciones de emisiones, descargas y vertidos. Los Sujetos de Control deberán cumplir con el presente Libro y sus normas técnicas. Así mismo, deberán obtener las autorizaciones administrativas ambientales correspondientes por parte de la Autoridad Ambiental Competente.

En ningún caso la Autoridad Ambiental Competente otorgará autorizaciones administrativas ambientales cuando las emisiones, descargas y vertidos sobrepasen los límites permisibles o los criterios de calidad correspondientes establecidos en este Libro, en las normas técnicas o en los anexos de aplicación. En caso de que la actividad supere los límites permisibles se someterá al procedimiento sancionatorio establecido en este Libro.

No se autorizarán descargas ya sean aguas servidas o industriales, sobre cuerpos hídricos, cuyo caudal mínimo anual, no pueda soportar la descarga; es decir, sobrepase la capacidad de carga del cuerpo hídrico. La determinación de

la capacidad de carga del cuerpo hídrico será establecida por la Autoridad Única del Agua en coordinación con la Autoridad Ambiental Nacional (Acuerdo Ministerial No 061, 2015) (p.45).

Sección III

Calidad de componentes Abióticos

Parágrafo I

Del agua

Art. 209.- De la calidad del agua. - Son las características físicas, químicas y biológicas que establecen la composición del agua y la hacen apta para satisfacer la salud, el bienestar de la población y el equilibrio ecológico. La evaluación y control de la calidad de agua, se la realizará con procedimientos analíticos, muestreos y monitoreos de descargas, vertidos y cuerpos receptores, En cualquier caso, la Autoridad Ambiental Competente, podrá disponer al Sujeto de Control responsable de las descargas y vertidos, que realice muestreos de sus descargas, así como del cuerpo de agua receptor. Toda actividad antrópica deberá realizar las acciones preventivas necesarias para no alterar y asegurar la calidad y cantidad de agua de las cuencas hídricas, la alteración de la composición físico- química y biológica de fuentes de agua por efecto de descargas y vertidos líquidos o disposición de desechos en general u otras acciones negativas sobre sus componentes, conllevará las sanciones que correspondan a cada caso (p.47).

Art. 210.- Prohibición. - De conformidad con la normativa legal vigente:

- a) Se prohíbe la utilización de agua de cualquier fuente, incluida las subterráneas, con el propósito de diluir los efluentes líquidos no tratados;
- b) Se prohíbe la descarga y vertido que sobrepase los límites permisibles o criterios de calidad correspondientes establecidos en este Libro, en las normas técnicas o anexos de aplicación;
- c) Se prohíbe la descarga y vertidos de aguas servidas o industriales, en quebradas secas o nacimientos de cuerpos hídricos u ojos de agua; y,
- d) Se prohíbe la descarga y vertidos de aguas servidas o industriales, sobre cuerpos hídricos, cuyo caudal mínimo anual no esté en capacidad de soportar la descarga; es decir que, sobrepase la capacidad de carga del cuerpo hídrico.

La Autoridad Ambiental Nacional, en coordinación con las autoridades del Agua y agencias de regulación competentes, son quienes establecerán los criterios bajo los cuales se definirá la capacidad de carga de los cuerpos hídricos mencionados (p.47).

Art. 211.- Tratamiento de aguas residuales urbanas y rurales. - La Autoridad Ambiental Competente en coordinación con la Agencia de Regulación y Control del Agua, verificará el cumplimiento de las normas técnicas en las descargas provenientes de los sistemas de tratamiento implementados por los Gobiernos Autónomos Descentralizados. Las actividades productivas, se sujetarán a lo dispuesto en el presente Libro y a la normativa técnica que para el efecto emita la Autoridad Ambiental Nacional. La gestión y el mantenimiento de sistemas de tratamiento de agua deberán ser monitoreados y evaluados por medio de los mecanismos de control y seguimiento establecidos en este Libro (p.47).

Capítulo IX

Producción Limpia, Consumo Sustentable Y Buenas Prácticas Ambientales.

Art. 232.- Consumo Sustentable. - Es el uso de productos y servicios que responden a necesidades básicas y que conllevan a una mejor calidad de vida,

además minimizan el uso de recursos naturales, materiales tóxicos, emisiones de desechos y contaminantes durante todo su ciclo de vida y que no comprometen las necesidades de las futuras generaciones (p.49).

Art. 233.- Producción limpia. - Significa la aplicación continua de estrategias y prácticas ambientales preventivas, reparadoras e integradas en los procesos, productos y servicios, con el fin de reducir los riesgos para las personas, precautelar los derechos de la naturaleza y el derecho a un ambiente sano y ecológicamente equilibrado (p.49).

2.3.6 Acuerdo Ministerial 097 (2015)

Anexo 1. Del libro VI del texto unificado de legislación secundaria del ministerio del ambiente: Norma de calidad ambiental y de descarga de efluentes al recurso agua

La presente norma técnica ambiental revisada y actualizada es dictada bajo el amparo de la Ley de Gestión Ambiental y del Reglamento a la Ley de Gestión Ambiental para la Prevención y Control de la Contaminación Ambiental y se somete a las disposiciones de éstos, es de aplicación obligatoria y rige en todo el territorio nacional.

a) La presente norma técnica determina o establece:

Los principios básicos y enfoque general para el control de la contaminación del agua;

b) Las definiciones de términos importantes y competencias de los diferentes actores establecidas en la ley;

c) Los criterios de calidad de las aguas para sus distintos usos; los límites permisibles, disposiciones y prohibiciones para las descargas en cuerpos de aguas o sistemas de alcantarillado;

d) Permisos de descarga;

e) los parámetros de monitoreo de las descargas a cuerpos de agua y sistemas de alcantarillado de actividades industriales o productivas, de servicios públicas o privadas;

f) Métodos y procedimientos para determinar parámetros físicos, químicos y biológicos con potencial riesgo de contaminación del agua (p.1).

2.3.7 Norma Técnica Ecuatoriana INEN 1108-Sexta revisión (2020-04)

Agua para consumo humano. Requisitos

Esta norma establece los requisitos del agua para consumo humano y aplica al agua proveniente de sistemas de abastecimiento, suministrada a través de sistemas de distribución. De esta norma se excluyen las aguas minerales naturales, las aguas purificadas envasadas y aguas purificadas de uso farmacéutico (p.2).

3. Materiales y métodos

3.1 Enfoque de la investigación

3.1.1 Tipo de investigación

El diseño de la presente investigación corresponde a un enfoque aplicado.

Debido a que se direcciona a la resolución de un planteamiento muy específico y busca consolidar el conocimiento obtenido para aplicar una respuesta en base a el Anexo 1 del AM-097 y las normas INEN 1108/2020.

3.1.2 Diseño de investigación

Para la realización de esta tesis se ejecutaron encuestas a los habitantes de manera aleatoria, para luego evaluar parámetros fisicoquímicos (Color, turbiedad-NTU, sólidos totales disueltos TDS, conductividad - S/m, pH, dureza - mg/l, sulfatos - mg/l, nitritos, nitratos) y microbiológico (UFC) a través de los medios adecuados, los cuales se cotejaron con el Anexo 1 del AM-097 y la Norma NTE INEN 1108-6ta edición 2020 y se desarrollaron de manera absoluta en base al método simplificado de análisis de datos ICA (Índice de calidad de agua mundial) para la determinación de la calidad de agua potable.

El presente trabajo describió el estado del agua en la localidad tomando como base el estudio de la correlación entre la calidad – distancia del agua que se distribuye desde el pozo principal (punto 0 u origen) por medio de la red de distribución municipal hasta los límites parroquiales. Finalmente, el presente trabajo busca establecer una serie de medidas que contribuyan a mantener o mejorar el estado del servicio según corresponda.

3.2 Metodología

3.2.1 Variables

Se tomaron en cuenta los análisis realizados a 10 parámetros físicos, químicos y microbiológicos de la localidad de Baba en base al Anexo 1 del AM-097 y la Norma NTE INEN 1108-6ta edición 2020 así como el uso de la caracterización ICA para la determinación de la calidad de agua potable.

3.2.1.1 Variable independiente

- Distancia de toma de muestras de agua con respecto al punto 0 fuente.

3.2.1.2 Variable dependiente

- Análisis físico - químico (Color, turbiedad, sólidos totales disueltos, conductividad, pH, dureza, sulfatos, nitritos, nitratos).
- Análisis bacteriológico (UFC- UNIDADES FORMADORAS DE COLONIA)

3.2.2 Recolección de datos

3.2.2.1 Recursos

Materiales

- Hielera Cooler térmica (20 L)
- Marcador
- Libreta
- 20 recipientes de plástico (1 L)
- 45 vasos de precipitación
- Matraz
- 89 placas de Petri
- Agar 1 Kg
- 5 botellas de agua destilada (1 L)
- Tiras reactivas

- Empaque
- Reactivos de sulfato(Empaque)
- Matraz de Erlenmeyer
- Estufa

Equipos

- Espectrofotómetro
- Potenciómetro
- Turbidímetro
- Microscopio
- Agitador magnético
- Estufa
- Balanza Análisis

Recursos económicos: El trabajo fue financiado por los recursos del tesista.

Recursos Institucionales: Los trabajos de laboratorio se realizarán en las instalaciones de la Universidad Agraria del Ecuador sede Guayaquil.

Recursos experimentales: Agua de uso potable en la localidad Baba.

3.2.2.2 Métodos y técnicas

pH: Se usaron tiras reactivas de pH en el colectivo de las muestras obtenidas en los diferentes puntos de la localidad de Baba in situ ,se sumergieron las tiras en 50 mL durante un minuto hasta obtener el registro de cada resultado (Instituto Ecuatoriano de normalización [INEN], 2014).

Color: Para la determinación de las unidades de color platino cobalto (Pt-Co); se filtró una muestra de agua de 10 ml a través de un papel filtro GF/B, con la finalidad de obtener una valor de referencia en blanco, para luego llenar 10 ml de cada una de nuestras muestras obtenidas en su respectivo tubo de ensayo y

después introducirlo en la celda de lectura, calibrando luego nuestro YSI en el código número 47, correspondiente a unidades (Pt-Co), obteniendo resultados de manera inmediata los cuales serán comparados en la normativa vigente (Norma Técnica Ecuatoriana 1108 [INEN], 2020).

Turbiedad: La turbidez del agua se determina fotoeléctricamente a través del equipo fotométrico YSI. En gran cantidad de muestras se encontrarán presentes color y turbidez. Con la finalidad de separar este efecto, la muestra se comparó con otra muestra filtrada de la misma agua. La turbidez se manifiesta en unidades de turbidez de formazina (FTU). Estas unidades son ampliamente equivalentes a las unidades de Turbidez Nefelométrica (NTU) así como a las Unidades de Turbidez de Jackson (JTU) de acuerdo a la (INEN, 2020).

Conductividad: A través del uso de un potenciómetro se determinaron valores de conductividad medidos en micro siemens, sumergiendo los electrodos del potenciómetro en 50ml de cada muestra obtenida durante un minuto con la finalidad de obtener datos estables. Cabe mencionar que para obtener datos de alta fidelidad a la realidad luego de cada muestra en que se usó de este artefacto se procedió a su limpieza con agua destilada (Trujillo y Barajas, 2014).

Sólidos totales disueltos: Se obtuvieron los datos por turbidimetría, esto mediante el uso de un espectrofotómetro, en donde introducimos muestras en las respectivas celdas para iniciar el proceso y obtener los registros, para obtener datos más precisos este proceso se realizó un total de 5 veces para luego promediar los resultados y obtener un valor definitivo los valores se dan en NTU (Nephelometric Turbidity Unit), esta actividad la llevamos a cabo por cada muestra obtenida (Instituto Ecuatoriano de Normalización [INEN], 1984).

Nitritos, Nitratos: Para la determinación de nitritos y nitratos se llevó a cabo mediante el uso de pastillas reactivas para el equipo YSI-5900 usando vasos de precipitación de 25 mL con 10 mL de muestra, se compara la reacción de la tirilla con la tabla del envase estos procesos son tanto para nitratos y nitritos (Instituto Ecuatoriano de Normalización [INEN], 2013).

Sulfatos: Ganesh (2012) señala que la formación de fosfomolibdato con molibdato de amonio agregado seguido de reducción con hidracina en un medio ácido. Los iones orto fosfato y molibdato se condensan en una solución ácida para dar ácido molibdofosfórico, que por reducción selectiva (quizás con sulfato de hidrazinio) produce un color azul, a causa del azul de molibdeno de composición incierta. La intensidad del color azul es proporcional a la cantidad de fosfato. El sistema se rige a la ley de Lambert-Beer a 830 nm en el rango de concentración de 0.5-5 $\mu\text{g} / \text{mL}$ de fosfato con una desviación estándar relativa (RSD) de 0.1% y coeficiente de correlación de 0.99.

Dureza: Para la determinación de la dureza total en el agua se usó el método de detección por YSI mediante fotometría; basándonos en el test de dureza en calcio para aguas naturales y tratadas (CALCICOL) esto en el rango de 0-500 mg; medido por la concentración de carbonato de calcio. Tomamos 10 mL de muestra para añadirle triturada y mezclada una tableta de calcicol, una vez disuelta se agrega una segunda tableta reactiva para luego dejar reposar 2 minutos esto con el objetivo de permitir la reacción completa del color. Una vez pasado este periodo de tiempo se selecciona en el fotómetro el código número 12 esto nos dará como resultado valores en mg/L de carbonato de calcio (CaCO_3) acordes a las unidades expresadas en la normativa vigente (INEN, 2020).

Coliformes totales: El análisis bacteriológico se llevó a cabo mediante el uso de Chromocult agar el cual es un medio de cultivo diferencial colorimétrico. Para obtener los valores de coliformes totales llevamos a cabo el sembrado de las muestras de agua, mediante el método de filtrado de membrana, este consistió en la incubación de las muestras durante un periodo de 24 horas para luego realizar el conteo de colonias dividiendo por sectores las placas de cultivo, y multiplicando por 100 el número de colonias identificadas, para luego realizar la comparación con las normas legales vigentes (Anexo 1 del AM-097-A)(HACH COMPANY, 2000).

3.2.3 Análisis estadístico

Para esta investigación se utilizaron los programas de análisis estadísticos Stargraphics Versión 19.1.2 e InfoStat-2020 en su versión libre, para establecer la correlación en contaminación de la red de distribución de agua con respecto a la fuente, donde se tomaron muestras de manera estratificada sentido oeste-este y de manera aleatoria mediante el uso de una tabla de números aleatorios. Se llevarán a cabo a través de elementos gráficos estadísticos descriptivos; como gráficos de barras y análisis de frecuencia para los resultados físicos, químicos y microbiológicos que posteriormente serán comparados en base al criterio “análisis del agua de consumo humano” en las normas establecidas en el Anexo 1 del AM-097-A - NTE 1108-6ta edición 2020 para calidad de agua potable.

3.2.3.1. Tamaño de la muestra

Se efectuará una encuesta (Anexo I) a los habitantes de la localidad BABA con el fin de determinar su percepción y uso del agua doméstica mientras que para la recolección de muestras se usó como referencia NTE INEN 2176:2013 Agua. Calidad del agua. Muestreo. Técnicas de muestreo.

Se determinará el total de las muestras mediante la siguiente fórmula (Fórmula de estimación de muestra de población finita) en base a los datos de población total (3.893) y promedio de habitantes por familia (4.5) (Instituto Nacional de Estadísticas y Censo [INEC], 2010).

$$n = \frac{Z^2 * P * Q * N}{E^2 (N - 1) + Z^2 (P * Q)}$$

n: Tamaño de la población (Muestra) → ¿?

Z: Grado de confiabilidad → 2 = 95%

P: Probabilidad → = 50

Q: no Probabilidad → = 50

E: Error Muestral → = 5%

N: Tamaño de la población → 3.893 Habitantes

$$n = \frac{2^2 * 50 * 50 * 3893}{5^2 (3893 - 1) + (2)^2 (50 * 50)}$$

$$n = \frac{38930000}{107300} = 362.81$$

Las muestras serán tomadas por hogares así que este resultado será:

$$\frac{362.81}{4.5} = 80.62 \text{ muestras totales}$$

Que se llevarán a cabo mediante muestreo aleatorio simple estratificado.

3.2.3.2. Determinación de Índice de calidad de agua global (ICA)

Para el presente trabajo se determinó el índice de calidad de agua ICA mediante una data de 10 parámetros físico-químicos y microbiológicos cuya referencia es el Anexo 1 del AM-097-A - NTE 1108-6ta edición 2020 para calidad de agua potable.

$$F1 = \frac{NC * C1}{NE} * C2$$

F1= Índice Calidad de agua

NC= Número de parámetros que cumplen

NE= Número de parámetros a evaluar

C1 =Constante (10)

C2 =Constante (0.1)

Es relevante mencionar que los datos simplificados realizados en este trabajo, han sido relacionados de manera estrecha con la normativa legal del recurso en vigencia, ya que es posible obtener un valor aceptable del ICA, con uno o varios parámetros fuera de los límites permisibles (Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales [IDEAM], 2010). Es decir que el ICA es especialmente útil para la comparación de dos cuerpos de agua bajo los mismos criterios de estudio, o como el caso de la presente tesis para simplificar un gran volumen de datos con el fin de caracterizar el estado de un cuerpo de agua de una forma simple y comprensible .

4. Resultados

4.1 Modelo de encuesta sobre la percepción de la calidad y estado del servicio del agua potable en la parroquia Baba.

Se desarrollaron encuestas con el formato de la tabla 16 (Ver anexos) a un total de 100 habitantes de manera aleatoria dentro de la parroquia Baba - Los Ríos como lo indica la tabla 1.

Los usuarios no se basan en instrumentos o elementos técnicos profesionales para calificar las características del agua que llega a sus hogares a pesar de ello la OMS (2018), nos indica que esta data de gran importancia para obtener una percepción estimada de la calidad y estado del servicio, ya que los consumidores pueden establecer situaciones de color, turbidez sabor y olor a través de sus sentidos, situaciones relacionadas con agua de mala calidad y de caracterización insalubre.

Tabla 1. Resultados obtenidos para aproximarse a la percepción sobre las condiciones de calidad y estados del servicio del agua potable en la parroquia Baba

Preguntas	Respuestas
Usted percibe, que el agua potable que llega a su hogar muestra color:	SI 92% NO 8%
Usted percibe, que el agua potable que llega a su hogar muestra sabor:	SI 97% NO 3%
Usted percibe, que el agua potable que llega a su hogar muestra olor:	SI 95% NO 5 %
Usted percibe, que el agua potable que llega a su hogar muestra residuos arenosos:	SI 100% NO 0 %
Como percibe usted la presión del agua que llega a través de su red de distribución local:	Buena 0% Regular 67% Insuficiente 33%
En su percepción, ¿el servicio de agua se mantiene de manera continua?	SI 15% NO 85%
	Buena 0%

Bajo su criterio, ¿Cómo percibe la calidad del servicio de agua que llega a través de la red local a su hogar?	Regular 26% Insuficiente 74%
¿Paga usted por el agua que llega a su hogar a través de la red local?	SI 100% NO 0%
¿Está usted de acuerdo con la tarifa del servicio de agua potable que llega a su hogar?	SI 100% NO 0%
¿Conoce usted algún estatuto o reglamento sobre la calidad de agua?	SI 0% NO 100%
¿En algún momento ha sido informado usted, sobre los análisis del agua del sector por parte de las autoridades?	SI 0% NO 100%
¿Conoce usted, si se realiza mantenimiento u operaciones sobre el sistema de agua potable en la red de distribución local?	SI 0% NO 100%

Franco, 2022 modificado de Márquez y Ortega, 2017

De acuerdo a los resultados obtenidos en la tabla 1 podemos evidenciar que del 100% de habitantes encuestados el 92%, 97%, 95% y 100% perciben altos porcentajes en color, olor, sabor y residuos arenosos respectivamente.

Tenemos como respuesta a la percepción obtenida de la población en cuanto a calidad del agua que fue insuficiente para un 74% los habitantes mientras que para un 26% de la población encuestada la caracteriza como regular sin mostrar algún resultado en el estado de percepción de buena calidad.

Además, en cuanto al uso un 100% de los pobladores aseguran realizar pagos mensuales por el uso de este servicio en donde apenas el 15% lo percibe como servicio mantenido de manera continua esto debido a que de acuerdo a la comunidad el servicio de agua potable no está disponible de manera regular.

Adicionalmente, se evidenció que ellos no están informados por parte de los gobernantes, sobre los análisis de agua que se hayan realizado en el sector; a

pesar de que todos los habitantes son conscientes de los continuos mantenimientos que se realiza por parte de las autoridades municipales, al sistema de agua potable.

4.2 Parámetros físicos, químicos y microbiológicos mediante la normativa actual (Anexo 1 del AM-97 – INEN 1108 sexta revisión 2020-04 Parámetros de Agua potable)

Mediante la evaluación de los parámetros físico-químicos y microbiológicos, que se aplicó a un total de 90 muestras como se puede observar en la tabla13 (Ver anexos), se desarrolló la tabla 2, la cual muestra los límites establecidos tanto en el Anexo 1 del AM 97 y como el INEN 1108 para el presente estudio.

Tabla 2. Límites permisibles de parámetros en agua potable

Parámetros	Unidad	Promedio	Límites permisibles
Conductividad eléctrica-ec	dS/m	0.59	1
pH	Rango normal	6.99	6,0 - 9,0
TDS	mg/L	278.67	100
Turbidez	UTN	8.51	5
Dureza	mg/L	102.96	300
Nitratos	mg/L	0.99	50
Sulfatos	mg/L	3.62	500
Nitritos	mg/L	0.008	100
UFC	UFC	0.04	< 1
Color	PT - Co	68.39	15

Franco, 2022

De acuerdo a los resultados expresados en la tabla 2 podemos determinar que los datos de conductividad eléctrica y pH, se encuentran dentro del rango establecido; mientras que, para sólidos totales disueltos, turbidez y dureza sobrepasan los límites permitidos.

También podemos observar que existe una predominancia positiva un promedio positivo dentro de los márgenes requeridos por la normativa vigente, a excepción

de los parámetros microbiológicos con 0.04 UFC estando por debajo de su rango establecido de < 1 y el color que sobrepasa al límite permisible establecido de 15 PT - Co tal como se puede observar en la tabla 2.

La magnitud de la contaminación en los recursos hídricos tiende a estar estrechamente relacionados con la frecuencia de ocurrencia. En tendencia los valores extremos suelen ocurrir con menor proporción que los valores más moderados. Los análisis de la frecuencia en los datos hidrológicos buscan relacionar los valores extremos en los parámetros presentes en este estudio con el nivel de frecuencia de los valores moderados (Shaw, 2016).

4.2.1 Conductividad eléctrica

A continuación, en la tabla 3 se muestran la frecuencia de aparición absoluta y porcentual de conductividad eléctrica

Tabla 3. Frecuencia en parámetros para análisis de Conductividad eléctrica

<i>ec - dS/m (unid)</i>	Frecuencia	Porcentaje (%)
0.2 - 0.5	22	24.44
0.6	54	60.00
0.7- 0.8	14	15.56

Franco, 2022

Como se observa en la tabla 3, la conductividad dentro de las muestras analizadas mantuvo una predominancia de un 60% con un valor de 0,6 *dS/m*, cumpliendo los parámetros establecidos según la normativa vigente.

4.2.2 pH

A continuación, en la tabla 4 se muestran los valores obtenidos del análisis de pH en las muestras realizadas.

Tabla 4. Frecuencia en parámetros para análisis de pH

<i>Ph</i>	Frecuencia	Porcentaje (%)
6	7	7.78
7	77	85.56
8	6	6.67

Franco, 2022

El pH de las muestras en un 85.56% fue de 7, cumpliendo así los parámetros definidos en la normativa actual (Tabla 4).

4.2.3 Sólidos totales disueltos

A continuación, en la tabla 5 se manifiestan los valores obtenidos del análisis de sólidos disueltos

Tabla 5. Frecuencia en parámetros para análisis de Sólidos totales disueltos (TDS)

<i>TDS(mg/l)</i>	Frecuencia	Porcentaje (%)
110 - 260	9	10.00
270	38	42.22
280-290	25	27.78
300-340	18	19.99

Franco, 2022

Como se ve en la tabla 5, los datos obtenidos sobrepasaron los límites permisibles de 100 mg/L para agua potable establecidos en la regulación actual, presentándose con mayor porcentaje de frecuencia resultados de concentración de 270 TDS-mg/l en un 42.22% de las muestras establecidas.

4.2.4 Turbidez

A continuación, la tabla 6 detalla los resultados de los análisis obtenidos en el parámetro de turbidez de acuerdo a sus frecuencias de aparición.

Tabla 6. Frecuencia en parámetros para análisis de Turbidez

<i>Turbidez - UNT</i>	Frecuencia	Porcentaje (%)
0	61	67.78
2 - 10	17	18.87
16-140	12	13.32

Franco, 2022

Los resultados de turbidez identificados en la tabla 6, representan una predominancia de un 67.78% de frecuencia porcentual del total de las muestras analizadas con un valor 0 de turbidez, sin embargo, en los siguientes rangos de este parámetro se encuentran valores que sobrepasan por mucho los límites establecidos en la normativa en curso.

4.2.5 Dureza (CaCO₃)

A continuación, la tabla 7 desglosa en 4 rangos de aparición los resultados obtenidos de los análisis de dureza, esta segmentación se realiza debido al amplio espectro de resultados obtenidos en este parámetro.

Tabla 7. Frecuencia de dureza en rangos para análisis de dureza

Rangos de Dureza (CaCO ₃)	Frecuencia	Porcentaje (%)
0 - 60	41	45,6
61 - 120	24	26,7
121 - 180	11	12,2
180 - 500	14	15,6

0 a 60 mg/L aguas blandas; 61 a 120 mg/L como aguas moderadamente duras; 121 a 180 mg/L aguas duras; y más de 180 mg/L como aguas muy duras.

Franco, 2022

Mediante la interpretación de los resultados expuestos en la tabla 7 se puede concluir que el 15,6% de frecuencia relativa de los valores reflejados en el análisis de los parámetros de dureza (CaCO₃) no son aptos para el consumo humano de acuerdo a la normativa en curso; encontrándose con valores alarmantes en el rango de 180 a 500 con una frecuencia absoluta de 14 sobre 90.

4.2.6 Nitratos

A continuación, la tabla 8 detalla los datos más relevantes del análisis de nitratos en las muestras obtenidas.

Tabla 8. Frecuencia en parámetros para análisis de Nitratos

<i>Nitratos - mg/l</i>	Frecuencia	Porcentaje (%)
0	22	24.44
1	56	62.22
2 - 6	12	13.33

Franco, 2022

Entre los niveles de nitratos encontrados (ver tabla 8), podemos visualizar como aspecto más relevante que el 62.22% de las muestras dan como resultado niveles de 1 mg/L, aunque cabe mencionar que la totalidad de los valores obtenidos se encuentran por debajo de los límites permisibles de acuerdo a la legislación actual.

4.2.7 Sulfatos

En la tabla 9 se presentan los resultados obtenidos del análisis de las muestras de sulfato.

Tabla 9. Frecuencia en parámetros para análisis de Sulfatos

<i>Sulfatos - mg/l</i>	Frecuencia	Porcentaje (%)
1	67	74.44
2 -8	9	9.99
9 - 21	11	12.21
22 - 24	3	3.33

Franco, 2022

Los datos presentados en los análisis de sulfatos (ver tabla 9), se encuentran en rango normal a lo establecido en la normativa correspondiente, estando el 74.44% de la frecuencia porcentual de las muestras analizadas en un valor de 1 mg/l.

4.2.8 Nitritos

En la tabla 10 podremos encontrar los resultados del análisis realizado a las 90 muestras de agua en el parámetro de nitritos.

Tabla 10. Frecuencia en parámetros para análisis de Nitritos

Nitritos	Frecuencia	Porcentaje (%)
0.0001	2	2.22
0.001	43	47.77
0.0011 – 0.0028	9	10
0.003- 0.009	20	22.22
0.01 – 0.15	16	17.78

Franco, 2022

En esta tabla (tabla 10) se puede evidenciar que los datos encontrados en lo que corresponde a nitritos presentes en el agua, se hallan dentro del rango normal establecido, presentándose con una mayor frecuencia porcentual (47.77%) valores de 0.001 mg/l con una frecuencia absoluta de 13 sobre 90.

4.2.9 Análisis microbiológico de las muestras.

Los resultados del análisis microbiológico se encuentran reflejados en la tabla 11 a continuación.

Tabla 11. Frecuencia en parámetros para análisis de Unidades formadoras de colonias (UFC)

UFC	Frecuencia	Porcentaje (%)
0	55	61.11
0.01 – 1.2	33	35.52
2 – 2.3	2	2.22

Franco, 2022

La caracterización microbiológica, empleada en muestras no superan los 100 UFC/ 100 mL, cumpliendo el 97% de las muestras con los límites permisibles,

siendo el valor más alto encontrado de 2.3 UFC con una frecuencia del 1.11%, tal como se ve en la tabla 11.

4.2.10 Color Pt – Co

De acuerdo a los estudios realizados el análisis de color del presente proyecto se encuentra representado en la tabla 12 justo a continuación.

Tabla 12. Frecuencia en parámetros para análisis de Color

Color (Pt – Co)	Frecuencia	Porcentaje (%)
0 - 95	77	85.55
105-180	7	7.77
220- 320	4	4.44
330 -830	2	2.22

Franco, 2022

Como se puede observar en la tabla 12, el color del agua analizada posee valores muy altos, de hasta 830 Pt – Co, superando y no cumpliendo con la normativa de límites máximos permitidos de 15 Pt – Co en un 81%.

4.2.11 Análisis de correlación estadístico de parámetros fisicoquímicos y microbiológicos a través del ICA en función a la Distancia de punto fuente.

A continuación, la figura 1 expone el análisis estadístico en cuanto a la correlación de las variables ICA (Índice de calidad de agua) como variable dependiente y la Distancia en metros como variable independiente, con la finalidad de establecer un mejor panorama referente a los posibles orígenes de puntos de contaminación a lo largo de nuestra área de estudio.

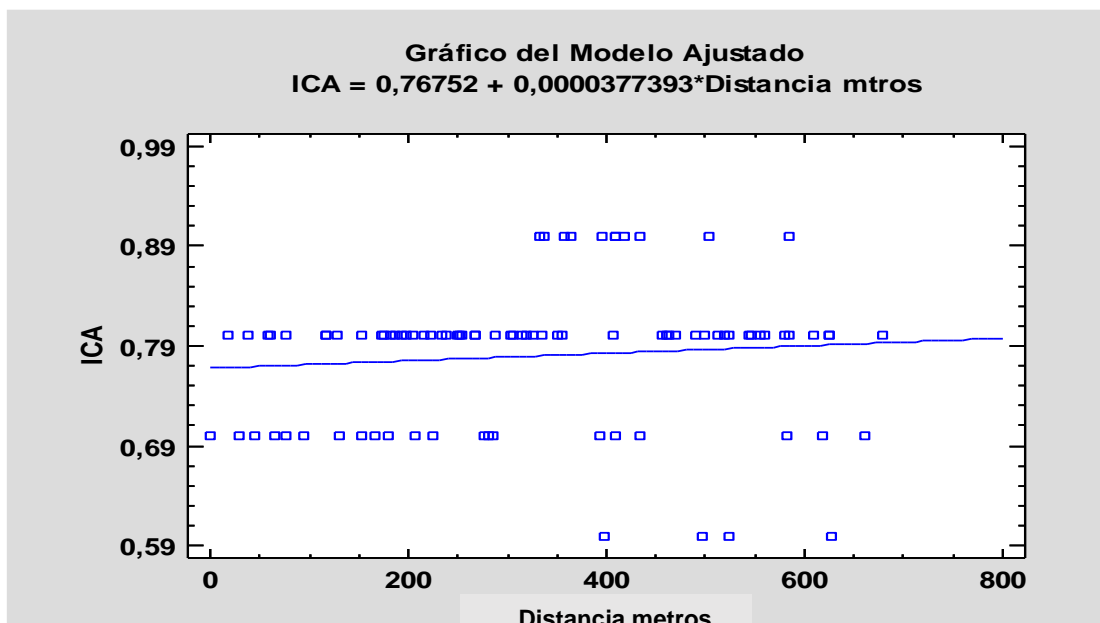


Figura 1. Correlación distancia índice de calidad de agua global - ICA Franco, 2022

A partir del análisis de la figura 1, a causa de que el valor -P en la tabla ANOVA es mayor o igual a 0,05, se obtiene como resultado que no hay una relación estadísticamente significativa entre ICA y Distancia metros con un nivel de confianza del 95,0% o más. Esto lo demuestra el coeficiente de correlación el cual es 0,0965273 indicando una relación relativamente débil entre las variables

El estadístico R-Cuadrada indica que el modelo ajustado explica 0,931752% de la variabilidad en ICA.

Adelante en la tabla 2 se puede observar el estado general del agua mediante un análisis porcentual, esto de acuerdo a su necesidad de purificación para obtener una clasificación de apta para el consumo humano.

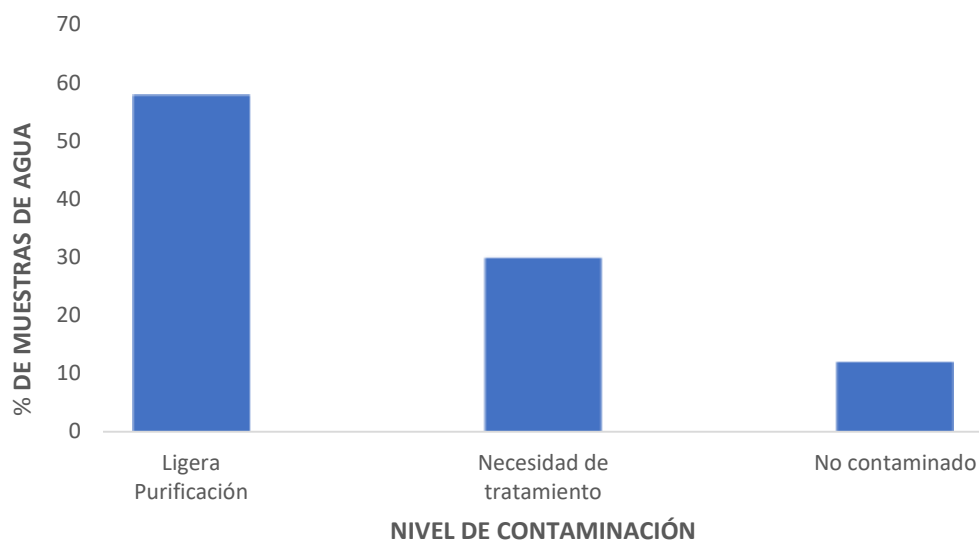


Figura 2. Relación criterio de contaminación establecido con necesidad de tratamiento requerido.

Franco, 2022

Como se ve en la figura 2, en los análisis realizados al agua potable para el abastecimiento público, se obtuvo como resultado que el 58% de estas se encuentran poco contaminadas, es decir requieren ligera purificación. Por otra parte, un 30% del agua potable se catalogan como ligeramente contaminadas, mientras que un 12% se encuentran en un estado aceptable para el consumo humano, sin embargo, se debe tomar en cuenta los valores arrojados del ICA analizados anteriormente.

4.3 Planteamiento de acciones que contribuyan a la mejora de la calidad del agua de la parroquia Baba de acuerdo a la normativa ambiental vigente para este recurso (Anexo 1 del AM-097-A; Norma técnica ecuatoriana INEN 1108-2020).

En la figura 3 mostrada a continuación se expone el diagrama de acciones planteadas que contribuyen a la mejora de la calidad de agua de servicio potable distribuida a través de la red hídrica local con la finalidad de que el servicio que provee se ajuste a los estándares de la normativa en curso.

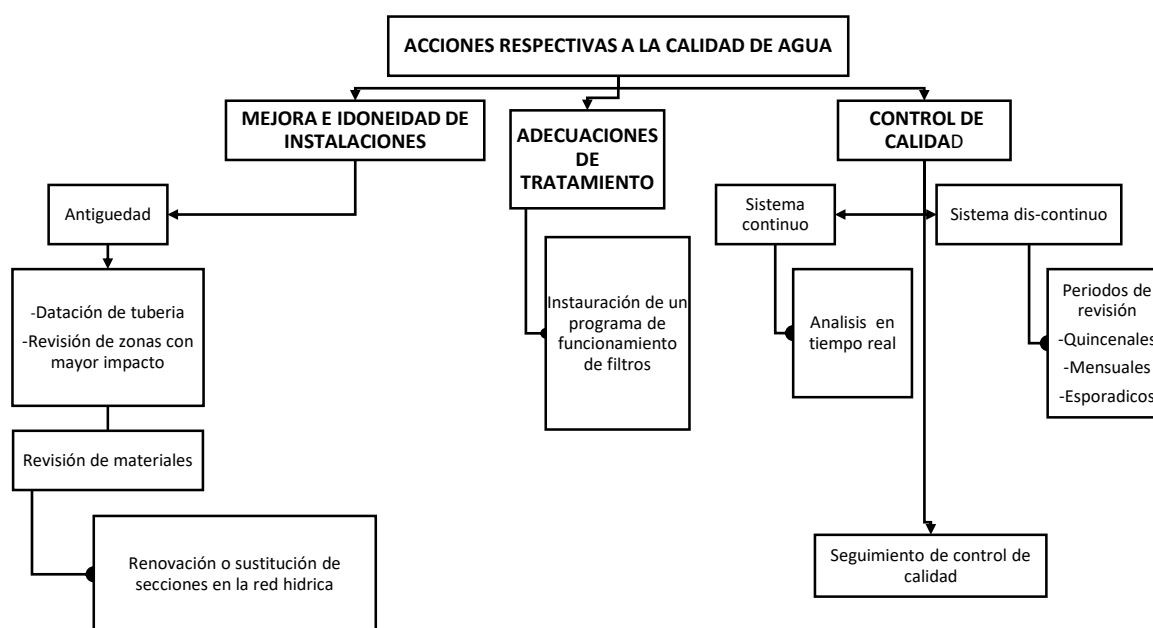


Figura 3. Diagrama del planteamiento de acciones que contribuyen a la respectiva mejora de la calidad del agua potable en un sistema de distribución local.

Franco, 2022

Para un mayor detalle de los elementos antes expuestos se manifiesta el desarrollo detallado y completo ubicado en la sección de anexos (Ver Anexo A).

5. Discusión

En el análisis realizado se descubrieron altos niveles de color (Pt – Co); en un 81% de las muestras realizadas no se cumplen con los parámetros establecidos en las normas vigentes INEN 1108 -2020, en la localidad Baba, esto se podría dar a causa de la acumulación de materia orgánica o acumulación mineral en las paredes de las tuberías del sistema de distribución y recursos deficientes para mantener el control de calidad de la planta potabilizadora en la parroquia Baba como sucedió en el estudio denominado “contaminación del agua de consumo humano” en la ciudad de Machala llevado a cabo por Armijos (2010), realizado en 32 escuelas públicas, en el cual se reflejó un sistema de distribución de agua potable de similares características en el cual no se cumplían los parámetros de salida de la planta potabilizadora y que debido a la antigüedad de su red de tuberías estas alteraban los parámetros de calidad del agua lo cual podría relacionarse como posible causal en nuestro estudio.

Niveles excedentes a 20 unidades de color en escala (Pt – Co) necesitan un tratamiento especial para su eliminación por razones de higiene y salud, el color puede presentarse por la presencia de productos químicos de desinfección y materia orgánica natural como nos indica Montealegre y Rojas (2019), en el presente estudio encontramos niveles de color fuera de los parámetros establecidos en la normativa en curso (Anexo 1 del AM-097-A, NTE INEN 1108-2020), en un 81% de las muestras estudiadas. Pure Aqua Inc - USA (2022), nos indica que algunos elementos que alteran el color en este recurso pueden ser cancerígenos y tienden a ser absorbidos por la piel.

Los valores más relevantes es decir los puntos críticos de contaminación en los que el ICA nos da un valor de cumplimiento de 0.6 , pueden ser causados por el

sentido en el que se direccionan las aguas servidas de la localidad y que estos valores se dieron en puntos comerciales en estas ubicaciones sus propietarios no habían realizado uso del sistema de agua en previo al mantenimiento del sistema principal que se dio al momento de la toma de muestras lo cual podemos señalar llevo a la acumulación de partículas y elementos en estos puntos de muestra .

La gran concurrencia en estas zonas comerciales junto al paso vehicular a lo largo del tiempo pudieron degradar la estructura de nuestro sistema de tuberías a tal nivel de establecerse puntos de fuga que a la vez tienden a ser puntos de contaminación la cual puede ser una causal fuerte para la reducción de nuestra calidad de agua como nos indica Ávila (2018), se establece que es vital para secciones de tubería con alto impacto el recubrimiento específico e idóneo con material de alta resistencia de acuerdo a las características del sector de distribución con el fin de evitar pérdidas en la red o problemas recurrentes .

Valores altos de dureza como los obtenidos en la presente investigación tienden a generar incrustaciones en las redes de distribución lo cual altera el nivel de calidad de agua para los consumidores finales como nos indican Gómez y Tacuri (2017).

En el estudio realizado por Chanaguano (2014), los valores de dureza se encontraron fuera de los parámetros establecidos de las normas INEN 1108-2014 con una evaluación promedio de dureza de 148.95 mg/l la distribución de este parámetro no fue homogénea y se determina es a causa de las actividades productivas de la parroquia Simiatug, lo cual concuerda con las características de nuestra parroquia el cual presente un promedio de 325.26mg/l en sus valores no permisibles.

En el presente trabajo se presentó que solo un 12% de las muestras realizadas cumplen con los parámetros de calidad adecuados según la normativa vigente

(Anexo 1 del AM-097-A, NTE INEN 1108-2020), esto podría recaer en un bajo monitoreo en cuanto a la desinfección o los materiales usados en los procesos de potabilización así como la posible contaminación en el sector de comercio por la degradación a través del tiempo del sistema de tuberías de distribución ya que aunque de manera general el agua se encuentra ligeramente contaminada los puntos de mayor comercio de la localidad dan coincidencia con los puntos críticos de contaminación, como nos muestra Niveló (2015), en los años 2007 y 2008 se realizaron monitoreos de calidad de agua correspondientes a la Isla San Cristóbal, en el parque Nacional de Galápagos en el cual se encontraron valores de contaminación más allá de la normativa, valores invertidos en un posterior estudio realizado en el año 2014 los cuales dieron como resultado que mediante el reacondicionamiento y potenciación progresiva de las plantas de tratamiento y redes de distribución de agua potable con lo cual se obtuvieron valores óptimos de calidad para la distribución hacia los consumidores finales.

6. Conclusiones

A través de la encuesta se pudo determinar que los habitantes de la parroquia Baba consideran que el agua que llega a sus hogares no es de una calidad óptima para uso potable y no conocen estatutos ni leyes respecto a la calidad del agua;

Acorde a los parámetros analizados en las muestras tomadas, tanto la conductividad eléctrica, pH, nitratos, sulfatos como nitritos, arrojaron encontrarse dentro los límites establecidos por la normativa que establece los rangos del nivel de calidad de agua potable, mientras que, para sólidos totales disueltos, turbidez, dureza, UFC y color; exceden o no alcanzan los valores normales.

Se demostró la inexistencia entre el aumento de contaminación con la distancia de las muestras desde el punto cero o fuente, ya que estos criterios arrojaron encontrarse dispersos de manera aleatoria, a pesar de tener valores correspondientes al ICA muy bajos, lo cual demuestra un índice medianamente alto de contaminación, indicando que la calidad del agua es mala, no siendo apta para el consumo.

En cuanto a nuestro tercer objetivo el planteamiento de las propuestas para la mejora de calidad del recurso hídrico en la localidad de Baba se enmarca en las políticas de desarrollo sostenibles (Objetivo 6 - agua limpia y saneamiento), resaltando aspectos cruciales considerandos clave para establecer mejoras sensibles a las condiciones de prestación de servicios.

7. Recomendaciones

En relación a los estudios desarrollados es primordial conocer el nivel de TDS de manera frecuente en el agua de consumo para poder tomar medidas de corrección y de este modo asegurar que el agua es limpia y segura .

Puede indicarse en base a los análisis que el sistema de abastecimiento de agua de la parroquia se califica medianamente aceptable de manera general, sin embargo, presenta una serie de falencias y deficiencias que es preciso corregir mediante la acreditación de medios humanos y económicos con la finalidad de alcanzar objetivos de eficacia en el uso del agua obtenida y potabilizada.

Con este fin se determinó el plan antes mencionado cuyo confín se estima en un periodo de 4 años. En donde se desean obtener mejoras de control de calidad, mejora de calidad, leves mejoras en las instalaciones, gestión de recursos o insumos, tecnificación de datos y proceso. Se recomienda apegarse a las distintas actividades propuestas con la finalidad de obtener un sistema de abastecimiento eficaz, moderno y sostenible a largo plazo.

8. Bibliografía

- Agencia francesa de medio Ambiente. (09 de Marzo de 2018). *AFD*. Obtenido de Agencia francesa de medio Ambiente: <https://www.afd.fr/es/actualites/america-latina-del-agua-y-los-problemas>
- Aguilar, M., y Gutiérrez, A. (2017). *“Análisis Ecológico de la calidad y cantidad del recurso hídrico para consumo humano en la parroquia San Isidro de Patulu”*. (Tesis de post grado), Universidad Técnica de Ambato, Ambato. Recuperado el 16 de Agosto de 2022, de <https://repositorio.uta.edu.ec/bitstream/123456789/25605/1/tesis-065%20Maestr%C3%ADa%20en%20Agroecolog%C3%ADa%20y%20Ambiente%20-%20CD%20485.pdf>
- Atta, T. (2017). Quality of tube well water intended for irrigation and human consumption with special emphasis on arsenic contamination at the area of Punjab, Pakistan. *Revista científica Environmental Geochemistry and health*, 39(4), 847-863. doi:10.1007/s10653-016-9855-8
- Alarcón, I. (22 de Marzo de 2018). En Ecuador se gasta 40% más agua que el promedio de la región. Recuperado el 15 de Agosto de 2022, de El comercio: <https://www.elcomercio.com/tendencias/ambiente/ecuador-gasto-agua-cifras-latinoamerica.html>
- Alcivar, J y García, F. (4 de Julio de 2017). Evaluación físico química y microbiológica de la calidad del agua de pozos. *Revista científica Dominio de las ciencias*, 3(4), 183-206. Recuperado el 02 de Diciembre de 2021, de <https://dialnet.unirioja.es/descarga/articulo/6325501.pdf>

American Public Health Association. (2012). *Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater*. Recuperado el 24 de 10 de 2021, de <https://www.standardmethods.org/doi/10.2105/SMWW.2882.025>

Andrade, G., y Cajas, J. (2018). *Estudio y propuesta de abastecimiento de agua potable y alcantarillado sanitario del recinto Naupe del canton Naupe*.(Tesis de Grado), Universidad Santiago de Guayaquil, Guayaquil. Recuperado el 18 de Agosto de 2022, de <https://www.bing.com/ck/a?!&p=ff0142e1414bdf8bJmItdHM9MTY2MTM0MTI0NCZpZ3VpZD04NjQyODNjNC1kNmQ5LTQ4YmYtYmE2My05NDZiYTViODAM2EmaW5zaWQ9NTM3NA&pfn=3&hsh=3&fclid=9689aea1-23a1-11ed-8536-094055d7c591&u=a1aHR0cDovL3JlcG9zaXRvcmlvLnVnLmVkdS5lYy9iaXRzdHJlYW0vcm>

Apella, M., y Araujo, E. Microbiología de agua. En *Safe water*. Buenos Aires, Argentina: *Centro de investigaciones microbiologicas*. Recuperado el 27 de Agosto de 2021, de https://www.psa.es/es/projects/solarsafewater/documents/libro/02_Capitulo_02.pdf

Armijos, L. (2010). *Contaminacion del agua de consumo humano en la ciudad de Machala y sus implicaciones Juridico ambientales*. (Tesis de grado). Universidad tecnica particular de Loja, Loja. Recuperado el 07 de Agosto de 2022, de <https://dspace.utpl.edu.ec/bitstream/123456789/10200/1/Tesis%20Lucio%20Armijos%20M.pdf>

Askenaizera, D. (2003). Drinking Water Quality and Treatment. *Encyclopedia of Physical Science and Technology*, 3, 651-671. Recuperado el 04 de 12 de 2021, de <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/B0122274105001861>

delagBadeenezhad, A, y Alhamd, M. (2020). Estimation of the groundwater quality index and investigation of the affecting factors their changes in Shiraz drinking groundwater, Iran. *Groundwater for sustainable development*, 11. Obtenido de <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S2352801X19302796>

Baldeón, J. (2018). *Control de la calidad del agua para consumo humano a través de parametros fisicoquimicos y microbiologicos en la parroquia San Andres, Chimborazo, para una gestión sanitaria eficiente*. (Tesis de postgrado), Universidad Internacional SEK, Ciencias Ambientales, Quito. Recuperado el 15 de Agosto de 2022, de <https://repositorio.uisek.edu.ec/bitstream/123456789/3166/1/jose%20blade%C3%B3n%20cajo%20TESIS%20AGUA%20POTABLE%20SAN%20ANDRES.pdf>

Banco mundial. (01 de Marzo de 2021). *Entendiendo la pobreza*. Obtenido de Banco mundial: <https://www.bancomundial.org/es/topic/water/overview>

U. S. Environmental Protection Agency. (2016). *A White Paper Review: History of Use and Performance of Copper Tube For Potable Water Service*. EPA, Office of water, Washington D.C. Recuperado el 18 de Noviembre de 2022, de [https://www.bing.com/ck/a?!&&p=2aa33a6dba1195d3JmltdHM9MTY2ODcyOTYwMCZpZ3VpZD0wOWZiYzYzM2NS0xN2ZILTYxNjUtMGE0Ni1kMzlkMTY2ZTYwMDQmaW5zaWQ9NTE4NQ&ptn=3&hsh=3&fclid=09fbc365-17fe-6165-0a46-d39d166e6004&psq=Lewis+R.+\(2016\).+Copper+Pipe+White+Paper.+A+White+Pape](https://www.bing.com/ck/a?!&&p=2aa33a6dba1195d3JmltdHM9MTY2ODcyOTYwMCZpZ3VpZD0wOWZiYzYzM2NS0xN2ZILTYxNjUtMGE0Ni1kMzlkMTY2ZTYwMDQmaW5zaWQ9NTE4NQ&ptn=3&hsh=3&fclid=09fbc365-17fe-6165-0a46-d39d166e6004&psq=Lewis+R.+(2016).+Copper+Pipe+White+Paper.+A+White+Pape)

- Castillo , S. Barrezueta U, y Quituisaca, J. (2019). Evaluación de la calidad de aguas subterránea de la parroquia La Peaña, provincia El Oro, Ecuador. *Revista científica UNEMI*, 12(31), 64-73. Recuperado el 23 de 08 de 2021, de <http://ojs.unemi.edu.ec/index.php/cienciaunemi/article/view/903>
- Cedeño, A., y Cango, A. (2015). *Diagnóstico situacional de la calidad del servicio de agua potable y su impacto socioeconómico en los habitantes del cantón Santo Domingo de los Colorados* (Tesis de pregrado). Universidad Tecnica Estatal de Quevedo, Quevedo: Obtenido de <https://repositorio.uteq.edu.ec/handle/43000/1952>
- Chanaguano, W. (2014). *“Determinación de la Dureza de agua de consumo humano de la parroquia Simiatug, canton Guaranda, provincia de Bolivar periodo 2013-2014”* (Tesis de grado).Universidad Tecnica de Cotopaxi, Latacunga. Recuperado el 10 de Agosto de 2022, de <http://repositorio.utc.edu.ec/bitstream/27000/2748/1/T-UTC-00285.pdf>
- Decenio internacional para la acción "El agua fuente de vida". (22 de Octubre de 2014). *ONU-DAES*. Obtenido de Decenio internacional para la acción "El agua fuente de vida": <https://www.un.org/spanish/waterforlifedecade/quality.shtml>
- Delgado, J. (2014). *Estudio de la calidad del agua de pozos de la comuna Bajo La Palma e incidencia por consumo en la salud de sus habitantes* (Tesis de grado), Universidad Laica "Eloy Alfaro" de Manabí, Manta. Recuperado el 01 de 12 de 2021, de <https://repositorio.ulead.edu.ec/bitstream/123456789/1406/1/ULEAM-POSG-GA-0030.pdf>
- Department of the interior. (6 de Junio de 2018). *USGS* . Obtenido de Department of the interior: <https://www.usgs.gov/special-topic/water-science->

school/science/turbidity-and-water?qt-science_center_objects=0#qt-science_center_objects

Díaz, G., y Sarmiento, G. (2018). *Evaluación de la calidad de agua en pozos del municipio de Amapala* (Tesis de grado). Escuela de agronomía panamericana, Ambiente y desarrollo, Honduras. Recuperado el 16 de Agosto de 2022, de <https://bdigital.zamorano.edu/server/api/core/bitstreams/cedad79b-e4d7-4c6a-9932-b46dece09e39/content>

El Fondo de las Naciones Unidas para la Infancia. (18 de Junio de 2019). *UNICEF*. Obtenido de Progress on drinking water, sanitation and hygiene: Special focus on inequalities, 2000-2017: <https://www.unicef.org/es/comunicados-prensa/1-de-cada-3-personas-en-el-mundo-no-tiene-acceso-a-agua-potable>

Environmental Protection Agency. (06 de Marzo de 2012). *EPA U.S.* . Obtenido de Environmental Protection Agency: <https://archive.epa.gov/water/archive/web/html/vms58.html>

Flores, E. M., y Ramirez, M. (2017). *“Evaluacion de calidad de agua tratada de los sectores General Vintimilla y señor de Flores , de la parroquia Bayas del cantón Azogues(Tesis de grado)*. Universidad de Cuenca,Cuenca. Recuperado el 09 de Agosto de 2022, de <https://dspace.ucuenca.edu.ec/bitstream/123456789/27100/1/TESIS.pdf>

Fondo de comunicación y educación ambiental. (2017). *FCEA* . Obtenido de Fondo de comunicación y educación ambiental: <https://agua.org.mx/en-el-planeta/#:~:text=La%20disponibilidad%20de%20agua%20promedio%20anual%20en%20el,encuentra%20en%20forma%20de%20glaciares%2C%20nieve%20o%20hielo.>

- Fundacion AQUAE. (2022). *Distribucion del agua en la tierra*. Recuperado el 15 de Agosto de 2022, de Fundacion AQUAE: <https://www.fundacionaquae.org/principales-datos-del-agua-en-el-mundo/>
- Ganesh, S., y Kamachi, U. (2012). Spectrophotometric determination of trace amounts of phosphate in water and soil. *Water science and technology : a journal of the International Association on Water Pollution Research*. doi:10.2166/wst.2012.468
- García, F. (2014). *Calidad y uso del agua de la subcuenca del San Lucas (Cajamarca) en función del Índice de BrownK* (Tesis de doctorado) . Universidad nacional de Cajamarca, Cajamarca - Perú. Recuperado el 30 de Agosto de 2022, de <https://1library.co/document/yngokjkz-calidad-agua-cuenca-lucas-cajamarca-funcion-indice-brown.html>
- Banco Interamericano de desarrollo. (2017). *EC-L1022 : Programa de Saneamiento Ambiental - Fase II*. Recuperado el 18 de Noviembre de 2022, de <https://www.iadb.org/es/project/ec-l1022>
- Gobierno autónomo descentralizado municipal de Baba. (2014-2019). *Plan de desarrollo y ordenamiento territorial del Cantón Baba*. Cantón Baba, Provincia de Los Ríos. Obtenido de <http://www.municipiodebaba.gob.ec/index.php?op=99&menu=7>
- Gobierno Provincial de Los Rios-Ecuador. (2017). *Programa de Inversion pacto rural Para el cambio*. Programa de inversión, Instituto interamericano de cooperacion para la agricultura, Gerencia de desarrollo Rural, Los Ríos -Ecuador. Recuperado el 01 de 12 de 2021, de <http://repiica.iica.int/docs/B3141E/B3141E.PDF>

- Gutierrez, J. (09 de Septiembre de 2019). *El agua en Suramérica está en disputa y estas son las razones*. Recuperado el 2022, de <https://www.elcolombiano.com/internacional/amazonas-escenario-de-disputa-por-el-agua-PC11572973>
- HACH COMPANY. (2000). *Manual de Analisis de agua: Segunda edición en español*. Loveland, Colorado, EEUU. Obtenido de <https://www.studocu.com/ec/document/escuela-superior-politecnica-de-chimborazo/modelos-y-procesos-de-investigacion-analisis-de-resultados-de-investigacion/water-analysis-manual-spanish-manual-de-analisis-de-agua/12174996>
- Hernandez, G y Acebo, G (2017). Los metodos turbidimetricos y sus aplicaciones en las ciencias de la vida. *Revista científica Cenic -Ciencias Biologicas*, 44(1), 18. Recuperado el 19 de Agosto de 2022, de <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=181226886003>
- Hidalgo, M. (2021). *Evaluación de la calidad del agua de consumo domestico administrada por la junta de agua sana del barrio Cuendina-Albornoz, Rumiñahui* (Tesis de grado), Escuela Politecnica Nacional, Quito. Recuperado el 16 de Agosto de 2022, de <https://bibdigital.epn.edu.ec/bitstream/15000/22197/1/CD%2011696.pdf>
- IMA Water Technology. (2011). *IMA WATER*. Obtenido de IMA Water Technology: <https://www.plantasdeosmosis.com/productos/plantas-de-tratamiento-de-agua/informacion-tecnica-tecnologias-de-tratamiento-de-agua/110/como-eliminar-sulfatos-del-agua.html>

Indiana Department of health. (2022). *Ingov*. Recuperado el 05 de 12 de 2021, de Indiana Department of Health: <https://www.in.gov/health/eph/well-water-quality-and-testing/sulfates-and-sulfides-in-well-water/>

INEC. (23 de Agosto de 2020). *Primicias*. Obtenido de <https://www.primicias.ec/noticias/sociedad/ecuador-7-cada-10-personas-no-tienen-agua-potable/>

Instituto Ecuatoriano de normalización . (13 de Marzo de 1984). *INEN*. Recuperado el 24 de 10 de 2021, de Instituto Ecuatoriano de normalización : <https://www.normalizacion.gob.ec/buzon/normas/971.pdf>

Instituto Ecuatoriano de normalización . (2014). *INEN*. Recuperado el 24 de 10 de 2021, de Instituto Ecuatoriano de normalización : <https://www.normalizacion.gob.ec/buzon/normas/10523-UNIDO-EX.pdf>

Instituto Ecuatoriano de Normalizacion. (2013). *INEN*. Servicio Ecuatoriano de normalización. Quito: WATER QUALITY. Recuperado el 19 de Agosto de 2022, de Instituto Ecuatoriano de Normalizacion: <https://www.normalizacion.gob.ec/buzon/normas/2226-1.pdf>

Instituto Nacional de estadísticas y Censo -INEC. (2010). *Canton Baba*. Quito: INEC. Recuperado el 13 de 11 de 2021, de http://www.ecuadorencifras.gob.ec/documentos/web-inec/Bibliotecas/Fasciculos_Censales/Fasc_Cantonales/Los_Rios/Fasciculo_Baba.pdf

J. Selva Andina. (2016). El agua en América Latina. *Revista científica JSAB (Journal of the Selva Andina Biosphere)*, 4(2), 46-47. Recuperado el 15 de 08 de 2022, de <https://www.bing.com/ck/a?!&&p=e4a59bb27630c458JmltdHM9MTY2MDU3O>

DEwNyZpZ3VpZD0yNmNkMjgyMy1mNDJILTQ5ZDktYTI1YS0wZWQ4YjJIZmU
 3MmMmaW5zaWQ9NTE2Nw&ptn=3&hsh=3&fclid=c590b4e9-1cb0-11ed-
 95e5-
 7865a977e1e1&u=a1aHR0cDovL3d3dy5zY2llbG8ub3JnLmJvL3BkZi9qc2FiL3
 Y0bjlvdj

Kleinfeld, H. (10 de Septiembre de 2020). *Colony Forming Units*. Recuperado el 05 de
 12 de 2021, de Omnibiotic: <https://www.omnibioticlife.com/what-are-colony-forming-units/>

La Republica. (29 de 04 de 2021). En America Latina y el Caribe 26% de la poblacion
 no tienen acceso a agua. *Cerca de siete de cada 10 personas en la región no
 tienen acceso a los servicios de saneamiento y limpieza básica*. Recuperado el
 27 de 11 de 2021, de <https://www.larepublica.co/globoeconomia/en-america-latina-y-el-caribe-26-de-la-poblacion-no-tiene-acceso-a-agua-3161366>

Lenntech. (16 de Abril de 2022). *Water treatment*. Obtenido de Lenntech:
<https://www.lenntech.es/sulfatos.htm>

OPS y OMS. (2009). *Medición del cloro residual en el agua*. Guia técnica -
 Saneamiento agua y salud. Ginebra - Suiza: WEDC. Recuperado el 18 de
 Noviembre de 2022, de <http://www.disaster-info.net/Agua/pdf/11-CloroResidual.pdf>

Márquez, O., y Ortega, M. (2017). *Social Perception of Drinking Water Service in the
 Municipality of Xalapa, Veracruz*. Universidad Nacional Autónoma de México,
 Facultad de Ciencias Políticas y Sociales, Xalapa, Veracruz - México.
 Recuperado el 21 de Agosto de 2022, de
<https://www.redalyc.org/journal/4874/487457530003/html/>

- Martínez, J. (19 de Julio de 2019). *Portal Ambiental MX*. Recuperado el 15 de Agosto de 2022, de <https://www.portalambiental.com.mx/politica-ambiental/20190719/la-distribucion-del-agua-en-america-latina-es-desigual-bid>
- Masangkay, F., Padua, M., Grecebio, J., Milanez, G., Alejandro, A. (12 de Enero de 2023). Detection of Acanthamoeba spp. In groundwater sources in a rural area in the Pilippines. *Revista Water and Health; Vol. 21, N°1, 21(1)*, 138-146. Recuperado el 15 de Enero de 2023 de <https://doi.org/10.2166/wh.2023.258>
- Ministerio de Educación. (2020). *Construcción de la Repotenciación de UE 23 de Junio en la parroquia Baba cantón Baba provincia de Los Ríos*. Información Complementaria, Gobierno de la Republica del Ecuador, Contratación de obras publicas, Los Ríos. Recuperado el 01 de 12 de 2021, de <https://educacion.gob.ec/procesos-de-contratacion/>
- Ministerio de Salud Pública del Ecuador. (2019). *Guía de Agua segura*. Quito. Recuperado el 22 de 06 de 2021, de <https://www.salud.gob.ec/wp-content/uploads/2020/12/Guia-Agua-Segura.pdf>
- Molina, M. (2018). *Mejoramiento y renovacion del sistema de abastecimiento de agua potable en el sector de las palmeras*(Tesis de grado). UAP-Universidad alas peruanas,Ica-Perú. Recuperado el 18 de Agosto de 2022, de https://repositorio.uap.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12990/6098/Tesis_Mejoramiento_Sistema_Abastecimiento_Agua_Potable.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- Shames, I. H. (1998). *Mecanica de fluidos* (3ra Edición). McGraw Hill, 1998. 830 p. Santafe de Bogota, Colombia: Mc Graw Hill. Recuperado el 18 de Noviembre de 2022

- Molly, S. (26 de Septiembre de 2019). *Funciones biológicas del agua: ¿Por qué el agua es necesaria para la vida?* Obtenido de Science In The News: <https://sitn.hms.harvard.edu/uncategorized/2019/biological-roles-of-water-why-is-water-necessary-for-life/>
- Montealegre, M., y Rojas, J. (2019). *Análisis De Calidad Del Agua (Turbiedad Y Color) De Un Sistema De Filtración De Flujo Ascendente Construido Con Materiales Granulares Para Bajantes De Agua Lluvia* (Tesis de grado). Universidad católica de Colombia, Bogotá. Recuperado el 10 de Agosto de 2022, de <https://repository.ucatolica.edu.co/bitstream/10983/24923/1/AN%C3%81LISIS%20DE%20CALIDAD%20DEL%20AGUA%20DE%20UN%20SISTEMA%20DE%20FILTRACI%C3%93N%20DE%20FLUJO%20ASCENDENTE%20PARA%20BAJANTES%20DE%20AGU.pdf>
- Neira, M. (2006). *Dureza en aguas de consumo humano y uso industrial impacto y medidas de mitigacion estudio de caso Chile* (Tesis de grado). Universidad de Chile, Santiago de Chile. Obtenido de http://repositorio.uchile.cl/tesis/uchile/2006/neira_m/sources/neira_m.pdf
- Nivelo, S. (2015). *Monitoreo de la calidad del agua en San Cristóbal, Galápagos* (Tesis de pregrado). Universidad San Francisco de Quito, Quito. Recuperado el 07 de Agosto de 2022, de <https://repositorio.usfq.edu.ec/bitstream/23000/4696/1/112458.pdf>
- Norma Técnica Ecuatoriana . (septiembre de 2013). *INEN*. Recuperado el 24 de 10 de 2021, de Normas de calidad de agua: https://www.normalizacion.gob.ec/buzon/normas/n-te_inen_iso_13395_ext.pdf
- Norma Técnica Ecuatoriana. (2016). *INEN*. Recuperado el 25 de 10 de 2021, de Norma Técnica Ecuatoriana: <https://www.trabajo.gob.ec/wp->

content/uploads/2012/10/n-te-inen-974-agua-potable.-determinaci%c3%93n-de-la-dureza-total-por-titulaci%c3%93n-con-edta.pdf?x42051

Omer, N. (2019). Water Quality Parameters. En N. H. Omer, *Parámetros de calidad del agua*. Intechopen. doi: 10.5772/intechopen.89657

OMS. (14 de Diciembre de 2018). *Guías para la calidad del agua de consumo humano: cuarta edición que incorpora la primera adenda, 4a ed + 1a adenda*. Obtenido de <https://apps.who.int/iris/handle/10665/272403>

Ordessa. (19 de Noviembre de 2019). *Tratamiento integral del agua*. Recuperado el 05 de 12 de 2021, de Ordessa: <https://www.ordessa.es/como-eliminar-las-bacterias-coliformes-del-agua/>

Organización mundial de la salud . (21 de Marzo de 2022). OMS. Recuperado el 25 de Julio de 2022, de Organización mundial de la salud : <https://www.who.int/es/news-room/fact-sheets/detail/drinking-water>

Ortega, A., y Vanegas, D. (2017). *Evaluación de la calidad de agua del sector Leg Tabacay y oriente alto , de la parroquia Bayas del cantón Azogues*(Tesis de grado). Universidad de Cuenca, Cuenca. Recuperado el 15 de Agosto de 2022, de <https://dspace.ucuenca.edu.ec/bitstream/123456789/27135/1/TESIS.pdf>

Pauta, C, Velasco, H. Vázquez, A, y Torrez T. (2021). Análisis y evaluación de riesgos de arsénico en las fuentes de agua de las ciudades de Cuenca y Azogues, Ecuador. *Maskana*, 71-79. doi:<https://doi.org/10.18537/mskn.12.02.08>

Pure Aqua Inc . USA. (2019 de Noviembre de 2022). *Pure Aqua Inc.* (M. S, Productor) Recuperado el 2022 de Agosto de 2022, de <https://es.pureaqua.com/eliminacion-de-color-en-el-agua/>

Renat, M. y Arevalo, L. (20 de Septiembre de 2016). Calidad del agua destinada al consumo humano en un cantón de Ecuador. *Revista Ciencia UNEMI; Vol. 9,*

N°20, 9(20), 109-117. Recuperado el 02 de 12 de 2021, de <https://dialnet.unirioja.es/descarga/articulo/5774767.pdf>

República del Ecuador Consejo Nacional de Planificación (CNP). (2017-2021). *Plan Nacional del Buen Vivir*. Quito -Ecuador: Secretaría Nacional de Planificación y Desarrollo - Senplades, 2017.

Ritchie, H., y Roser, M. (Septiembre de 2021). Clean Water and Sanitation. *Our World and Sanitation*, <https://ourworldindata.org/clean-water-sanitation>. Obtenido de <https://ourworldindata.org/water-access>

Rodriguez, R. (2010). *La Dureza del Agua*. Universidad Tecnológica Nacional. Obtenido de http://www.edutecne.utn.edu.ar/agua/dureza_agua.pdf

Rodríguez, S. y Arzú, O. (Julio de 2018). Presencia de indicadores microbiológicos en agua para consumo humano en San Cosme (Corrientes, Argentina). *Revista Veterinaria*, 29(1), 9. Recuperado el 16 de Agosto de 2022, de <https://go.gale.com/ps/i.do?p=AONE&u=googlescholar&id=GALE|A562178209&v=2.1&it=r&sid=googleScholar&asid=0ae483bc>

Schmidt, W. (1976). *Publimed*. Obtenido de Microbiological characteristics of natural mineral water: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/829205/>

Segura, R. (2019). *Determinación de la calidad de agua de la parroquia Alejo Lascano* (Tesis de grado). Universidad Agraria del Ecuador , Guayaquil. Recuperado el 15 de Agosto de 2022, de <https://cia.uagraria.edu.ec/Archivos/SEGURA%20OTERO%20LEYBER%20RUBEN.pdf>

Servicio Ecuatoriano de Normalización . (2019). *NEN*. Recuperado el 04 de 12 de 2021, de Servicio Ecuatoriano de Normalización : <https://www.normalizacion.gob.ec/objetivos/#>

- Sigler, W., y Bauder, J. (2010). Universidad Estatal de Montana, Recursos de la Tierra y Ciencias Ambientales. Recuperado el 06 de Agosto de 2022, de http://region8water.colostate.edu/PDFs/we_espanol/Alkalinity_pH_TDS%202012-11-15-SP.pdf
- Tangfu, X., Akber, S., Rasool, A., Farooqi, A., Shafeeque, M., Liu, Y., Aqueel, M., Katsyiannis, I. (1 de Agosto de 2017). Quality of tube well water intended for irrigation and human consumption with special emphasis on arsenic contamination at the area of Punjab, Pakistan. *Environmental Geochemistry and health*, 39(4), 847-863. doi:10.1007/s10653-016-9855-8
- Tecnoconverting. (2021). *What is NTU?* Recuperado el 04 de 12 de 2021, de Tecnoconverting: <https://www.tecnoconverting.com/technical-articles/what-is-ntu/>
- Tomalá, R. (2021). *Calidad de agua de pozos en la parroquia Colonche* (Tesis de grado). Universidad estatal de la Península de Santa Elena , La libertad - Santa Elena. Recuperado el 01 de 12 de 2021, de <https://repositorio.upse.edu.ec/handle/46000/6516>
- LENNTECH. (2017). *LENNTECH*. Recuperado el 18 de Noviembre de 2022, de <https://www.lenntech.es/adsorcion.htm>
- Trujillo, A. y Barajas, L. (Junio de 2014). Potenciometría: Usos y aplicaciones. *CienciAcierta*, 38, 5. Recuperado el 30 de Agosto de 2022, de <http://www.cienciacierta.uadec.mx/2014/06/05/potenciometria-usos-y-aplicaciones/>
- UNESCO. (2020). *Informe mundial de las naciones Unidas sobre el desarrollo de los recursos hídricos*. Paris - Francia: Lucart Estudio S.A. Recuperado el 02 de 07 de 2021, de <https://es.unesco.org/themes/water-security/wwap/wwdr/2020>

United States Environmental Agency . (9 de Diciembre de 2021). *EPA*. Recuperado el 04 de 12 de 2021, de United States Environmental Agency : <https://www.epa.gov/privatewells/learn-about-private-water-wells>

United States Environmental Protection Agency . (2017). Water Quality Standards Handbook. En *Chapter 3 : Water Quality Criteria* (págs. 1-26). Standards Handbook. Recuperado el 15 de 08 de 2021, de <https://www.epa.gov/wqs-tech/water-quality-standards-handbook>

United States Geological Survey . (11 de Junio de 2018). *USGS.GOV*. Recuperado el 05 de Diciembre de 2021, de United States Geological Survey : https://www.usgs.gov/special-topic/water-science-school/science/hardness-water?qt-science_center_objects=0#qt-science_center_objects

water boards. (2015). *California State Water Resources Control Board*. Obtenido de water boards: https://www.waterboards.ca.gov/water_issues/programs/swamp/docs/cwt/guidance/3140sp.pdf

Winfield, S. (2022). *Water Defense*. Recuperado el 26 de 07 de 2022, de TDS en el agua: Que es y como calcular: <https://waterdefense.org/water/contaminants/tds/>

World Health Organization. (2008). The Global Burden of Disease: 2004 update. *World Health Organization*.

Zarama, S. (Diciembre de 2018). The Challenges of Dealing with Nitrogen Pollutants in Groundwater. *Revista científica, Scielo*, 33(3), 230-242. doi:<https://doi.org/10.14483/23448350.13545>

Tabla 13. Valores de los análisis de laboratorio (ec, pH, TDS, turbidez, Dureza)

# de muestra	ec dS/m	Límite permisible 1 dS/m	pH	Límite permisible 6 - 9	Sólidos totales disueltos mg/L	Límite permisible 100 mg/L	Turbidez UNT	Límite permisible 5 UNT	Dureza mg/L	Límite permisible 180 mg/L
0	0,6	SI CUMPLE	7	SI CUMPLE	280	NO CUMPLE	6	NO CUMPLE	46	SI CUMPLE
1	0,6	SI CUMPLE	7	SI CUMPLE	280	NO CUMPLE	2	SI CUMPLE	97	SI CUMPLE
2	0,6	SI CUMPLE	7	SI CUMPLE	290	NO CUMPLE	6	NO CUMPLE	67	SI CUMPLE
3	0,6	SI CUMPLE	7	SI CUMPLE	290	NO CUMPLE	0	SI CUMPLE	66	SI CUMPLE
4	0,7	SI CUMPLE	7	SI CUMPLE	300	NO CUMPLE	7	NO CUMPLE	82	SI CUMPLE
5	0,6	SI CUMPLE	7	SI CUMPLE	280	NO CUMPLE	4	SI CUMPLE	78	SI CUMPLE
6	0,8	SI CUMPLE	7	SI CUMPLE	290	NO CUMPLE	8	NO CUMPLE	68	SI CUMPLE
7	0,5	SI CUMPLE	7	SI CUMPLE	260	NO CUMPLE	2	SI CUMPLE	108	SI CUMPLE
8	0,6	SI CUMPLE	7	SI CUMPLE	280	NO CUMPLE	0	SI CUMPLE	38	SI CUMPLE
9	0,5	SI CUMPLE	7	SI CUMPLE	260	NO CUMPLE	0	SI CUMPLE	37	SI CUMPLE
10	0,7	SI CUMPLE	7	SI CUMPLE	290	NO CUMPLE	10	NO CUMPLE	128	SI CUMPLE
11	0,5	SI CUMPLE	6	SI CUMPLE	270	NO CUMPLE	0	SI CUMPLE	130	SI CUMPLE
12	0,5	SI CUMPLE	6	SI CUMPLE	270	NO CUMPLE	0	SI CUMPLE	182	NO CUMPLE
13	0,5	SI CUMPLE	7	SI CUMPLE	260	NO CUMPLE	0	SI CUMPLE	185	NO CUMPLE
14	0,6	SI CUMPLE	7	SI CUMPLE	270	NO CUMPLE	0	SI CUMPLE	46	SI CUMPLE
15	0,5	SI CUMPLE	7	SI CUMPLE	270	NO CUMPLE	0	SI CUMPLE	93	SI CUMPLE
16	0,5	SI CUMPLE	8	SI CUMPLE	260	NO CUMPLE	0	SI CUMPLE	21	SI CUMPLE
17	0,5	SI CUMPLE	7	SI CUMPLE	270	NO CUMPLE	0	SI CUMPLE	64	SI CUMPLE
18	0,6	SI CUMPLE	7	SI CUMPLE	270	NO CUMPLE	4	SI CUMPLE	1	SI CUMPLE
19	0,6	SI CUMPLE	6	SI CUMPLE	270	NO CUMPLE	0	SI CUMPLE	1	SI CUMPLE
20	0,6	SI CUMPLE	7	SI CUMPLE	270	NO CUMPLE	0	SI CUMPLE	2	SI CUMPLE
21	0,6	SI CUMPLE	6	SI CUMPLE	280	NO CUMPLE	6	NO CUMPLE	2	SI CUMPLE
22	0,7	SI CUMPLE	7	SI CUMPLE	300	NO CUMPLE	84	NO CUMPLE	2	SI CUMPLE

23	0,8	SI CUMPLE	6	SI CUMPLE	320	NO CUMPLE	120	NO CUMPLE	320	NO CUMPLE
24	0,8	SI CUMPLE	6	SI CUMPLE	340	NO CUMPLE	140	NO CUMPLE	166	SI CUMPLE
25	0,5	SI CUMPLE	8	SI CUMPLE	270	NO CUMPLE	16	NO CUMPLE	160	SI CUMPLE
26	0,5	SI CUMPLE	7	SI CUMPLE	260	NO CUMPLE	0	SI CUMPLE	95	SI CUMPLE
27	0,6	SI CUMPLE	7	SI CUMPLE	320	NO CUMPLE	44	NO CUMPLE	29	SI CUMPLE
28	0,6	SI CUMPLE	7	SI CUMPLE	290	NO CUMPLE	42	NO CUMPLE	7	SI CUMPLE
29	0,6	SI CUMPLE	7	SI CUMPLE	280	NO CUMPLE	0	SI CUMPLE	301	NO CUMPLE
30	0,7	SI CUMPLE	7	SI CUMPLE	270	NO CUMPLE	0	SI CUMPLE	49	SI CUMPLE
31	0,5	SI CUMPLE	7	SI CUMPLE	270	NO CUMPLE	0	SI CUMPLE	50	SI CUMPLE
32	0,5	SI CUMPLE	7	SI CUMPLE	270	NO CUMPLE	0	SI CUMPLE	33	SI CUMPLE
33	0,5	SI CUMPLE	7	SI CUMPLE	280	NO CUMPLE	0	SI CUMPLE	79	SI CUMPLE
34	0,6	SI CUMPLE	7	SI CUMPLE	270	NO CUMPLE	0	SI CUMPLE	95	SI CUMPLE
35	0,6	SI CUMPLE	7	SI CUMPLE	270	NO CUMPLE	0	SI CUMPLE	121	SI CUMPLE
36	0,6	SI CUMPLE	7	SI CUMPLE	260	NO CUMPLE	2	SI CUMPLE	129	SI CUMPLE
37	0,5	SI CUMPLE	7	SI CUMPLE	260	NO CUMPLE	24	NO CUMPLE	49	SI CUMPLE
38	0,5	SI CUMPLE	7	SI CUMPLE	270	NO CUMPLE	0	SI CUMPLE	66	SI CUMPLE
39	0,6	SI CUMPLE	7	SI CUMPLE	270	NO CUMPLE	0	SI CUMPLE	28	SI CUMPLE
40	0,8	SI CUMPLE	7	SI CUMPLE	280	NO CUMPLE	0	SI CUMPLE	49	SI CUMPLE
41	0,5	SI CUMPLE	7	SI CUMPLE	270	NO CUMPLE	0	SI CUMPLE	46	SI CUMPLE
42	0,6	SI CUMPLE	7	SI CUMPLE	270	NO CUMPLE	0	SI CUMPLE	129	SI CUMPLE
43	0,6	SI CUMPLE	7	SI CUMPLE	280	NO CUMPLE	0	SI CUMPLE	9	SI CUMPLE
44	0,8	SI CUMPLE	7	SI CUMPLE	310	NO CUMPLE	0	SI CUMPLE	250	SI CUMPLE
45	0,6	SI CUMPLE	7	SI CUMPLE	270	NO CUMPLE	0	SI CUMPLE	145	SI CUMPLE
46	0,7	SI CUMPLE	7	SI CUMPLE	300	NO CUMPLE	28	NO CUMPLE	30	SI CUMPLE
47	0,7	SI CUMPLE	7	SI CUMPLE	320	NO CUMPLE	36	NO CUMPLE	100	SI CUMPLE
48	0,6	SI CUMPLE	7	SI CUMPLE	300	NO CUMPLE	0	SI CUMPLE	24	SI CUMPLE
49	0,6	SI CUMPLE	7	SI CUMPLE	300	NO CUMPLE	0	SI CUMPLE	350	NO CUMPLE
50	0,6	SI CUMPLE	7	SI CUMPLE	280	NO CUMPLE	0	SI CUMPLE	118	SI CUMPLE
51	0,6	SI CUMPLE	7	SI CUMPLE	280	NO CUMPLE	0	SI CUMPLE	27	SI CUMPLE

52	0,6	SI CUMPLE	7	SI CUMPLE	270	NO CUMPLE	0	SI CUMPLE	87	SI CUMPLE
53	0,5	SI CUMPLE	7	SI CUMPLE	260	NO CUMPLE	10	NO CUMPLE	188	NO CUMPLE
54	0,8	SI CUMPLE	7	SI CUMPLE	300	NO CUMPLE	0	SI CUMPLE	330	NO CUMPLE
55	0,6	SI CUMPLE	7	SI CUMPLE	270	NO CUMPLE	0	SI CUMPLE	8	SI CUMPLE
56	0,6	SI CUMPLE	7	SI CUMPLE	270	NO CUMPLE	0	SI CUMPLE	110	SI CUMPLE
57	0,5	SI CUMPLE	7	SI CUMPLE	270	NO CUMPLE	0	SI CUMPLE	118	SI CUMPLE
58	0,6	SI CUMPLE	6	SI CUMPLE	280	NO CUMPLE	0	SI CUMPLE	69	SI CUMPLE
59	0,6	SI CUMPLE	7	SI CUMPLE	290	NO CUMPLE	0	SI CUMPLE	17	SI CUMPLE
60	0,8	SI CUMPLE	7	SI CUMPLE	310	NO CUMPLE	8	NO CUMPLE	310	NO CUMPLE
61	0,6	SI CUMPLE	7	SI CUMPLE	270	NO CUMPLE	0	SI CUMPLE	4	SI CUMPLE
62	0,6	SI CUMPLE	7	SI CUMPLE	290	NO CUMPLE	4	SI CUMPLE	500	NO CUMPLE
63	0,7	SI CUMPLE	7	SI CUMPLE	300	NO CUMPLE	0	SI CUMPLE	33	SI CUMPLE
64	0,6	SI CUMPLE	7	SI CUMPLE	300	NO CUMPLE	0	SI CUMPLE	44	SI CUMPLE
65	0,6	SI CUMPLE	7	SI CUMPLE	290	NO CUMPLE	0	SI CUMPLE	139	SI CUMPLE
66	0,5	SI CUMPLE	7	SI CUMPLE	270	NO CUMPLE	0	SI CUMPLE	129	SI CUMPLE
67	0,6	SI CUMPLE	7	SI CUMPLE	300	NO CUMPLE	0	SI CUMPLE	117	SI CUMPLE
68	0,6	SI CUMPLE	7	SI CUMPLE	300	NO CUMPLE	58	NO CUMPLE	58	SI CUMPLE
69	0,6	SI CUMPLE	7	SI CUMPLE	280	NO CUMPLE	0	SI CUMPLE	35	SI CUMPLE
70	0,6	SI CUMPLE	7	SI CUMPLE	280	NO CUMPLE	0	SI CUMPLE	8	SI CUMPLE
71	0,6	SI CUMPLE	7	SI CUMPLE	280	NO CUMPLE	0	SI CUMPLE	5	SI CUMPLE
72	0,6	SI CUMPLE	7	SI CUMPLE	270	NO CUMPLE	0	SI CUMPLE	23	SI CUMPLE
73	0,2	SI CUMPLE	7	SI CUMPLE	110	NO CUMPLE	39	NO CUMPLE	420	NO CUMPLE
74	0,6	SI CUMPLE	7	SI CUMPLE	270	NO CUMPLE	0	SI CUMPLE	10	SI CUMPLE
75	0,6	SI CUMPLE	7	SI CUMPLE	270	NO CUMPLE	0	SI CUMPLE	390	NO CUMPLE
76	0,6	SI CUMPLE	7	SI CUMPLE	280	NO CUMPLE	0	SI CUMPLE	56	SI CUMPLE
77	0,6	SI CUMPLE	8	SI CUMPLE	270	NO CUMPLE	0	SI CUMPLE	47	SI CUMPLE
78	0,6	SI CUMPLE	7	SI CUMPLE	280	NO CUMPLE	0	SI CUMPLE	46	SI CUMPLE
79	0,6	SI CUMPLE	8	SI CUMPLE	310	NO CUMPLE	4	SI CUMPLE	92	SI CUMPLE
80	0,6	SI CUMPLE	7	SI CUMPLE	270	NO CUMPLE	10	NO CUMPLE	37	SI CUMPLE

81	0,6	SI CUMPLE	7	SI CUMPLE	270	NO CUMPLE	0	SI CUMPLE	5	SI CUMPLE
82	0,5	SI CUMPLE	7	SI CUMPLE	270	NO CUMPLE	0	SI CUMPLE	480	NO CUMPLE
83	0,6	SI CUMPLE	7	SI CUMPLE	270	NO CUMPLE	0	SI CUMPLE	62	SI CUMPLE
84	0,5	SI CUMPLE	7	SI CUMPLE	270	NO CUMPLE	0	SI CUMPLE	146	SI CUMPLE
85	0,6	SI CUMPLE	7	SI CUMPLE	270	NO CUMPLE	0	SI CUMPLE	74	SI CUMPLE
86	0,6	SI CUMPLE	7	SI CUMPLE	270	NO CUMPLE	0	SI CUMPLE	21	SI CUMPLE
87	0,6	SI CUMPLE	8	SI CUMPLE	270	NO CUMPLE	10	NO CUMPLE	349	NO CUMPLE
88	0,6	SI CUMPLE	8	SI CUMPLE	320	NO CUMPLE	0	SI CUMPLE	37	SI CUMPLE
89	0,6	SI CUMPLE	7	SI CUMPLE	270	NO CUMPLE	32	NO CUMPLE	64	SI CUMPLE

INEN 1108,2020

Tabla 14. Valores de los análisis de laboratorio (Nitratos, sulfatos, nitritos, UFC, color)

# de muestra	Nitratos mg/L	Límite permisible 50 mg/L	Sulfatos mg/L	Límite permisible 500 mg/L	Nitritos	Límite permisible 100 mg/L	UFC	Límite permisible < 1UFC - AUSENCIA	Color Pt - Co	Límite permisible 15 Pt - Co
0	4	SI CUMPLE	2	SI CUMPLE	0,005	SI CUMPLE	0,25	SI CUMPLE	115	NO CUMPLE
1	2	SI CUMPLE	6	SI CUMPLE	0,005	SI CUMPLE	0	SI CUMPLE	95	NO CUMPLE
2	0	SI CUMPLE	1	SI CUMPLE	0,001	SI CUMPLE	0	SI CUMPLE	75	NO CUMPLE
3	1	SI CUMPLE	9	SI CUMPLE	0,001	SI CUMPLE	0	SI CUMPLE	20	NO CUMPLE
4	1	SI CUMPLE	2	SI CUMPLE	0,008	SI CUMPLE	0	SI CUMPLE	140	NO CUMPLE
5	2	SI CUMPLE	12	SI CUMPLE	0,007	SI CUMPLE	0	SI CUMPLE	80	NO CUMPLE
6	1	SI CUMPLE	3,3	SI CUMPLE	0,009	SI CUMPLE	0,39	SI CUMPLE	85	NO CUMPLE
7	0	SI CUMPLE	3,2	SI CUMPLE	0,003	SI CUMPLE	0	SI CUMPLE	110	NO CUMPLE
8	4	SI CUMPLE	8	SI CUMPLE	0,008	SI CUMPLE	0	SI CUMPLE	50	NO CUMPLE
9	1	SI CUMPLE	2,9	SI CUMPLE	0,007	SI CUMPLE	0	SI CUMPLE	55	NO CUMPLE

10	1	SI CUMPLE	1	SI CUMPLE	0,001	SI CUMPLE	0	SI CUMPLE	30	NO CUMPLE
11	1	SI CUMPLE	1	SI CUMPLE	0,001	SI CUMPLE	0	SI CUMPLE	55	NO CUMPLE
12	1	SI CUMPLE	1	SI CUMPLE	0,001	SI CUMPLE	0	SI CUMPLE	85	NO CUMPLE
13	1	SI CUMPLE	1	SI CUMPLE	0,004	SI CUMPLE	0	SI CUMPLE	55	NO CUMPLE
14	1	SI CUMPLE	1	SI CUMPLE	0,0027	SI CUMPLE	0,07	SI CUMPLE	105	NO CUMPLE
15	0	SI CUMPLE	1	SI CUMPLE	0,004	SI CUMPLE	0,03	SI CUMPLE	60	NO CUMPLE
16	1	SI CUMPLE	1	SI CUMPLE	0,003	SI CUMPLE	0,21	SI CUMPLE	35	NO CUMPLE
17	0	SI CUMPLE	1	SI CUMPLE	0,001	SI CUMPLE	0,09	SI CUMPLE	50	NO CUMPLE
18	1	SI CUMPLE	1	SI CUMPLE	0,005	SI CUMPLE	0,13	SI CUMPLE	90	NO CUMPLE
19	2	SI CUMPLE	1	SI CUMPLE	0,001	SI CUMPLE	0	SI CUMPLE	20	NO CUMPLE
20	1	SI CUMPLE	1	SI CUMPLE	0,001	SI CUMPLE	2	NO CUMPLE	0	SI CUMPLE
21	3	SI CUMPLE	1	SI CUMPLE	0,0019	SI CUMPLE	0,08	SI CUMPLE	35	NO CUMPLE
22	0	SI CUMPLE	1	SI CUMPLE	0,02	SI CUMPLE	0	SI CUMPLE	0	SI CUMPLE
23	0	SI CUMPLE	16	SI CUMPLE	0,027	SI CUMPLE	0,02	SI CUMPLE	10	SI CUMPLE
24	0	SI CUMPLE	22	SI CUMPLE	0,007	SI CUMPLE	0,03	SI CUMPLE	830	NO CUMPLE
25	1	SI CUMPLE	9	SI CUMPLE	0,0028	SI CUMPLE	0	SI CUMPLE	5	SI CUMPLE
26	1	SI CUMPLE	12	SI CUMPLE	0,002	SI CUMPLE	0,64	SI CUMPLE	50	NO CUMPLE
27	0	SI CUMPLE	7	SI CUMPLE	0,0011	SI CUMPLE	0,05	SI CUMPLE	330	NO CUMPLE
28	0	SI CUMPLE	24	SI CUMPLE	0,002	SI CUMPLE	0,05	SI CUMPLE	320	NO CUMPLE
29	1	SI CUMPLE	1	SI CUMPLE	0,001	SI CUMPLE	0	SI CUMPLE	30	NO CUMPLE
30	1	SI CUMPLE	1	SI CUMPLE	0,008	SI CUMPLE	0,14	SI CUMPLE	30	NO CUMPLE
31	0	SI CUMPLE	1	SI CUMPLE	0,001	SI CUMPLE	0,04	SI CUMPLE	60	NO CUMPLE
32	1	SI CUMPLE	1	SI CUMPLE	0,001	SI CUMPLE	0	SI CUMPLE	55	NO CUMPLE
33	1	SI CUMPLE	1	SI CUMPLE	0,001	SI CUMPLE	0	SI CUMPLE	55	NO CUMPLE
34	0	SI CUMPLE	1	SI CUMPLE	0,001	SI CUMPLE	1,2	NO CUMPLE	30	NO CUMPLE
35	1	SI CUMPLE	1	SI CUMPLE	0,001	SI CUMPLE	0,22	SI CUMPLE	25	NO CUMPLE
36	0	SI CUMPLE	1	SI CUMPLE	0,001	SI CUMPLE	0,06	SI CUMPLE	105	NO CUMPLE
37	0	SI CUMPLE	14	SI CUMPLE	0,0001	SI CUMPLE	0,37	SI CUMPLE	180	NO CUMPLE
38	1	SI CUMPLE	1	SI CUMPLE	0,001	SI CUMPLE	0	SI CUMPLE	45	NO CUMPLE

39	1	SI CUMPLE	1	SI CUMPLE	0,001	SI CUMPLE	0	SI CUMPLE	75	NO CUMPLE
40	1	SI CUMPLE	1	SI CUMPLE	0,15	SI CUMPLE	0	SI CUMPLE	30	NO CUMPLE
41	1	SI CUMPLE	1	SI CUMPLE	0,001	SI CUMPLE	0	SI CUMPLE	35	NO CUMPLE
42	1	SI CUMPLE	1	SI CUMPLE	0,001	SI CUMPLE	0,06	SI CUMPLE	0	SI CUMPLE
43	1	SI CUMPLE	1	SI CUMPLE	0,0001	SI CUMPLE	0,1	SI CUMPLE	25	NO CUMPLE
44	1	SI CUMPLE	1	SI CUMPLE	0,033	SI CUMPLE	0	SI CUMPLE	35	NO CUMPLE
45	1	SI CUMPLE	1	SI CUMPLE	0,005	SI CUMPLE	0	SI CUMPLE	0	SI CUMPLE
46	1	SI CUMPLE	21	SI CUMPLE	0,003	SI CUMPLE	0,02	SI CUMPLE	220	NO CUMPLE
47	0	SI CUMPLE	1	SI CUMPLE	0,001	SI CUMPLE	0,01	SI CUMPLE	0	SI CUMPLE
48	1	SI CUMPLE	1	SI CUMPLE	0,021	SI CUMPLE	0,13	SI CUMPLE	55	NO CUMPLE
49	1	SI CUMPLE	1	SI CUMPLE	0,001	SI CUMPLE	0	SI CUMPLE	65	NO CUMPLE
50	1	SI CUMPLE	1	SI CUMPLE	0,001	SI CUMPLE	0	SI CUMPLE	40	NO CUMPLE
51	2	SI CUMPLE	1	SI CUMPLE	0,001	SI CUMPLE	0	SI CUMPLE	0	SI CUMPLE
52	1	SI CUMPLE	1	SI CUMPLE	0,001	SI CUMPLE	0	SI CUMPLE	0	SI CUMPLE
53	1	SI CUMPLE	1	SI CUMPLE	0,001	SI CUMPLE	0	SI CUMPLE	110	NO CUMPLE
54	0	SI CUMPLE	1	SI CUMPLE	0,031	SI CUMPLE	0,05	SI CUMPLE	20	NO CUMPLE
55	1	SI CUMPLE	1	SI CUMPLE	0,01	SI CUMPLE	0	SI CUMPLE	0	SI CUMPLE
56	1	SI CUMPLE	1	SI CUMPLE	0,003	SI CUMPLE	0,06	SI CUMPLE	15	SI CUMPLE
57	1	SI CUMPLE	1	SI CUMPLE	0,001	SI CUMPLE	0	SI CUMPLE	10	SI CUMPLE
58	6	SI CUMPLE	3	SI CUMPLE	0,002	SI CUMPLE	0	SI CUMPLE	35	NO CUMPLE
59	1	SI CUMPLE	1	SI CUMPLE	0,007	SI CUMPLE	0,15	SI CUMPLE	15	SI CUMPLE
60	0	SI CUMPLE	1	SI CUMPLE	0,009	SI CUMPLE	0,29	SI CUMPLE	25	NO CUMPLE
61	0	SI CUMPLE	1	SI CUMPLE	0,019	SI CUMPLE	0	SI CUMPLE	5	SI CUMPLE
62	0	SI CUMPLE	1	SI CUMPLE	0,001	SI CUMPLE	0	SI CUMPLE	45	NO CUMPLE
63	2	SI CUMPLE	1	SI CUMPLE	0,001	SI CUMPLE	0	SI CUMPLE	30	NO CUMPLE
64	1	SI CUMPLE	1	SI CUMPLE	0,033	SI CUMPLE	0,06	SI CUMPLE	35	NO CUMPLE
65	2	SI CUMPLE	1	SI CUMPLE	0,001	SI CUMPLE	0,23	SI CUMPLE	85	NO CUMPLE
66	1	SI CUMPLE	1	SI CUMPLE	0,001	SI CUMPLE	0	SI CUMPLE	15	SI CUMPLE
67	1	SI CUMPLE	1	SI CUMPLE	0,001	SI CUMPLE	0	SI CUMPLE	65	NO CUMPLE

68	0	SI CUMPLE	1	SI CUMPLE	0,034	SI CUMPLE	2,3	NO CUMPLE	220	NO CUMPLE
69	1	SI CUMPLE	1	SI CUMPLE	0,003	SI CUMPLE	0,01	SI CUMPLE	75	NO CUMPLE
70	1	SI CUMPLE	1	SI CUMPLE	0,001	SI CUMPLE	0	SI CUMPLE	50	NO CUMPLE
71	1	SI CUMPLE	1	SI CUMPLE	0,027	SI CUMPLE	0,6	SI CUMPLE	90	NO CUMPLE
72	1	SI CUMPLE	1	SI CUMPLE	0,001	SI CUMPLE	0	SI CUMPLE	25	NO CUMPLE
73	2	SI CUMPLE	1	SI CUMPLE	0,001	SI CUMPLE	0	SI CUMPLE	70	NO CUMPLE
74	1	SI CUMPLE	1	SI CUMPLE	0,028	SI CUMPLE	0	SI CUMPLE	25	NO CUMPLE
75	1	SI CUMPLE	1	SI CUMPLE	0,001	SI CUMPLE	0	SI CUMPLE	20	NO CUMPLE
76	0	SI CUMPLE	1	SI CUMPLE	0,001	SI CUMPLE	0	SI CUMPLE	5	SI CUMPLE
77	1	SI CUMPLE	9	SI CUMPLE	0,055	SI CUMPLE	0	SI CUMPLE	25	NO CUMPLE
78	1	SI CUMPLE	1	SI CUMPLE	0,001	SI CUMPLE	0	SI CUMPLE	30	NO CUMPLE
79	0	SI CUMPLE	14	SI CUMPLE	0,001	SI CUMPLE	0	SI CUMPLE	45	NO CUMPLE
80	1	SI CUMPLE	1	SI CUMPLE	0,001	SI CUMPLE	0	SI CUMPLE	10	SI CUMPLE
81	2	SI CUMPLE	1	SI CUMPLE	0,001	SI CUMPLE	0	SI CUMPLE	50	NO CUMPLE
82	1	SI CUMPLE	1	SI CUMPLE	0,025	SI CUMPLE	0,6	SI CUMPLE	90	NO CUMPLE
83	1	SI CUMPLE	1	SI CUMPLE	0,001	SI CUMPLE	0	SI CUMPLE	80	NO CUMPLE
84	1	SI CUMPLE	1	SI CUMPLE	0,002	SI CUMPLE	0	SI CUMPLE	85	NO CUMPLE
85	1	SI CUMPLE	1	SI CUMPLE	0,001	SI CUMPLE	0	SI CUMPLE	70	NO CUMPLE
86	0	SI CUMPLE	1	SI CUMPLE	0,01	SI CUMPLE	0	SI CUMPLE	55	NO CUMPLE
87	1	SI CUMPLE	23	SI CUMPLE	0,001	SI CUMPLE	0	SI CUMPLE	60	NO CUMPLE
88	1	SI CUMPLE	21	SI CUMPLE	0,002	SI CUMPLE	0	SI CUMPLE	20	NO CUMPLE
89	1	SI CUMPLE	14	SI CUMPLE	0,033	SI CUMPLE	0	SI CUMPLE	260	NO CUMPLE

 INEN 1108,2020

Tabla 15. Determinación del ICA (Índice de calidad de agua)

Muestra	Distancia metros	ICA	Criterio General	Abastecimiento público
0	0	0,7	Poco contaminado	Necesidad de tratamiento
1	17,6	0,8	Aceptable	Ligera Purificación
2	28	0,7	Poco contaminado	Necesidad de tratamiento
3	38,5	0,8	Aceptable	Ligera Purificación
1	45,2	0,7	Poco contaminado	Necesidad de tratamiento
5	60	0,8	Aceptable	Ligera Purificación
6	63,8	0,7	Poco contaminado	Necesidad de tratamiento
7	58,9	0,8	Aceptable	Ligera Purificación
8	76,4	0,8	Aceptable	Ligera Purificación
9	116	0,8	Aceptable	Ligera Purificación
10	129,3	0,7	Poco contaminado	Necesidad de tratamiento
11	197,1	0,8	Aceptable	Ligera Purificación
12	171,8	0,7	Poco contaminado	Necesidad de tratamiento
13	205	0,7	Poco contaminado	Necesidad de tratamiento
14	350,8	0,8	Aceptable	Ligera Purificación
15	314,1	0,8	Aceptable	Ligera Purificación
16	334,3	0,8	Aceptable	Ligera Purificación
17	251,1	0,8	Aceptable	Ligera Purificación

18	174	0,8	Aceptable	Ligera Purificación
19	151,8	0,8	Aceptable	Ligera Purificación
20	181,7	0,8	Aceptable	Ligera Purificación
21	207,6	0,7	Poco contaminado	Necesidad de tratamiento
22	221,6	0,8	Aceptable	Ligera Purificación
23	93	0,7	Poco contaminado	Necesidad de tratamiento
24	76,7	0,7	Poco contaminado	Necesidad de tratamiento
25	116,2	0,8	Aceptable	Ligera Purificación
26	127,1	0,8	Aceptable	Ligera Purificación
27	180,5	0,7	Poco contaminado	Necesidad de tratamiento
28	151,8	0,7	Poco contaminado	Necesidad de tratamiento
29	166,4	0,7	Poco contaminado	Necesidad de tratamiento
30	185,3	0,8	Aceptable	Ligera Purificación
31	192,5	0,8	Aceptable	Ligera Purificación
32	215,9	0,8	Aceptable	Ligera Purificación
33	252,9	0,8	Aceptable	Ligera Purificación
34	276,4	0,7	Poco contaminado	Necesidad de tratamiento
35	233,5	0,8	Aceptable	Ligera Purificación
36	238,8	0,8	Aceptable	Ligera Purificación
37	223,6	0,7	Poco contaminado	Necesidad de tratamiento
38	267,3	0,8	Aceptable	Ligera Purificación

39	249,4	0,8	Aceptable	Ligera Purificación
40	267,3	0,8	Aceptable	Ligera Purificación
41	287,1	0,8	Aceptable	Ligera Purificación
42	331,4	0,9	No contaminado	No requiere purificación
43	318,8	0,8	Aceptable	Ligera Purificación
44	325	0,8	Aceptable	Ligera Purificación
45	337,3	0,9	No contaminado	No requiere purificación
46	281,7	0,7	Poco contaminado	Necesidad de tratamiento
47	355,4	0,8	Aceptable	Ligera Purificación
48	304,4	0,8	Aceptable	Ligera Purificación
49	285,5	0,7	Poco contaminado	Necesidad de tratamiento
50	302,2	0,8	Aceptable	Ligera Purificación
51	364,2	0,9	No contaminado	No requiere purificación
52	356,4	0,9	No contaminado	No requiere purificación
53	408,5	0,6	Poco contaminado	Necesidad de tratamiento
54	433,3	0,7	Poco contaminado	Necesidad de tratamiento
55	408,9	0,9	No contaminado	No requiere purificación
56	434,4	0,9	No contaminado	No requiere purificación
57	416,9	0,9	No contaminado	No requiere purificación
58	405,7	0,8	Aceptable	Ligera Purificación
59	396,1	0,9	No contaminado	No requiere purificación

60	397,3	0,6	Poco contaminado	Necesidad de tratamiento
61	408,7	0,9	No contaminado	No requiere purificación
62	393,9	0,7	Poco contaminado	Necesidad de tratamiento
63	457,2	0,8	Aceptable	Ligera Purificación
64	461,5	0,8	Aceptable	Ligera Purificación
65	498,6	0,8	Aceptable	Ligera Purificación
66	504,5	0,9	No contaminado	No requiere purificación
67	524,6	0,8	Aceptable	Ligera Purificación
68	497,8	0,6	Poco contaminado	Necesidad de tratamiento
69	468,7	0,8	Aceptable	Ligera Purificación
70	489,4	0,8	Aceptable	Ligera Purificación
71	461,9	0,8	Aceptable	Ligera Purificación
72	512,6	0,8	Aceptable	Ligera Purificación
73	523,9	0,6	Poco contaminado	Necesidad de tratamiento
74	544,5	0,8	Aceptable	Ligera Purificación
75	582,7	0,7	Poco contaminado	Necesidad de tratamiento
76	584,2	0,9	No contaminado	No requiere purificación
77	559,4	0,8	Aceptable	Ligera Purificación
78	546,3	0,8	Aceptable	Ligera Purificación
79	519	0,8	Aceptable	Ligera Purificación
80	554,9	0,8	Aceptable	Ligera Purificación

81	584,9	0,8	Aceptable	Ligera Purificación
82	618,7	0,7	Poco contaminado	Necesidad de tratamiento
83	624,2	0,8	Aceptable	Ligera Purificación
84	625,4	0,8	Aceptable	Ligera Purificación
85	580,2	0,8	Aceptable	Ligera Purificación
86	609	0,8	Aceptable	Ligera Purificación
87	626,8	0,6	Poco contaminado	Necesidad de tratamiento
88	678,6	0,8	Aceptable	Ligera Purificación
89	661,2	0,7	Poco contaminado	Necesidad de tratamiento

García, 2014

Tabla 16. Modelo de encuesta

Preguntas	Respuestas
Usted percibe, que el agua potable que llega a su hogar muestra color:	SI 92% NO 8%
Usted percibe, que el agua potable que llega a su hogar muestra sabor:	SI 97% NO 3%
Usted percibe, que el agua potable que llega a su hogar muestra olor:	SI 95% NO 5 %
Usted percibe, que el agua potable que llega a su hogar muestra residuos arenosos:	SI 100% NO 0 %
Como percibe usted la presión del agua que llega a través de su red de distribución local:	Buena 0% Regular 67% Insuficiente 33%
En su percepción, ¿el servicio de agua se mantiene de manera continua?	SI 15% NO 85%
Bajo su criterio, ¿Cómo percibe la calidad del servicio de agua que llega a través de la red local a su hogar?	Buena 0% Regular 26% Insuficiente 74%
¿Paga usted por el agua que llega a su hogar a través de la red local?	SI 100% NO 0%
¿Está usted de acuerdo con la tarifa del servicio de agua potable que llega a su hogar?	SI 100% NO 0%
¿Conoce usted algún estatuto o reglamento sobre la calidad de agua?	SI 0% NO 100%
¿En algún momento ha sido informado usted, sobre los análisis del agua del sector por parte de las autoridades?	SI 0% NO 100%
¿Conoce usted, si se realiza mantenimiento u operaciones sobre el sistema de agua potable en la red de distribución local?	SI 0% NO 100%

Franco, 2022 modificado de Márquez y Ortega, 2017



Figura 4. Zona de toma de muestras con eje en el pozo fuente en la comunidad. Franco, 2022

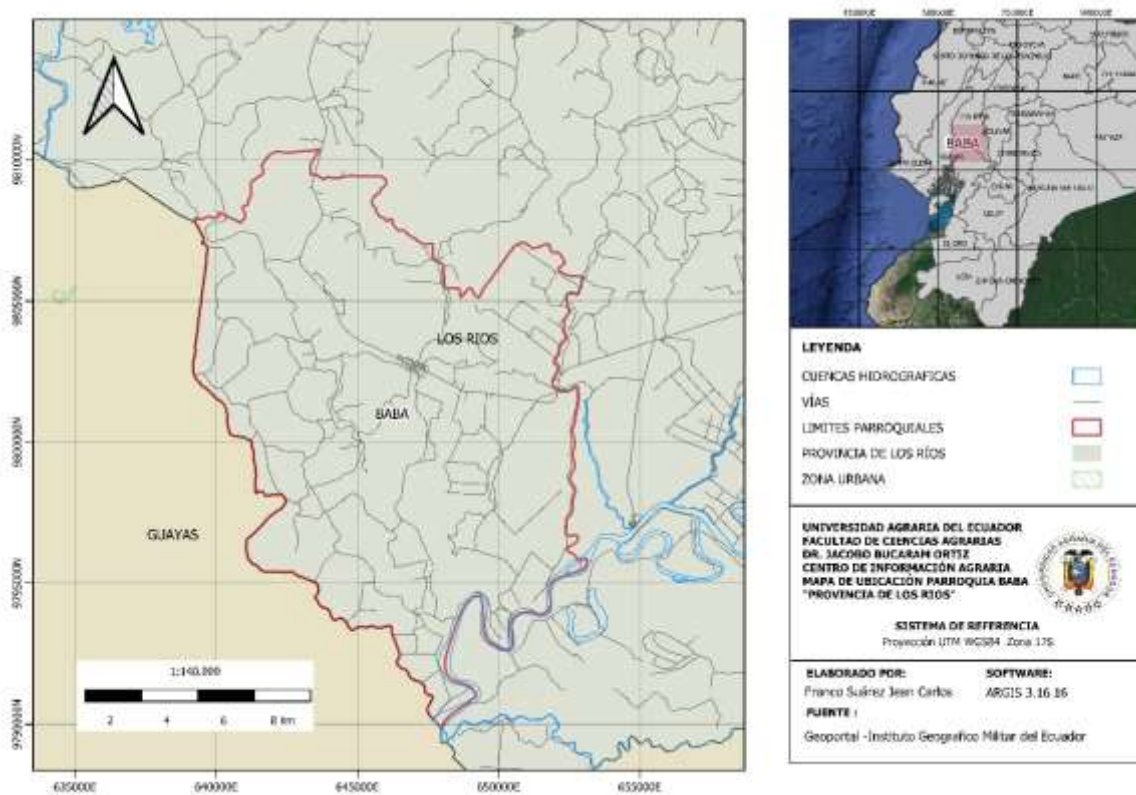


Figura 5. Mapa de ubicación de la comunidad Baba, Los Ríos – Ecuador. Franco, 2022

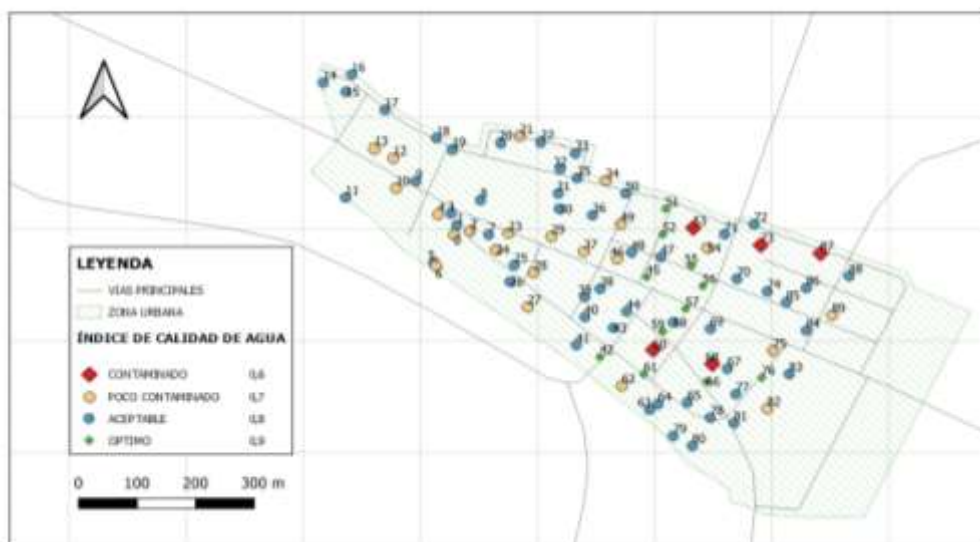
INDICE DE CALIDAD DE AGUA BABA PROVINCIA DE LOS RIOS - ECUADOR 2022

Figura 6. Zona de toma de muestras con eje en el pozo fuente en la comunidad. Franco, 2022



Figura 7. Encuesta sobre la calidad del agua, Baba - Los Ríos. Franco, 2022



Figura 8. Encuesta a adulto mayor en el parque central de la localidad, Baba - Los Ríos.
Franco, 2022



Figura 9. Encuestas sobre fuentes de consumo de agua de la localidad, Baba - Los Ríos.
Franco, 2022



Figura 10. Toma de muestras en tanque elevado Baba - Los Ríos.
Franco, 2022



Figura 11. Recolección de muestras en estación de buses Isla de Bejucal.
Baba - Los Ríos.
Franco, 2022



Figura 12. Determinación de pH, In situ. Baba - Los Ríos.
Franco, 2022



Figura 13. Recolección de muestras en zona periférica a nuevo centro de diálisis Baba - Los Ríos.
Franco, 2022

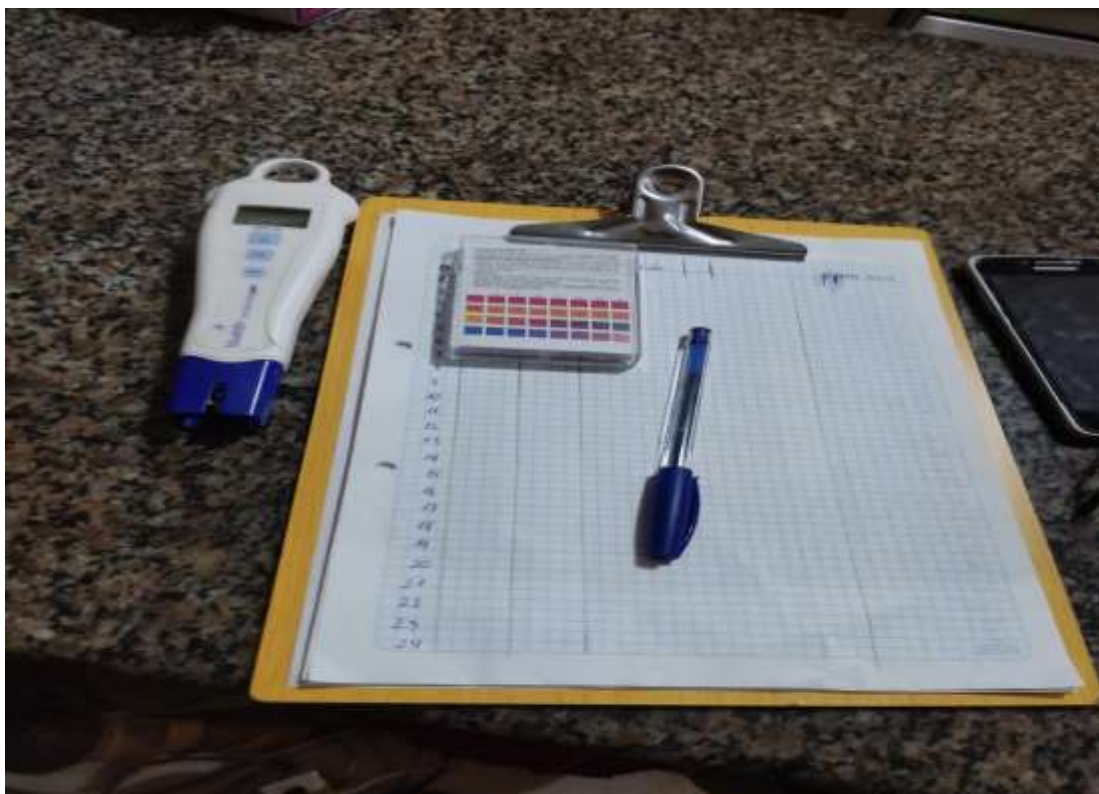


Figura 14. Determinación de ec. Baba - Los Ríos.
Franco, 2022



Figura 15. Preparación de agar para determinación de UFC en laboratorio de microbiología. Universidad Agraria del Ecuador sede Gye.
Franco, 2022



Figura 16. Siembra de colonias en laboratorio de microbiología. Universidad Agraria del Ecuador sede Gye.
Franco, 2022

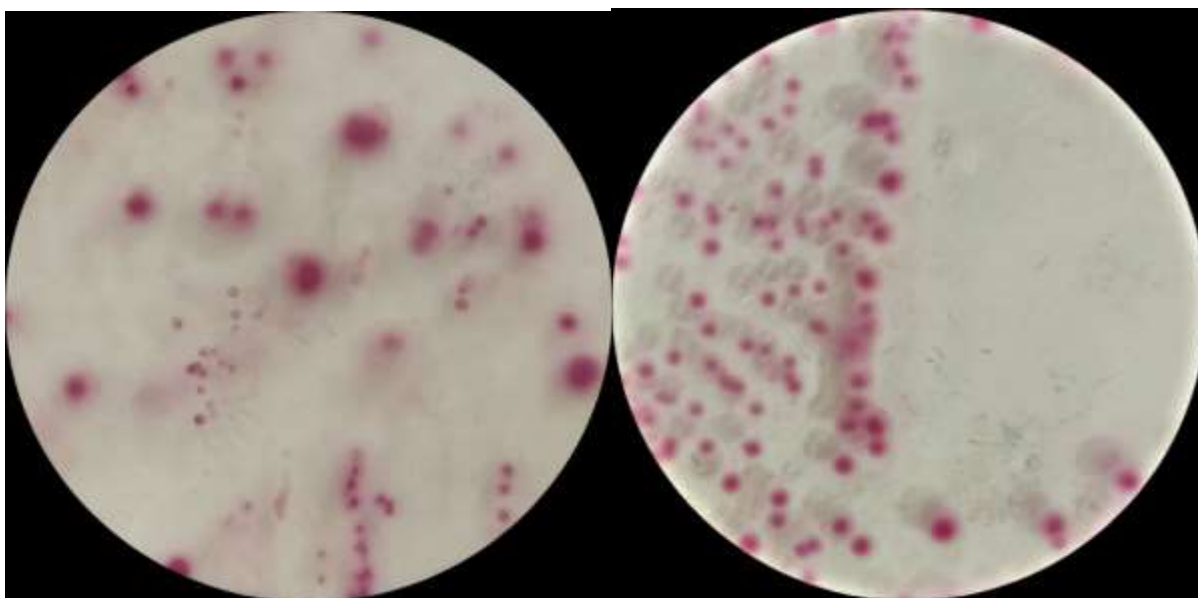


Figura 17. Presencia de UFC. Universidad Agraria del Ecuador sede Gye.
Franco, 2022



Figura 18. Determinación de dureza, Gye – Ecuador.
Franco, 2022



Figura 19. Conteo y análisis de UFC en laboratorio de microbiología. Universidad Agraria del Ecuador sede Gye.
Franco, 2022

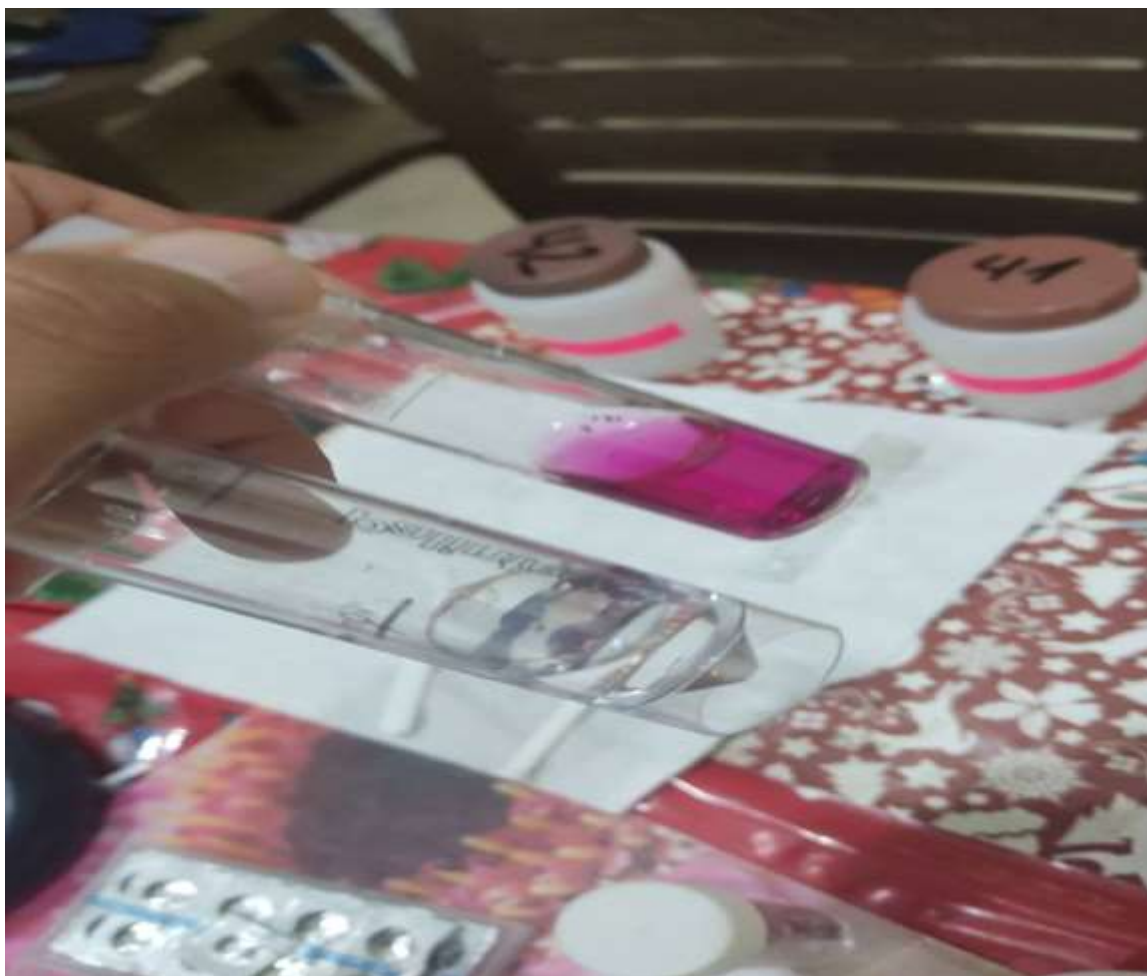


Figura 20. Determinación de sulfatos. Gye – Ecuador.
Franco, 2022

Anexo A. Acciones respectivas a la calidad de agua

1. Adecuaciones de tratamiento

En afinidad con los resultados obtenidos se recomienda una fase de mejoras en el sistema de potabilización relacionadas con:

- Perfeccionamiento de dosis de cloro, con el fin de reducir su volumen de uso.
- Prospección continúa de floculantes utilizados.
- Variación en la dosificación general de cloración y modificación de un sistema de clorado individual por tuberías, ajustando las dosis en relación a pérdidas de cloro previstas en cada línea respectiva (Castillo, Unda y Quituisaca, 2019).

2. Instauración de un programa de funcionamiento de filtros

Eliminar microorganismos en el tratamiento de agua se alcanza a través de procesos físico químicos tales como la coagular, decantar y filtrar mientras que complementariamente se da una desinfección a niveles adecuados permitiendo así la inactivación completa de microorganismos (usualmente menor que 0,01%). Teniendo en cuenta la resistencia de estos a los procesos actuales la forma más eficaz y eficiente es mediante la optimización de los procesos mencionados (Hernández y Acebo, 2017).

Tomando en cuenta de manera exclusiva el sistema de filtración es necesario orientar su régimen a un objetivo de máxima calidad, esto mediante la modificación de los criterios de frecuencia y método de lavado de filtros. Para un mejor control se sugiere la instalación de múltiples turbidímetros en un sistema continuo de manera que la calidad sea controlada de manera unitaria y el uso del filtro sea pausado cuando los niveles de turbidez excedan los valores consignados según las normativas actuales vigentes, adecuándose para cada situación un método de

mantenimiento, reemplazo o limpieza óptimo. Este programa se llevará a ejecución mediante los recursos propios del año en función. (Herrera, Castañeda y García, 2020)

3. Sistema continuo de control de calidad

Estos se llevan a cabo en tiempo real mediante la implementación de un laboratorio de análisis microbiológico básico y se establecen los puntos y parámetros siguientes: Agua de entrada a la planta o agua bruta:

Materia orgánica UV, carbón orgánico, pH, conductividad, temperatura, amoníaco, turbiedad (Molina, 2018).

— Agua en decantación:

Dureza, pH, turbiedad, cloruros, materia orgánica, carbón orgánico.

— Agua filtrada:

Cloro residual, materia orgánica, carbón orgánico, turbiedad, color.

— Agua de distribución o agua de salida:

Cloro residual, aluminio residual, turbiedad, pH, turbiedad.

— Depósitos elevados (tanques de reserva):

Turbiedad, cloro residual, pH

(INEN, 2013)

4. Acciones respecto al control de calidad

En la planta de potabilización se propone un exhaustivo seguimiento de calidad en el proceso de producción y posterior emisión a la red de abastecimiento local con los siguientes fines:

— Investigar el rendimiento de los productos usados en el proceso de potabilización con el fin de determinar dosis óptimas, bajo la premisa de la obtención del rendimiento máximo en los procesos.

— Controlar el nivel de calidad de los reactivos usados en los procesos de tratamiento.

— Obtener y sobrepasar los objetivos de calidad establecidos en las normativas en vigencia

(Anexo 1 del AM-097 – Inen 1108 sexta revisión 2020-04 Parámetros de Agua potable)

Es importante llevar a cabo técnicas analíticas debido a que de esta manera se obtiene mayor y mejor información entiéndase técnicas de muestreo y análisis continuo.

5. Sistema dis-continuo de control de calidad

Comprende el siguiente calendario establecido de forma rutinaria:

Se deben establecer periodos de revisión:

— Quincenales, o cuando se detentan alteraciones del agua bruta

— Mensuales, Control de niveles de sulfato y seguimiento de reactivos

— Esporádico, Manganeso y hierro, plomo, cadmio, cobre y Zinc, ni.

(Shames, 1998)

6. Seguimiento de calidad de aguas potables suministradas para el consumo público

— Controlar los niveles de agentes desinfectantes es decir la verificación dentro de los límites

— Controlar los objetivos de calidad establecidos en la normativa vigente

— Sostener un sistema eficiente de información especialmente de la planta potabilizadora con el fin de permitir el continuo conocimiento del estado sanitario del agua

(INEN, 2013)

7. Proceso de mejora e idoneidad de instalaciones

7.1 Uso de carbón activo

En los procesos de potabilización, el carbón activo tiende a usarse de dos distintas formas.

Mediante la suma al agua bruta con el objetivo de favorecer la materia orgánica suspendida para la posterior eliminación en el sistema de fangos. Con la habilitación de una planta de tratamiento de fangos se podrá emplear el carbón activo en el momento en que el agua en bruto con características nocivas lo amerite; las instalaciones de tratamientos de fangos tienden a tener un bajo costo sin embargo la adquisición de carbón activo el cual no se recupera es todo lo contrario (LENNTECH, 2017).

7.2 Dosificación de hipoclorito en sistema continuo

Deberán ser ubicados en la salida de cada una de las tuberías principales dosificadores de cloro en continuo con la finalidad de tener una máxima precisión en la cantidad de cloro contenida a la salida del sistema de potabilización (OMS, 2009).

7.3 Control de caudales

Con el objetivo de comprender con el menor rango de error posible el volumen de agua puesta en el sistema de distribución se estipula la colocación de contadores electromagnéticos en los sistemas de salida. Estos elementos permiten el seguimiento del caudal de manera continua, esta información de gran relevancia ya que con ellos se puede ajustar a la realidad el modelo de cálculo hidráulico de manera certera, esto nos ayudara a identificar pérdidas de agua por roturas dentro de las tuberías principales (Oyoloa y Medina, 2018).

7.4 Mejora y renovación de la red hídrica

Una red de agua debe ofrecer caudal, calidad y presión adecuados a través del tiempo. Esta meta se puede materializar mediante la renovación minuciosa del sistema de distribución especialmente en sus secciones más problemáticas y obsoletas de la mano con los siguientes criterios y prioridades (Banco Interamericano de desarrollo [BID], 2017).

7.4.1 Antigüedad

A causa de los impactos durante el desarrollo de obras y el paso del tiempo las materias de la red envejecen y se tornan degradados de acuerdo al flujo interno del agua. Cabe mencionar que esto vuelve vulnerable a la red a la existencia de fugas por pérdida y agresión del material; por esta razón se deben proyectar renovaciones en tuberías aprovechando de manera conjunta la renovación de calles, preferiblemente con datación mayor a 50 años (Andrade y Cajas, 2018).

7.4.2 Materiales

Con el paso del tiempo se han usado tuberías de diversos materiales, esto es debido a la aparición de materiales nuevos con el objetivo de resolver problemas que planteaban los anteriores; otro motivo de la renovación o sustitución de algún tipo de tubería será la certeza de no idoneidad sanitaria es decir en caso de que el material tienda a aportar al recurso agua algún componente patógeno para la salud (U. S. Environmental Protection Agency [EPA], 2016).