



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

**PROYECTO DE TITULACIÓN
EVALUACIÓN DE LA CALIDAD DE AGUA
PARA EL CONSUMO HUMANO DEL
SECTOR “LAS LOMAS” CANTÓN ALFREDO
BAQUERIZO MORENO, GUAYAS
TRABAJO DESCRIPTIVO**

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

**AUTOR
AGUIRRE CELLAN HOLGER DANIEL**

**TUTOR
ING.FREDDY GAVILANEZ LUNA, PhD**

MILAGRO – ECUADOR

2023



UNIVERSIDAD AGRARIA DEL ECUADOR
FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS
CARRERA DE INGENIERIA AMBIENTAL

APROBACIÓN DEL TUTOR

Yo, **PhD. GAVILANEZ LUNA FREDDY**, 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 PARA EL CONSUMO HUMANO DEL SECTOR “LAS LOMAS” CANTÓN ALFREDO BAQUERIZO MORENO, GUAYAS**, realizado por el estudiante **AGUIRRE CELLAN HOLGER DANIEL**; con cédula de identidad N°0958622110 de la carrera de **INGENIERIA AMBIENTAL**, Unidad Académica Milagro, 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,

.....
Ing. Freddy Gavilánez Luna, Ph.D
DIRECTOR TRABAJO DE TITULACIÓN

Milagro, 23 de octubre del 2023



**UNIVERSIDAD AGRARIA DEL ECUADOR
FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS
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 PARA EL CONSUMO HUMANO DEL SECTOR “LAS LOMAS” CANTÓN ALFREDO BAQUERIZO MORENO, GUAYAS** realizado por la estudiante **AGUIRRE CELLAN HOLGER DANIEL**, el mismo que cumple con los requisitos exigidos por la Universidad Agraria del Ecuador.

Atentamente,

PhD. Mariela Carrera Maridueña
PRESIDENTE

Ing. Angel Carrasco Schuldt, M.Sc.
EXAMINADOR PRINCIPAL

Ing. Cristian Flores Cadena, M.Sc.
EXAMINADOR PRINCIPAL

PhD. Freddy Gavilánez Luna
EXAMINADOR SUPLENTE

Milagro, 23 de octubre del 2023

Dedicatoria

Dedico este trabajo de titulación especialmente a mis padres, ya que, siempre han estado presentes brindándome su amor y apoyo incondicional, permitiéndome alcanzar mis metas encaminándome a convertirme en un buen hombre y un gran profesional.

A mi mami Albina por ser mi apoyo y compañía en lo largo de estos años.

A mis hermanas que me ayudaron en toda mi etapa universitaria.

A todas mis tías que me brindaron su apoyo, palabras de aliento y me dieron ánimos para seguir adelante.

De manera especial a mi abuelito mi Papi Beni que desde el cielo cuida de mi y de toda mi familia, su recuerdo siempre me acompaña.

Agradecimiento

Agradeciendo principalmente a Dios por brindarme sabiduría y guiarme siempre por el buen camino.

Al Ing. Fernando Morejón que me guio brindándome conocimientos para la ejecución de mi trabajo de titulación.

A mi tutor el Dr. Freddy Gavilánez Luna por ayudarme a gestionar correctamente mi trabajo de estudio.

De manera especial a toda mi familia: padres, hermanos, tíos, abuelos, amigos y conocidos que me ayudaron en el proceso para lograr titularme, brindándome su apoyo y buenos consejos, sin ellos no habría sido posible este logro importante.

Autorización de Autoría Intelectual

Yo **AGUIRRE CELLAN HOLGER DANIEL** en calidad de autor del proyecto realizado, sobre **EVALUACIÓN DE LA CALIDAD DE AGUA PARA EL CONSUMO HUMANO DEL SECTOR “LAS LOMAS” CANTÓN ALFREDO BAQUERIZO MORENO, GUAYAS** para optar el título de **INGENIERO 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.

Milagro, octubre 23 del 2023

.....
AGUIRRE CELLAN HOLGER DANIEL

C.I. 0958622110

Índice General

APROBACIÓN DEL TUTOR	2
APROBACIÓN DEL TRIBUNAL DE SUSTENTACIÓN	3
Dedicatoria.....	4
Agradecimiento	5
Autorización de Autoría Intelectual	6
Índice de tablas	10
Índice de figuras	11
Resumen	12
Abstrac.....	13
1. Introducción	14
1.1 Antecedentes del problema.....	14
1.2 Planteamiento y formulación del problema	16
1.2.1 Planteamiento del problema.....	16
1.2.2 Formulación del problema.....	17
1.3 Justificación de la investigación.....	17
1.4 Delimitación de la investigación	18
1.4 Objetivo general.....	19
1.5 Objetivos específicos	19
1.6 Hipótesis.....	19
2. Marco teórico.....	20
2.1 Estado del arte.....	20
2.2 Bases teóricas.....	23
2.2.1 Agua potable.....	23
2.2.2 Evaluación de calidad de agua.....	23

2.2.3 Planta de tratamientos de agua potable	23
2.2.4 Sistema de abastecimiento de agua potable	23
2.2.5 Análisis bacteriológicos	23
2.2.6 Límite máximo permisible	24
2.2.7 Parámetros físicos	24
2.2.8 Parámetros químicos	25
2.2.9 Dureza	26
2.2.10 pH	26
2.2.11 Sulfatos	26
2.2.12 Nitritos.....	26
2.2.13 Alcalinidad	26
2.2.14 Calcio	27
2.2.15 Cloruros	27
2.2.16 Magnesio y Hierro	27
2.2.17 Parámetros biológicos	27
2.2.18 Enfermedades transmitidas por el agua.....	27
2.3 Marco legal	28
3. Materiales y métodos	32
3.1 Enfoque de la investigación	33
3.3.1 Tipo de investigación.....	33
3.3.2 Diseño de investigación.....	34
3.2 Metodología.....	34
3.2.1 Variables	34
3.2.2 Recolección de datos	35
3.2.3 Análisis estadístico	37
4 Resultados.....	38
4.1. Resultados de los parámetros físicos, químicos y biológicos para determinar la calidad del agua para consumo de la planta potabilizadora del cantón Alfredo Baquerizo Moreno, Guayas.....	38
4.2 Riesgos a la salud humana por el consumo de agua en estado de potabilización inadecuado según el Índice de riesgo de la calidad del agua para Consumo Humano (IRCACH).....	40
4.2 Medidas de prevención sanitaria para la planta de abastecimiento de agua potable del cantón Alfredo Baquerizo Moreno, Guayas.....	44
4.2.1. Proceso de operación de la planta de tratamiento de agua potable del cantón Alfredo Baquerizo Moreno (Jujan).....	44

4.3. Medidas de prevención Sanitarias.....	46
5. Discusión.....	47
6. Conclusión	49
7. Recomendación	50
8. Bibliografía	51
9. Anexos	57

Índice de tablas

Tabla 1. Criterios de calidad de fuentes de agua para consumo humano y domésticos según el acuerdo ministerial 097-A.....	32
Tabla 2. Resultados de los parámetros físico-químicos del agua de la planta potabilizadora del cantón Alfredo Baquerizo Moreno (Jujan).....	38
Tabla 3. Resultados de los parámetros biológicos del agua de la planta potabilizadora del cantón Alfredo Baquerizo Moreno (Jujan).....	39
Tabla 4. Resultados de los parámetros físico-químicos del agua de una vivienda al azar del sector “Las Lomas.....	39
Tabla 5. Resultados de los parámetros biológicos del agua de una vivienda al azar del sector “Las Lomas.....	40
Tabla 6. Niveles de riesgo en la calidad del agua para consumo humano.....	41
Tabla 7. Puntajes del IRCACH por cada parámetro.....	41
Tabla 8. Calificación de los parámetros físico-químicos del agua para determinar los riesgos en la salud de la población “Las Lomas “según el Índice de riesgo de la calidad del agua para Consumo Humano (IRCACH).....	42
Tabla 9. Calificación de los parámetros biológicos del agua para determinar los riesgos en la salud de la población “Las Lomas “según el Índice de riesgo de la calidad del agua para el Consumo Humano (IRCACH).....	43

Índice de figuras

Figura 1. Proceso de potabilización de la planta del cantón Alfredo Baquerizo Moreno.....	45
Figura 2. muestreo del agua tratada en la planta potabilizadora del cantón Jujan.....	57
Figura 3. Muestreo del agua de grifo de vivienda del sector “Las Lomas”.....	57
Figura 4. Panel de control de encendido y apagado de las bombas.....	57
Figura 5. Bombas de captación de agua del pozo.....	58
Figura 6. Visualización del pozo de captación.....	58
Figura 7. Llaves de paso de captación de agua.....	58
Figura 8. Recorrido por instalaciones de la planta de tratamiento.....	59
Figura 9. Recorrido por Torres de aireación A y B.....	59
Figura 10. Proceso desarenador para retrolavado.....	59
Figura 11. Salida de lodos de retrolavado (arena proveniente del pozo).....	60
Figura 12. Cuarto de bombas pre y post cloración.....	60
Figura 13. Bombas de abastecimiento de agua potable al cantón Alfredo Baquerizo Moreno.....	60
Figura 14. Análisis físico-químico del agua tratada en la planta potabilizadora del cantón Alfredo Baquerizo Moreno (Jujan).....	61
Figura 15. Análisis físico-químico del agua tratada en una vivienda al azar del sector “Las Lomas” cantón Alfredo Baquerizo Moreno (Jujan).....	62
Figura 16. Análisis Biológico del agua tratada en la planta potabilizadora del cantón Alfredo Baquerizo Moreno (Jujan).....	63
Figura 17. Análisis Biológico del agua tratada en una vivienda al azar del sector “Las Lomas” del cantón Alfredo Baquerizo Moreno (Jujan).....	64

Resumen

El objetivo de esta investigación fue verificar la calidad de agua que consumen los moradores del sector “Las Lomas” e indirectamente el resto del cantón Alfredo Baquerizo Moreno (Jujan) en la provincia del Guayas. El trabajo de investigación se llevó a cabo debido al desconocimiento de los moradores sobre el estado de calidad de agua que provee la planta de tratamiento de agua potable del cantón Jujan, de igual manera se priorizó la investigación por rumores de malestares estomacales presentados por algunos niños del sector en estudio. Por la incertidumbre en la población fue necesario realizar análisis físico-químicos y biológicos, los cuales mediante la comparación con la tabla 1. Criterios de calidad de agua para consumo humano y domésticos del acuerdo ministerial 097-A, lograron cerciorar la calidad del agua que consumen los moradores del sector “Las Lomas”. Se obtuvo como resultado que los parámetros estudiados se encuentran dentro de los límites máximos permisibles para su consumo, estableciéndose que el agua se encuentra apta para su consumo. Para determinar las afectaciones en la salud se empleó el Índice de Riesgo de Calidad del Agua para Consumo Humano (IRCACH) la cual califica con nivel de riesgo muy bajo, bajo, medio y alto; con lo que se definió un nivel de riesgo bajo para cada parámetro estudiado en los análisis. De igual manera fue de suma importancia la creación de propuesta de medidas de prevención sanitarias con la finalidad de precautelar y mejorar la gestión en la planta de tratamiento de agua potable.

Palabras claves: agua potable, IRCACH, medidas de prevención, parámetros, tratamientos.

Abstrac

The objective was verify the quality of water consumed by the residents of the “Las Lomas” sector and the rest of the Alfredo Baquerizo Moreno canton (Jujan). The research carried out due to the lack of knowledge about the state of water quality provided by the drinking water treatment plant of the Jujan canton . The investigation prioritized due to the rumors of stomach upsets presented by some children from the area under study. Due to the uncertainty in the population, it was necessary to carry out physical-chemical and biological analyses by comparing them with Table 1 Quality criteria of water sources for human and domestic consumption of the ministerial agreement 097-A, managing to ascertain the quality of water they consume the residents of the “Las Lomas” sector as a result that parameters studied are within the maximum permissible limits for consumption, establishing that the water is suitable for consumption. Determining effects on health, the Risk Index of Water Quality for Human Consumption (IRCACH) used, which qualifies with a very low, low, medium, and high level of risk. Award a low-risk for each parameter studied in the analyses. In the same way, the proposal for sanitary prevention measures was of the utmost importance to protect, control, and improve the management carried out in the drinking water treatment plant.

Keywords: Drinking water, IRCACH, prevention measures, parameters, treatments.

1. Introducción

1.1 Antecedentes del problema

El agua es el recurso natural vital para la vida del ser humano, los animales y plantas. Es utilizada para distintos fines, el más importante para el consumo humano, por lo que es de suma importancia la calidad de este líquido vital. En efecto según Uriburu (2018), se menciona que las fuentes de agua para consumo humano varían en cantidad y calidad desde el núcleo familiar, pasando por pequeñas comunidades y ciudades hasta grandes centros urbanos., por lo tanto, el acceso al agua de calidad es una necesidad primaria y un derecho humano fundamental.

Aguilar y Obando (2020) manifiestan que el término calidad de agua se asocia a un conjunto de parámetros físicos-químicos y biológicos cuyo monitorio concede información verificada sobre el estado en que se encuentra el agua., asegurando las condiciones apropiadas para el uso y consumo, y así, tener un control eficiente del líquido vital.

Según la Organización Mundial de la Salud (OMS) (2017) indico en su informe anual que, en el 2017, a nivel global, aproximadamente tres de cada diez o 2100 millones de seres humanos, carecen de suministros de agua en estado de calidad adecuada, y seis de cada diez o 4500 millones, no cuentan con acceso de agua para sus hogares.

OMS (2015) afirma que “El 88% de las enfermedades gastrointestinales se derivan del abastecimiento de agua insegura, con poca higiene y desinfección inadecuada”.

Por lo tanto, Según Forde, Izurieta, Ôrmeci, Arellano, y Mitchell (2019) mencionan que el agua que injieren los seres humanos debe encontrarse limpiay depurada de contaminantes químicos y biológicos. Las afectaciones para la salud

que se originan del consumo de agua en mal estado varían desde efectos graves como enfermedades estomacales, hasta efectos de largo plazo como cáncer, retraso en el desarrollo físico y neurológico infantil.

Ríos, Agudelo y Gutiérrez (2017) es de vital importancia conservar la calidad del agua destinada a la ingesta y lavado de productos alimenticios, impulsando operaciones adecuadas para su tratamiento y correcta desinfección, puesto que, la correcta operación de las plantas de tratamiento evita la proliferación de enfermedades como enterovirus, virus de la hepatitis, gastroenteritis entre otros.

Uriburu (2018) manifiesta que “la evaluación de la calidad del agua que suministra un sitio de captación es la base para tomar medidas preventivas”.

En tal sentido Dueñas, Dorado, Espinosa y Suescún (2018) manifestaron que la inspección y el control adecuado de los procesos en las plantas de tratamiento de agua potable; permiten tomar decisiones que guíen a la mejora continua de sus operaciones, con la finalidad de acrecentar el progreso de su calidad de agua y, de tal modo, beneficiar a la salud de los seres humanos, contrarrestando la propagación de enfermedades estomacales.

Garabito (2021) analizo que para los años del 2015 al 2016 mediante el empleo de la herramienta IRCA (índice de riesgo para la calidad de agua potable) se detectó alcances de niveles de riesgo alto y medio en la salud en su mayoría de infantes del municipio de Boyacá en Colombia, el estudio demostró que factores como el desacierto en las operaciones de tratamiento de agua y la poca aplicación de tecnologías modernas pueden afectar drásticamente el bienestar de una comunidad o ciudad.

1.2 Planteamiento y formulación del problema

1.2.1 Planteamiento del problema

OMS (2011) menciona que “Las infecciones estomacales relacionadas con el agua potable con proceso de desinfección inadecuado continúan siendo motivo principal de mortandad en países de tercer mundo”.

Según la OMS (2022) el estado del agua con la propagación de enfermedades se encuentra estrechamente relacionadas, debido a que el saneamiento deficiente del agua genera afectaciones gastrointestinales como el cólera, diarreas, la hepatitis A, la fiebre tifoidea. Si existe falta de servicios de desinfección y saneamiento adecuado, la población correrá riesgos a la salud que son posibles de prevenir.

El cantón Alfredo Baquerizo Moreno (Jujan) cuenta con una planta de agua potable que abastece a toda la cabecera cantonal, la misma que entro en funcionamiento en el año 2019 siendo una gran opción para cambiar el sistema de abastecimiento anterior desarrollado por medio de tanque elevado.

Sin embargo, la población al no constatar el desempeño del actual sistema de abastecimiento, desconoce el estado de calidad del líquido vital y si estas no sobrepasaban los límites permisibles para el consumo humano según el acuerdo Ministerial 097-A Tabla 1 “Criterios de calidad de fuentes de agua para consumo humano y domésticos”.

Esta duda se originó debido a los rumores de enfermedades estomacales en algunos niños del sector, siendo motivo de preocupación en los padres de familia. Por ello, la situación actual del funcionamiento de la planta potabilizadora generaba incertidumbre en los ciudadanos de la localidad, por lo tanto, fue necesario cerciorar el estado de la calidad del agua que llega a los hogares del sector “Las Lomas” y

del cantón Alfredo Baquerizo Moreno.

1.2.2 Formulación del problema

¿Beneficio a la población conocer el estado del agua para consumo que provee la planta de abastecimiento de agua potable del cantón Alfredo Baquerizo Moreno “Jujan”?

¿Los resultados permitieron plantear una propuesta de medidas de prevención e higiene en la planta de abastecimiento de agua potable del cantón Alfredo Baquerizo Moreno “Jujan”?

1.3 Justificación de la investigación

Esta investigación se justificó debido a que generó resultados que demostraron y verificaron la calidad de agua potable la cual tienen acceso los moradores del sector “Las lomas”, esto mediante la medición de análisis de parámetros físicos, químicos y biológicos según el acuerdo ministerial 097-A tabla 1, que estimó el cumplimiento de los límites permisibles para su consumo.

Posteriormente, se logró determinar el daño a la salud humana por la ingesta del agua de la planta mediante el empleo del IRCACH (Índice de Riesgo de la Calidad de Agua para Consumo Humano) como herramienta para calificar el nivel de riesgo para el consumo.

Se mostro de igual manera los resultados de los análisis a la población del sector investigado y del cantón, con la finalidad de conocer el estado de calidad del agua para consumo que abastece la planta al cantón Alfredo Baquerizo Moreno provincia del Guayas.

Los resultados del trabajo de investigación, permitieron proponer medidas de prevención sanitaria para el funcionamiento de la planta de agua potable del cantón Alfredo Baquerizo Moreno.

Barrios (2022) menciona que las operaciones de baja desinfección y sanidad de la infraestructura y dispositivos en plantas de abastecimiento de agua potable es una de las primordiales causas de afectaciones en la salud de la sociedad, debido que el suministro de agua potable en condiciones óptimas es una necesidad básica a nivel mundial, actualmente existe poco interés en el mantenimiento de los procesos de potabilización del agua para uso y consumo humano en sus distintos métodos, generando repercusiones instantáneas o largo plazo en los hogares de todo el mundo.

1.4 Delimitación de la investigación

- **Espacio:** La investigación se llevó a cabo en la planta de agua potable y en el sector “Las Lomas” en el cantón Alfredo Baquerizo Moreno, provincia del Guayas sus coordenadas UTM son X: 660713.722712(E), Y: 9790944.320053(N)
- **Tiempo:** El periodo de estudio fue de siete meses
- **Población:** Mediante el estudio se beneficiaron los habitantes del sector “Las lomas” y de manera indirecta el resto de ciudadanos de la cabecera cantonal

1.4 Objetivo general

Evaluar la calidad del agua potable para el consumo humano en el sector “Las Lomas” mediante la medición de análisis de parámetros físicos, químicos y biológicos en el cantón Alfredo Baquerizo Moreno para sugerir medidas de prevención sanitaria.

1.5 Objetivos específicos

- Analizar los resultados de los análisis de parámetros físicos, químicos y biológicos para determinar la calidad del agua para consumo de la planta potabilizadora del Cantón Alfredo Baquerizo Moreno, Guayas.
- Determinar los riesgos a la salud humana por el consumo de agua en estado de potabilización inadecuado según el Índice de riesgo de la calidad del agua (IRCACH).
- Plantear medidas de prevención sanitarias para la planta de abastecimiento de agua potable del cantón Alfredo Baquerizo Moreno, Guayas.

1.6 Hipótesis

Los análisis de parámetros físico-químicos y biológicos del agua permitieron determinar la calidad y el cumplimiento de los límites permisibles para el consumo humano de los moradores del sector “Las Lomas” y proponer medidas de prevención sanitaria.

2. Marco teórico

2.1 Estado del arte

Carrasco y Guayluco (2022) La presente investigación tuvo como objetivo evaluar la calidad del agua para consumo humano del centro poblado Coyona Canchaque para verificar los parámetros investigados. Los resultados evidenciaron que los factores físico-químicos se hayan dentro de los límites máximos permisibles para el consumo humano, a excepción del cloro residual que presento (0.0 mg/l) en todos los puntos monitoreados. En cuanto a los parámetros microbiológicos no se halló presencia de E. Coli, mientras que las bacterias heterotróficas y coliformes totales sobrepasaron los límites permisibles de consumo con (2100 ufc/ml) y (70NMP/100ml) y (70NMP/100ml) respectivamente. Lo cual concluyo que el agua potable del centro poblado no es apta para consumo humano.

Según Herrera y Quisaguano (2019) El trabajo de investigación tuvo como finalidad establecer el estado de calidad del agua para consumo humano en la población de la parroquia de Tambillo, por medio del monitoreo ejecutado en la vertiente curipogyo (sistema de captación), en las tres plantas de tratamiento y en viviendas que corresponden al sistema de suministro. Los resultados obtenidos fueron examinados con las normas establecidas en base al cumplimiento de los límites permisibles del Texto Unificado de Legislación Secundaria del Medio Ambiente (TULSMA) Libro VI, Anexo 1, Tabla 2 (Límites máximos permisibles para aguas de consumo humano y uso doméstico que únicamente requieren desinfección); y de la Norma INEN 1108:2011, la cual establece el umbral o limitante que debe cumplir del agua potable para consumo humano. En base a los resultados obtenidos se fijó que el agua suministrada por la Junta de Agua Potable de Tambillo es apta para el consumo de su población. En conclusión, se desarrolló

un manual de mantenimiento del sistema, con el propósito de que la calidad del agua se mantenga y las estructuras del sistema de distribución tengan un adecuado mantenimiento.

Según Zambrano (2019) El proyecto de investigación tenía como finalidad analizar si el agua potable del sistema de abastecimiento del recinto Cochancay cumple con los límites permisibles para el consumo humano. Comparando los resultados con la Tabla 1 del Texto Unificado de Legislación Secundaria del Medio Ambiente (TULSMA), llegando a la conclusión que, en los resultados de parámetros físicos-químicos, se determinó que no se encuentran dentro de los límites máximos permisibles, Debido a que, para ocasionar daños en la salud se requiere de mayor presencia y concentraciones, de igual manera el sabor diferente ocasiona rechazo para los consumidores. Los resultados permitieron conocer que los parámetros microbiológicos no cumplen con los límites máximos permisibles, mediante la ejecución de los análisis se propuso de medidas preventivas en la planta de abastecimiento de agua potable del lugar de estudio.

Sandoval y Sisa (2020) Este proyecto de titulación desarrollo la evaluación del sistema de tratamiento de agua para consumo humano del barrio Aglla parroquia Checa, a través de las fases de socialización, muestreo, aforo de caudales y catastro de las infraestructuras. En el análisis de calidad de agua se establecieron ocho puntos de monitoreo. Los resultados obtenidos se analizaron y compararon con las normas establecidas en base al cumplimiento de los límites máximos permisibles del Acuerdo Ministerial 097-A Tabla 1 y la norma INEM1108:2020. Los resultados de la caracterización del agua demuestran que los parámetros medidos en campo y analizados en laboratorio, se encuentran dentro de los límites máximos permisibles establecidos, excepto el DBO que se encuentra en el límite

del criterio de calidad $< 4\text{mg/l}$. Llegando al resultado de crear una guía de operación y mantenimiento, para mejorar los procesos del sistema de tratamiento, y obtener una adecuada calidad y cantidad del servicio de agua potable.

Según Fabián (2020) El trabajo de investigación tuvo como objetivo determinar la calidad del agua para consumo humano y proponer un plan de medidas correctivas para su mejoramiento en el centro poblado de Marona, Al evaluar la calidad del agua para consumo humano se encontró en promedio que tanto los coliformes totales como los coliformes termotolerantes superaban los límites máximos permisibles constituyéndose en un grave peligro para la salud de los pobladores. Asimismo, no se encontró la presencia de cloro en el agua. En cuanto al color, turbiedad y pH se encontraban dentro de límites máximo permisible. Como resultado de la investigación la implementación de medidas correctivas se influye significativamente en la calidad del agua, eliminando coliformes totales, coliformes termotolerantes y reduciendo parámetros fisicoquímicos como es el color, el pH y la turbiedad.

Santos (2020) El objetivo del presente estudio de investigación fue evaluar la calidad física, química y biológica del agua potable de la ciudadela San Miguel, cantón Montalvo para sugerir medidas de prevención y control. Se recolectaron doce muestras de grifos conectadas a la red de distribución de agua potable de Montalvo, evitando puntos de muestreo donde los grifos presentaran fugas. En cinco parámetros de mayor interés y preocupación, puesto que se presentaron superando al límite en la mayoría de las muestras, los cuales son: Cromo con una media de $2,00\text{ mg/l}$ y Fluoruro con una media de $27,08\text{ mg/l}$. Debido a esto se determinó que el agua potable de la Cdla. San Miguel del cantón Montalvo sobrepasa el límite permisible establecido por la norma INEN 1108 y los criterios

de la calidad de la norma ambiental (TULSMA) como conclusión se determinó que es de suma importancia el mantenimiento de la infraestructura para eliminar la oxidación de los tanques controlando la dosis adecuada de tensoactivos, así como el monitoreo periódico de la calidad del agua potable.

2.2 Bases teóricas

2.2.1 Agua potable

Cordero y Ullauri (2011) definen que “el agua potable o para consumo humano es aquella que esta óptima para ser ingerida sin condición, cumpliendo con las leyes de calidad decretadas por las autoridades nacionales e internacionales”.

2.2.2 Evaluación de calidad de agua

Zambrano (2019) define que “El estudio de la calidad de agua en una población, comunidad o ciudad logra determinar el estado de saneamiento del agua, y si esta cumple con los parámetros tanto para uso o consumo”.

2.2.3 Planta de tratamientos de agua potable

Zambrano (2019) define que “toda infraestructura diseñada para ejecutar procesos, operaciones y gestiones específicas como sedimentación, floculación, filtración, coagulación, cloración para realizar la potabilización del agua”.

2.2.4 Sistema de abastecimiento de agua potable

Zambrano (2019) define que “es la infraestructura destinada con el objetivo de captar, conducir, tratar, almacenar y distribuir el agua potable”.

2.2.5 Análisis bacteriológicos

Culquimboz (2016) menciona que en el estudio de la calidad del agua existen los parámetros físico-químico y biológicos, siendo los análisis biológicos (bacteriológicos) el más importante, en vista al alto índice de virus y bacterias que tiene presencia en el agua de consumo humano cuya presencia es indicador de

contaminación por coliformes fecales.

2.2.6 Límite máximo permisible

Norma Técnica Ecuatoriana (NTE INEN1108) (2014) define como límite máximo permisible al conjunto de parámetros que se mide dentro de un umbral o frontera para determinar la calidad en que se encuentra el agua posterior o después al proceso de potabilización, designando si se encuentra apta para el uso y consumo humano según las normas técnicas.

2.2.7 Parámetros físicos

Valencia (2016) manifiesta que el color, olor, sabor y turbidez son los parámetros físicos para evaluar la calidad en el suministro de agua, en vista de las afectaciones y rechazo que podría generar al sobrepasar la presencia de estos indicadores físicos.

OMS (2021) define que el agua en estado de potabilización adecuada debe poseer características incolora e inodora, de igual manera no debe mostrar cualidades insípidas, la variación de los parámetros, aunque no genera malestares gastrointestinales de mayor rango, si ocasionan disgusto y rechazo al consumidor.

Los parámetros considerados en el análisis son:

- Color
- Turbidez
- Sabor
- Sólidos totales
- Olor

Color:

El agua es incolora, hay que distinguir lo que se llama color aparente, el que presenta el agua bruta y el verdadero, que es el que presenta cuando se le ha separado la materia en suspensión (Reascos y Yar, 2010).

Turbidez:

Reascos y Yar (2010) Es el parámetro físico el cual indica la calidad natural del agua y las aguas negras gestionadas con relación a los residuos de suspensión coloidal. Se cuantifica por la presencia intensa de la luz dispersa.

Sólidos suspendidos totales:

OMS (2011) define que son los fragmentos de sólidos totales reclusos en el proceso de filtración. Son partículas sólidas precipitadas o sedimentadas con tamaños de 2,0 μm o menor.

2.2.8 Parámetros químicos

OMS (2021) define que la presencia de elementos químicos en el agua posee una estrecha relación con la salud humana, debido a que el consumo a largo plazo de sustancias químicas disueltas en agua para consumo, genera problemas en la salud con afectaciones a futuro.

La evaluación de parámetros químicos de los recursos hídricos se basa en la comparación de los resultados de los análisis del monitoreo de agua con la normativa establecida vigente.

- Dureza
- pH
- Sulfatos
- Nitritos
- Alcalinidad

- Calcio
- Cloruros
- Hierro
- Fosfatos
- Magnesio

2.2.9 Dureza

Ixtaína, Costa, Villabrille, Buet y Bello (2018) mencionan que “La dureza en el agua es una característica específica cuando la presencia de metales pesados como calcio y magnesio se encuentra en mayor cantidad, causando problemas en la salud.”

2.2.10 pH

Napoleón (2018) manifiesta que “El potencial hidrogenado (pH) es la presencia de propiedades ácidas y alcalinas en el agua, su análisis es de mucha importancia en la evaluación de calidad de agua”.

2.2.11 Sulfatos

OMS (2011) menciona que “Los sulfatos son ácidos sulfúricos que en el agua genera infecciones gastrointestinales, diarreas y problemas estomacales graves al ingerir agua con su presencia”.

2.2.12 Nitritos

Reascos y Yar (2010) afirman que “Es un estado de oxidación en fracción del nitrógeno. Uno de los indicadores cuando se encuentra en grandes cantidades es la proliferación bacteriológica.”.

2.2.13 Alcalinidad

Bauder y Sigler (2015) define que “La alcalinidad es la facultad que posee el

agua de anular o regular las variaciones de acidez”.

2.2.14 Calcio

Reascos y Yar (2010) definen que “La presencia de calcio otorga dureza en el agua, su concentración varía por la gestión en las plantas de tratamientos”.

2.2.15 Cloruros

Reascos y Yar (2010) define que “Los cloruros están constituidos por varios átomos de cloros y es uno de los primordiales aniones del agua”.

2.2.16 Magnesio y Hierro

Negrón (2014) define que la excesiva presencia de estos elementos genera daños en las tuberías y otros instrumentos en la planta de agua potable, alteran de manera grave el olor y color del líquido y el contacto e ingesta de agua con concentraciones a pesar de no ser tóxicos ocasionan daños a largo plazo.

2.2.17 Parámetros biológicos de la calidad del agua

Salamanca (2016) define que el agua es el líquido vital o medio habitado por especies y microorganismos diversos, dando a relucir o demostrar el estado de calidad del agua, su hallazgo o carencia es indicador de calidad y perjuicio que conlleva ingerir el agua.

2.2.18 Enfermedades transmitidas por el agua

Córdoba, Del Coco y Basualdo (2010) define que las enfermedades infecto gastrointestinales originadas por la ingesta de agua de baja calidad son una de las principales problemáticas en la salud de los seres humanos. Estudios clínicos de la infección entérica varía por la fuente. Las infecciones en gran parte son asintomáticas y con daños leves, pero que a largo plazo generan graves problemas en el organismo de los seres vivos.

2.3 Marco legal

Constitución de la República del Ecuador.

Título I: Elementos Constitutivos del Estado Capítulo primero: Principios fundamentales

Art. 1.- Naturaleza jurídica. Los recursos hídricos son parte del patrimonio natural del Estado y serán de su competencia exclusiva, la misma que se ejercerá concurrentemente entre el Gobierno Central y los Gobiernos Autónomos Descentralizados, de conformidad con la Ley.

El agua es patrimonio nacional estratégico de uso público, dominio inalienable, imprescriptible, inembargable y esencial para la vida, elemento vital de la naturaleza y fundamental para garantizar la soberanía alimentaria.

Art. 2.- Ámbito de aplicación. La presente Ley Orgánica regirá en todo el territorio nacional, quedando sujetos a sus normas las personas, nacionales o extranjeras que se encuentren en él.

Art. 3.- Objeto de la Ley. - El objeto de la presente Ley es garantizar el derecho humano al agua, así como regular y controlar la autorización, gestión, preservación, conservación, restauración, de los recursos hídricos, uso y aprovechamiento del agua, la gestión integral y su recuperación, en sus distintas fases, formas y estados físicos, a fin de garantizar el sumak kawsay o buen vivir y los derechos de la naturaleza establecidos en la Constitución.

Art. 4.- Principios de la Ley. - Esta Ley se fundamenta en los siguientes principios:

- La integración de todas las aguas, sean estas, superficiales, subterráneas o atmosféricas, ¡en el ciclo hidrológico con los ecosistemas;
- El agua, como recurso natural debe ser conservada y protegida mediante una gestión sostenible y sustentable, ¡que garantice su permanencia y calidad;
- El agua, como bien de dominio público, ¡es inalienable, imprescriptible e inembargable;
- El agua es patrimonio nacional y estratégico al servicio de las necesidades de las y los ciudadanos y elemento esencial para la soberanía alimentaria; en consecuencia, está prohibido cualquier tipo de propiedad privada sobre el agua;
- El acceso al agua es un derecho humano;
- El Estado garantiza el acceso equitativo al agua;
- El Estado garantiza la gestión integral, integrada y participativa del agua; y,
- La gestión del agua es pública o comunitaria.

Art. 5.- Sector estratégico. El agua constituye patrimonio nacional, sector estratégico de decisión y de control exclusivo del Estado a través de la Autoridad Única del Agua. Su gestión se orientará al pleno ejercicio de los derechos y al interés público, en atención a su decisiva influencia social, comunitaria, cultural, política, ambiental y económica.

Título II: Derechos

Capítulo Segundo: Derechos del buen vivir Sección primera: 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.

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.

Sección Séptima: Salud

Art 32. La salud es un derecho que garantiza el Estado, cuya realización se vincula al ejercicio de otros derechos, entre ellos el derecho al agua, la alimentación, la educación, la cultura física, el trabajo, la seguridad social, los ambientes sanos y otros que sustentan el buen vivir.

Capítulo sexto: Derechos de libertad

Art. 66.- Se reconoce y garantizará a las personas:

2. 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 y otros servicios sociales necesarios.

Título V: Organización territorial del Estado

Capítulo Cuarto: Régimen de competencias

Art 264. Los gobiernos municipales tendrán las siguientes competencias exclusivas sin perjuicio de otras que determina la ley:

4. Prestar los servicios públicos de agua potable, alcantarillado, depuración de aguas residuales, manejos de desechos sólidos, actividades de saneamiento ambiental y aquellos que establezca la ley.

Título VII: Régimen del Buen Vivir

Capítulo primero: Inclusión y equidad Sección Cuarta: Hábitat y vivienda

Art 375. El Estado, en todos sus niveles de gobierno, garantizará el derecho al hábitat y a la vivienda digna, numeral 6, garantizará la dotación ininterrumpida de los servicios públicas de agua potable y electricidad a las escuelas y hospitales públicos.

2.3.2 Código Orgánico del Ambiente.

Título II: Institucionalidad y articulación de los niveles de gobierno en el Sistema Nacional Descentralizado de Gestión Ambiental

Capítulo II: De las facultades ambientales de los Gobiernos Autónomos Descentralizados

Art. 27.- Facultades de los Gobiernos Autónomos Descentralizados Metropolitanos

y Municipales en materia ambiental. En el marco de sus competencias ambientales exclusivas y concurrentes corresponde a los Gobiernos Autónomos Descentralizados Metropolitanos y Municipales el ejercicio de las siguientes facultades, en concordancia con las políticas y normas emitidas por los Gobiernos Autónomos Provinciales y la Autoridad Ambiental Nacional:

8. Controlar el cumplimiento de los parámetros ambientales y la aplicación de normas técnicas de los componentes agua, suelo, aire y ruido.

2.3.3 Norma de Calidad Ambiental y de Descarga de Efluentes: Recurso Agua. Esta norma pertenece al Libro VI del TULSMA, Anexo 1, publicado en el Registro Oficial Especial N° 387 en el año (2015).

Criterios de calidad para aguas de consumo humano uso doméstico

Se entiende por agua para consumo humano y uso doméstico aquella que es obtenida de cuerpos de agua, superficiales o subterráneas, y que luego de ser tratada será empleada por individuos o comunidades en actividad como: a. Bebida preparación de alimentos para consumo humano, b. Satisfacción de necesidades domésticas, individuales, o colectivas, tales como higiene personal y limpieza de elementos, materiales o utensilios.

Esta norma aplica a la selección de aguas captadas para consumo humano y uso doméstico, para lo cual se deberán cumplir con los criterios indicados en la Tabla 1 del Acuerdo Ministerial 097-A (ver tabla 2 en anexos).

De ser necesario para alcanzar los límites establecidos en la Norma INEN para agua potable se deben implementar procesos de tratamientos adecuados y que permitan alcanzar eficiencias óptimas, con la finalidad de garantizar agua de calidad para consumo humano.

Ley Orgánica de Recursos Hídricos, Uso y Aprovechamiento del Agua. Título II: Recursos hídricos

Capítulo I: Definición, infraestructura y clasificación de los recursos hídricos

Art 12. Protección, recuperación y conservación de fuentes, La Autoridad única del Agua, los Gobiernos Descentralizado, los usuarios, las comunas, pueblos, nacionalidades y los propietarios de predios donde se encuentren fuentes de agua, serán responsables de su manejo sustentable e integrado, así como la protección y conservación de dichas fuentes, de conformidad de las normas de la presente Ley y las normas técnicas que dicte la Autoridad Única del Agua.

Capítulo II: Institucionalidad y gestión de los recursos hídricos

Sección primera: Sistema Nacional Estratégico y Autoridad Única del Agua Art. 18.- Competencias y atribuciones de la Autoridad Única del Agua. Las competencias son:

I) Establecer mecanismo de coordinación y complementariedad con los Gobiernos Autónomos Descentralizados en lo referente a la prestación de servicios públicos de riego y drenaje, agua potable, alcantarillado, saneamiento, depuración de aguas residuales y otros que establezca la ley.

Sección Cuarta: Servicios Públicos

Art. 37.- Servicios públicos básicos. Para efectos de esta Ley, se considerarán servicios públicos básicos, los de agua potable y saneamiento ambiental

relacionados con el agua. La provisión de estos servicios presupone el otorgamiento de una autorización de uso.

La provisión de agua potable comprende los procesos de captación y tratamiento de agua cruda, almacenaje y transporte, conducción, impulsión, distribución, consumo, recaudación de costos, operación y mantenimiento. La certificación de calidad del agua potable para consumo humano deberá ser emitida por la autoridad nacional de salud. El saneamiento ambiental en relación con el agua comprende las siguientes actividades: Alcantarillado sanitario: recolección y conducción, tratamiento y disposición final de aguas residuales y derivados del proceso de depuración.

Acuerdo Ministerial 097-A, Anexos de Normativa, REFORMA LIBRO VI DEL TEXTO UNIFICADO DE LEGISLACIÓN SECUNDARIA DEL MINISTERIO DEL AMBIENTE establece:

En los literales: (b) Los criterios de calidad de las aguas para sus distintos usos; y, (c) Métodos y procedimientos para determinar la presencia de contaminantes en el agua. El numeral (4.1.20). Define los: Criterios de calidad para aguas de consumo humano y uso doméstico. Se entiende por agua para consumo humano y uso doméstico aquella que se emplea en actividades como: los literales (a) Bebida y preparación de alimentos para consumo.

La presente norma es de aplicación obligatoria determina los criterios de calidad para el uso de aguas superficiales y subterráneas dependiendo del uso que se le vaya a dar, esto permite tener conocimiento de límites máximos permisibles según esta norma para consumo humano y uso doméstico; rige en todo el territorio nacional (Ver tabla 1).

Tabla 1. Criterios de calidad de fuentes de agua para consumo humano y domésticos

Parámetro	Expresado como	Unidad	Límite Máximo Permissible
Aceites y grasas	Sustancias solubles en hexano	mg/l	0,3
Coliformes fecales	NMP	NMP/100 ml	1000
Cadmio	Cd	mg/l	0,02
Color	Color real	Unidades de Platino Cobalto	75
Cromo hexavalente	Cr+6	mg/l	0,05
Demanda Química de Oxígeno	DQO	mg/l	<4
Demanda Química de Oxígeno (5 días)	DQO5	mg/l	<2
Nitratos	NO3	mg/l	50,0
Nitritos	NO2	mg/l	0,2
Potencial Hidrógeno	pH	Unidades de pH	6-9
Hidrocarburos totales de petróleo	TPH	mg/l	0,2
Turbiedad	Unidades nefelométricas de turbiedad	UNT	100,0

Acuerdo ministerial 097-A, Reforma al TULSMA, 2015

3. Materiales y métodos

3.1 Enfoque de la investigación

3.3.1 Tipo de investigación

El presente trabajo de investigación fue documental y de campo

- **Investigación documental**

En la elaboración de trabajos de investigación e informes de títulos, la elaboración del marco teórico se apoyó en primer lugar, en la consulta de fuentes bibliográficas oficiales, impresas y digitales, al tiempo que brinda la oportunidad de ampliar conocimiento relevante sobre el tratamiento que desarrollan las plantas de abastecimiento de agua potable y las repercusiones en la salud que se ocasionan debido al inadecuado tratamiento. familiarizarse con el contenido de la bibliografía y obtener información relevante apoyando el método de aprendizaje e investigación. el marco teórico integra paráfrasis y referencias textuales, menciona los autores de los textos analizados y brinda un aporte individual dentro de cada tema de investigación.

- **Investigación de campo y laboratorio**

En el presente estudio se desarrolló la investigación de campo debido a que se aplicó técnicas de recolección de muestras de agua en las instalaciones de la planta de abastecimiento de agua potable del cantón Alfredo Baquerizo Moreno "Jujan" y optando por tomar una muestra en una vivienda alzar del sector "Las lomas".

- **Investigación descriptiva**

El presente trabajo de estudio es de tipo descriptivo debido a que se optó por el desarrollo de análisis de muestras de agua, las que permiten identificar y describir el estado del agua que consumen los habitantes del sector "Las Lomas" y de forma indirecta al resto de los moradores del cantón Alfredo Baquerizo Moreno "Jujan",

mediante la obtención de información arrojada por las muestras se plantearon propuesta de medidas de prevención sanitaria

3.3.2 Diseño de investigación

El diseño de la investigación fue acorde a las necesidades del tipo de proyecto. En esta sección, especifique y argumente si la investigación es experimental o no experimental.

Se desarrollo una investigación de carácter documental ya que se analizaron datos de procesos realizados para la potabilización de agua para consumo humano. de igual manera es de tipo descriptivo debido a que se procedió a tomar muestras en la planta potabilizadora de agua y en una vivienda como objeto de estudio, las cuales fueron interpretadas y comparadas con los limites permisibles por el Acuerdo Ministerial 097-A, reforma Libro VI del Texto Unificado De Legislación Secundaria Del Ministerio Del Ambiente.

3.2 Metodología

3.2.1 Variables

3.2.1.1 Variable independiente

Parámetros físico-químicos y biológicos

- **Físicos:** Turbidez, Color
- **Químicos:** pH, nitratos, nitritos, cadmio, cromo hexavalente, DBO, DQO, aceites y grasas
- **Biológicos:** Coliformes fecales

3.2.1.2 Variable dependiente

- Calidad del agua
- Medidas de prevención sanitarias

3.2.2 Recolección de datos

En el trabajo de investigación se utilizaron técnicas de análisis, recopilación de recursos bibliográficos, muestras de agua e instrumentos para el desarrollo de la problemática.

3.2.2.1 Recursos

Los recursos aplicados en el trabajo de estudio se dividen en tres tipos, recursos humanos, equipos de campo, laboratorio e insumos; mismos que se detallan a continuación:

- **Recursos humanos:** asesoría del tutor Ing. Fernando Morejón y de varios Ingenieros docentes de la Universidad
- **Recursos tecnológicos:** computadora, internet, videos, libros digitales, Tesis guías, blogs, fichas técnicas, revistas y artículos científicos digitales.
- **Recursos de campo y laboratorio:** Se emplearon herramientas de campo y laboratorio como mandil, hielera, guantes de látex, frascos para muestra de vidrio y plástico.
- **Material de apoyo:** Guía del trabajo de titulación, manual de normas APA Javeriana sexta edición, diccionario digital.

3.2.2.2 Métodos y técnicas

Los métodos y técnicas que se implementaron en este proyecto propuesto, se usaron para el desarrollo de los objetivos establecidos. En estos se tomaron varios pasos. En primer lugar, se revisó fuentes bibliográficas organizadas en series de artículos científicos, libros, revistas, tesis, etc. relacionados con el tema investigado y se presentan los datos aportados según el caso de estudio.

Primer Objetivo: Analizar los resultados de los parámetros físicos, químicos y biológicos para determinar la calidad del agua para consumo de la planta potabilizadora del cantón Alfredo Baquerizo Moreno, Guayas

Para el desarrollo de este objetivo se procedió a la recolección de muestras de agua en la planta potabilizadora del cantón Alfredo Baquerizo Moreno “Jujan” y en una vivienda ubicada en el sector “Las Lomas” del mismo cantón, para posteriormente analizarlas en el laboratorio certificado escogido para la obtención de resultados con credibilidad. Los resultados arrojados se determinaron mediante la comparación de los parámetros físicos, químicos y biológicos con la tabla de Límites máximos permisibles “criterios de calidad de fuentes de agua para consumo humano y domésticos” según el acuerdo ministerial 097, la cual logra constatar la calidad del agua potable que consumen los habitantes del sector y del cantón esta apta para su consumo.

Segundo objetivo: Determinar los riesgos a la salud humana por el consumo de agua en estado de potabilización inadecuado según el Índice de riesgo de la calidad del agua (IRCACH)

Para la ejecución del objetivo se utilizó el índice de calidad del agua (IRCACH) que permite determinar la calidad del agua y el riesgo a la salud que los moradores llegarían a padecer al ingerirla, genera un valor medio por cada valor obtenidos para cada parámetro. La herramienta permite comparar los riesgos para la salud humana causados por el consumo de agua con el posible rechazado por los consumidores. IRCACH se fundamenta en un rango de puntuación que permite relacionar el incumplimiento de los límites permisibles para su consumo, y la puntuación final se interpreta en una escala de cinco niveles:

Riesgo: muy bajo, bajo, medio, alto y muy alto.

Tercer objetivo: Plantear medidas de prevención sanitaria para la planta de abastecimiento de agua potable del cantón Alfredo Baquerizo Moreno, Guayas

Para el desarrollo del tercer objetivo se analiza las muestras obtenidas por el laboratorio certificado para conocer los límites máximos permisibles de los parámetros en que se encuentra el agua potable que consumen en el sector “Las Lomas” y en el cantón Alfredo Baquerizo Moreno “Jujan”, para posteriormente proponer medidas de prevención sanitaria que se puedan desarrollar con el fin de adecuar, mejorar o posiblemente mantener el proceso higiénico del tratamiento del agua que se ejecuta en la planta.

3.2.3 Análisis estadístico

El diseño estadístico utilizado en este trabajo de investigación es descriptivo, debido a que se explicó por medio de análisis, tablas o presentaciones descriptivas con el fin de interpretar los resultados de las muestras tomadas para cerciorar el estado del agua para consumo que se ofrece a los habitantes del sector de estudio, posteriormente exponer las propuestas de medidas de prevención sanitarias a implementar en la planta de tratamiento de agua potable.

4. Resultados

4.1. Resultados de los parámetros físicos, químicos y biológicos para determinar la calidad del agua para consumo de la planta potabilizadora del cantón Alfredo Baquerizo Moreno, Guayas

Las muestras de agua fueron tomadas en una vivienda al azar del sector “Las Lomas” y en la planta de tratamiento de agua potable del cantón Alfredo Baquerizo Moreno (Figura 1 y 2 Anexos), los resultados del muestreo realizado en la planta de tratamiento se muestran en la Tabla 2 y los biológicos en la Tabla 3, mientras que los resultados del muestreo en un grifo al azar se visualizan en la tabla 4 y 5 los cuales fueron comparados con los límites máximos permisibles según la Tabla 1 Criterios de calidad de fuentes de agua para consumo humano y domestico del acuerdo ministerial N 097 Libro VI de la calidad ambiental.

Tabla 2. Resultados de los parámetros físico-químicos del agua de la planta potabilizadora del cantón Alfredo Baquerizo Moreno (Jujan)

Parámetro	Unidad	Resultados	Límite máximo permisibles	Incertidumbre U(k=2)
Aceites y grasas	mg/l	<0,3	0,3	-
Cadmio	mg/l	<0,02	0,02	-
Color	Unidades de color	<5	75	± 39 %
Cromo hexavalente	mg/l	<0,05	0,05	± 7 %
Demanda Química de Oxígeno	mg/l	<4	<4	± 36,26%
Demanda Química de Oxígeno (5 días)	mg/l	<2	<2	± 28 %
Nitratos	mg/l	0,2671	50,0	± 36 %
Nitritos	mg/l	<0,02	0,2	± 24 %
Potencial Hidrógeno	Unidades de pH	8,28	6-9	± 0,17 Unidades de pH
Hidrocarburos totales de petróleo	mg/l	<0,2	0,2	-
Turbiedad	UNT	0,68	100,0	± 19 %

Aguirre, 2023

La valoración de la calidad del agua según los parámetros físico-químicos (color, turbidez, pH, nitratos, nitritos, cadmio, cromo hexavalente, DQO, DBO, aceites y grasas) de las muestras de agua tratada tomadas en la planta potabilizadora del cantón Alfredo Baquerizo Moreno demuestra que se encuentran dentro de los límites permisibles para su consumo.

Tabla 3. Resultados de los parámetros biológicos del agua de la planta potabilizadora del cantón Alfredo Baquerizo Moreno (Jujan)

Parámetro	Unidad	Resultados	Límite máximo permisibles	Incertidumbre U(k=2)
Coliformes fecales	NMP/100 ml	<1.1	1000	± 19,68 %

Aguirre, 2023

La valoración de la calidad del agua según los parámetros biológicos (coliformes fecales) de las muestras de agua tratada tomadas en la planta potabilizadora del cantón Alfredo Baquerizo Moreno demuestra que se encuentran dentro de los límites permisibles para su consumo.

Tabla 4. Resultados de los parámetros físico-químicos del agua de una vivienda al azar del sector “Las Lomas”

Parámetro	Unidad	Resultados	Límite máximo permisibles	Incertidumbre U(k=2)
Aceites y grasas	mg/l	<0,3	0,3	-
Cadmio	mg/l	<0,002	0,02	-
Color	Unidades de color	<5	75	± 39 %
Cromo hexavalente	mg/l	<0,05	0,05	± 7 %
Demanda Química de Oxígeno	mg/l	<4	<4	± 36,26%
Demanda Química de Oxígeno (5 días)	mg/l	<1,55	<2	± 28 %
Nitratos	mg/l	0,2627	50,0	± 36 %
Nitritos	mg/l	<0,02	0,2	± 24 %
Potencial Hidrógeno	Unidades de pH	8,49	6-9	± 0,17 Unidades de pH
Hidrocarburos totales de petróleo	mg/l	<0,2	0,2	-
Turbiedad	UNT	0,38	100,0	± 19 %

Aguirre, 2023

La valoración de la calidad del agua según los parámetros físico-químicos (color, turbidez, pH, nitratos, nitritos, cadmio, cromo hexavalente, DQO, DBO, aceites y grasas) de las muestras de agua tomadas en la vivienda del sector “Las Lomas” del cantón Alfredo Baquerizo Moreno demuestra que se encuentran dentro de los límites permisibles para su consumo.

Tabla 5. Resultados de los parámetros biológicos del agua de una vivienda al azar del sector “Las Lomas”

Parámetro	Unidad	Resultados	Límite máximo permisibles	Incertidumbre U(k=2)
Coliformes fecales	NMP/100 ml	<1.1	1000	± 19,68 %

Aguirre, 2023

La valoración de la calidad del agua según los parámetros biológicos (coliformes fecales) de las muestras de agua tomadas en la vivienda del sector “Las Lomas” del cantón Alfredo Baquerizo Moreno demuestra que se encuentran dentro de los límites permisibles para su consumo.

4.2 Riesgos a la salud humana por el consumo de agua en estado de potabilización inadecuado según el Índice de riesgo de la calidad del agua para Consumo Humano (IRCACH)

Los riesgos a la salud de los pobladores del sector “Las Lomas” se determinaron mediante los niveles de niveles de riesgo en la calidad del agua para consumo humano según el IRCACH se muestran en la tabla 6 y 7. En la tabla 8 y 9 se visualiza la calificación del nivel de riesgo por el consumo de agua del sector “Las Lomas”.

Tabla 6. Niveles de riesgo en la calidad del agua para consumo humano

Clasificación IRCACH	Nivel de riesgo	Código de colores	Calidad de agua
$x \leq 5$	Riesgo muy bajo	Azul	Apta para ingesta
$5 < x \leq 10$	Riesgo bajo	Verde	Apta para ingesta, pero susceptible al deterioro de la calidad
$10 < x \leq 20$	Riesgo intermedio	Amarillo	No apta para ingesta rechazo por los consumidores
$20 < x \leq 30$	Riesgo alto	Naranja	No apta para ingesta
$x > 30$	Riesgo muy alto	Rojo	No apta para ingesta

Mora et al, 2018

Tabla 7. Puntajes del IRCACH por cada parámetro

Parámetro	Puntaje	Justificación
Aceites y grasas	31	Valores superiores al VMA pueden ser nocivos para la salud; representan un riesgo muy alto.
Coliformes fecales	25	Valores superiores al VMA indican una posible contaminación y pueden generar efectos adversos en la salud; riesgo alto.
Cadmio	31	Valores superiores al VMA no representan un riesgo para la salud, pero pueden generar rechazo por parte de los consumidores
Color	4	Valores superiores al VMA no representan un riesgo para la salud, pero pueden generar rechazo por parte de los consumidores
Cromo hexavalente	31	Valores superiores al VMA pueden ser nocivos para la salud; representan un riesgo muy alto. Si la concentración varía entre el VMA y un 10% menos de este valor, el riesgo no puede considerarse muy bajo, ya que el valor sería muy cercano al VMA.
DQO	DQO	

DBO	DQO5	
Nitratos y Nitritos	21	Valores superiores al VMA indican una posible contaminación Nitritos y pueden generar efectos adversos en la salud.
Potencial Hidrógeno	4	Valores entre 5,5-6,0 y 8,0-8,5 no repercuten significativamente sobre la calidad del agua
Hidrocarburos totales de petróleo	31	Valores superiores al VMA pueden ser nocivos para la salud; representan un riesgo muy alto.
Turbiedad	4	Valores superiores al VMA no representan un riesgo para la salud, pero pueden generar rechazo por parte de los consumidores

Mora et al, 2018

Tabla 8. Calificación de los parámetros físico-químicos del agua para determinar los riesgos en la salud de la población “Las Lomas “según el Índice de riesgo de la calidad del agua para Consumo Humano (IRCACH)

Parámetro	Límite máximo permisibles	Resultados	Nivel de riesgo
Aceites y grasas	0,3	<0,3	BAJO
Cadmio	0,02	<0,002	BAJO
Color	75	<5	BAJO
Cromo hexavalente	0,05	<0,05	BAJO
Demanda Química de Oxígeno	<4	<4	BAJO
Demanda Química de Oxígeno (5 días)	<2	<1,55	BAJO
Nitratos	50,0	0,2627	BAJO
Nitritos	0,2	<0,02	BAJO
Potencial Hidrógeno	6-9	8,49	BAJO
Hidrocarburos totales de petróleo	0,2	<0,2	BAJO
Turbiedad	100,0	0,38	BAJO

Aguirre, 2023

Los resultados de los parámetros físico-químicos (color, turbidez, pH, nitratos, nitritos, cadmio, cromo hexavalente, DQO, DBO, aceites y grasas) de los análisis de agua obtuvieron un nivel de riesgo bajo según el IRCAH.

Tabla 9. Calificación de los parámetros biológicos del agua para determinar los riesgos en la salud de la población “Las Lomas “según el Índice de riesgo de la calidad del agua para el Consumo Humano (IRCACH)

Parámetro	Unidad	Límite máximo permisible	Resultados	Nivel de riesgo
Coliformes fecales	NMP/100 ml	1000	<1.1	BAJO

Aguirre,2023

Los resultados de los parámetros biológicos (coliformes fecales) de los análisis de agua obtuvieron un nivel de riesgo bajo según el IRCAH.

4.2 Medidas de prevención sanitaria para la planta de abastecimiento de agua potable del cantón Alfredo Baquerizo Moreno, Guayas

Para el planteamiento de las medidas de prevención fue primordial identificar y visualizar el proceso de operación, y de igual manera conocer el manejo actual del mantenimiento desarrollado en la planta de tratamiento de agua potable (Figura 4,6,7,8,9,10 Anexos).

4.2.1. Proceso de operación de la planta de tratamiento de agua potable del cantón Alfredo Baquerizo Moreno (Jujan)

La planta de tratamiento de agua potable del cantón Alfredo Baquerizo Moreno, apertura su funcionamiento hace 4 años. Los procesos que realizan para potabilizar el agua son extracción, filtración, aireación, desarenado y distribución.

La planta cuenta con un pozo de agua con una profundidad de 100m (Figura 6, Anexos), la cual logra abastecer a la cabecera cantonal de Alfredo Baquerizo Moreno (Jujan). El proceso de extracción se da a través de un sistema de bombeo transportando el agua hacia una cisterna adyacente de 3, 30m metros de nivel, la cual cuenta con una medida de rebose que indica cuando se llena y requiere apagar la bomba.

Posteriormente se traslada el agua por tuberías desde la cisterna hacia las torres de aireación. En este proceso el agua se distribuye a las torres filtro A y filtro B (figura 8 y 9, Anexos) constituidas por un conjunto de filtros encargadas del proceso físico que busca mezclar el agua con el aire para eliminar las sustancias volátiles ocasionadoras de malos olores procedentes generalmente de los pozos.

A través del proceso de gravedad de las torres el líquido se dirige hacia la canaleta que conduce la operación de retrolavado implementado por filtros de grava en la parte inferior de la torre, separando el agua de las partículas de arena e impurezas

que quedan del proceso post aireación.

Para ejecutar esta acción los operadores realizan el cierre de la llave de paso y activando las llaves de paso del sistema de retro lavado el cual se encarga de mezclar todas las arenas con el agua de retro lavado para después retirarlas por medio de las tuberías de salida de lodos de retrolavado al espacio exterior de las torres.

Después del paso por el desarenador el agua era redirigida hacia el proceso de cloración el cual no lo realizan actualmente, debió a ajustes económicos de parte de las autoridades municipales, omitiendo este proceso el agua tratada se distribuye hasta todo el cantón por medio de un sistema de tres bombas que se turnan diariamente de 5am a 12pm.



Figura 1. Proceso de potabilización de la planta del cantón Alfredo Baquerizo Moreno

4.3. Medidas de prevención Sanitarias

Las medidas se plantearon mediante los resultados de los análisis y las visitas técnicas los cuales especificaron el proceso desarrollado en la planta para potabilizar el agua, sin embargo, se proponen los siguientes lineamientos de mantenimiento para mantener y mejorar el tratamiento actual.

- Realizar monitoreos mensuales de parámetros físicos-químicos y biológicos del agua de captación del pozo y la posterior al tratamiento.
- Realizar mantenimientos quincenales de las tuberías de captación y traslado de agua en la planta.
- Ejecutar limpiezas diarias de los filtros de las torres de aireación.
- Implementar filtros de carbón activo para que se logre la eliminación adecuada de gases para complementar el proceso de aireación.
- Implementar la dosificación de cloro granulado disuelto para mejorar el proceso de desinfección, debido a que actualmente no lo utilizan.
- Efectuar procedimientos de mantenimiento en las redes de distribución de agua que conectan el abastecimiento de la planta con las viviendas, en vista que nunca se ha ejecutado este proceso, considerar emplear cloraminas como desinfectante o antiséptico más firme.
- Realizar correcta disposición final de los lodos de retrolavado

5. Discusión

En base a los resultados de la investigación de Carrasco y Guaylucó (2022) su tema “Evaluación de la calidad del agua para consumo humano del centro poblado Coyona”, lograron determinar mediante monitoreos de agua, que los parámetros físico-químicos de sus análisis de agua se encuentran en los límites permisibles para el consumo humano, a excepción del cloro residual y de la cantidad de coliformes fecales, la cual concluyó que el agua no se encuentra apta para el consumo, teniendo discrepancia con el tema de estudio presente, que determino que el agua potable del sector “Las Lomas” del cantón es apta para su consumo, teniendo en consideración el tipo de proceso del poblado Coyona. Debido a sus resultados se plantearon de igual manera medidas de prevención para mejorar la calidad del agua para consumo del poblado.

De igual manera en el presente estudio demostró mediante los análisis físico-químicos y biológicos que el agua del “Las Lomas”, que el agua que consumen los moradores de dicha localidad mencionada e indirectamente el resto de ciudadanos se encuentra dentro los límites máximos permisibles según la tabla de calidad de agua para uso y consumo doméstico del acuerdo ministerial 097-A, poseyendo afinidad con los resultados obtenidos en la investigación de Herrera y Quisaguano (2019) para establecer la calidad del agua para consumo humano en la población de la parroquia de Tambillo.

Por lo que corresponde al Índice de Riesgo de Calidad del Agua para Consumo Humano (IRCACH) los parámetros físico-químicos y biológicos disponen de un riesgo bajo para la salud de los moradores del sector “Las Lomas” y de todo el cantón, manteniendo similitud con el proyecto de titulación de Zambrano (2019) que determino el nivel de riesgo bajo en la salud de la población del recinto Cochancay,

Por lo contrario discrepando con el estudio de Fabián (2020) diagnosticando un riesgo alto en la salud de los moradores del centro poblado de Morona, por la presencia de coliformes fecales sobrepasando los límites máximos permisibles.

La investigación de Zambrano (2019) los parámetros sobrepasan los límites máximos permisibles para el consumo, por cual el IRCACH otorga un riesgo alto a la salud humana del recinto cochancay por la ingesta del agua potable que abastece a dicho rcto, discrepando de igual forma del presente estudio el cual determino apta el agua para el consumo del sector "Las Lomas".

Resumiendo lo planteado por la investigación, las medidas de prevención sanitarias en la planta del cantón Alfredo Baquerizo Moreno (Jujan) se proporcionaron debido al monitoreo del agua tratada y distribuida a un hogar al azar, poseyendo similitud con la tesis de grado de Sandoval y Sisa (2020) que los resultados de su trabajo les permitió crear una guía de operación y mantenimiento, para mejorar los procesos del sistema de tratamiento, y obtener una adecuada calidad y cantidad del servicio de agua potable del barrio Aglla parroquia Checa.

Concordando de igual manera con el trabajo de estudio de Santos (2020) el cual demostró necesario el mantenimiento de las instalaciones de la planta para reducir y evitar la oxidación de los tanques controlando la dosis adecuada de tensoactivos, así como el monitoreo periódico de la calidad del agua potable.

6. Conclusión

La evaluación de la calidad del agua potable del sector “Las Lomas” dio como resultado que los parámetros físico-químicos y biológicos medidos de los puntos de monitoreo (planta de tratamiento de agua potable y una vivienda al azar del sector) se encuentran dentro de los límites permisibles para el consumo humano según la tabla 1 Criterios de calidad de fuentes de agua para consumo humano y domésticos del acuerdo ministerial 097-A, reforma del TULSMA.

El Índice de Riesgo de Calidad del Agua para Consumo Humano (IRCACH) permitió evidenciar que el agua potable del sector “Las Lomas” del cantón Alfredo Baquerizo Moreno (Jujan) dispone un nivel de riesgo bajo a la salud de los habitantes, por tanto, se encuentra apta para consumo. Sin embargo, es necesario establecer medidas de prevención sanitaria para mantener o mejorar su proceso.

Las medidas de prevención sanitaria se determinaron mediante los análisis de los parámetros físicos-químicos y biológicos del agua y el diagnóstico del proceso de operación que realizan en la planta, concluyendo que aunque la evaluación demostró que el agua es apta para su consumo, debe llevar lineamientos a seguir para el control, prevención y monitoreo del agua, de igual manera, las maquinarias para llevar a cabo un tratamiento adecuado en la planta de agua potable del cantón Alfredo Baquerizo Moreno (Jujan).

7. Recomendación

Se recomienda a las autoridades del GAD municipal del Cantón Alfredo Baquerizo Moreno (Jujan) invertir en los monitoreos de la calidad del agua de captación del pozo y el post tratamiento, bajo la comparación de la tabla 1. Criterios de calidad de fuentes de agua para consumo humano y domésticos del acuerdo ministerial 097-A, reforma del TULSMA. Para llevar a cabo un proceso de control y seguimiento del tratamiento adecuado.

Es apropiado realizar valoraciones del riesgo de los parámetros de calidad de agua potable utilizando el Índice de Riesgo de Calidad de Agua para Consumo Humano (IRCACH) verificar la cualidad del agua, y si esta se encuentra apta o no para su consumo.

De igual manera desarrollar capacitaciones de buenas prácticas ambientales al personal que labora en la planta, con el objetivo de lograr expandir el pensamiento ambiental y de higiene para realizar las operaciones de manera adecuada, dando importancia al aseo y a la correcta disposición final de los lodos de retrolavado.

Es importante que las autoridades cantonales dispongan de la realización de medidas sanitarias para prevenir y controlar las condiciones de los servicios públicos para brindar a los habitantes del cantón agua potable de calidad.

8. Bibliografía

- Aguilar, A., y Obando, F. (2020). Aprendizaje automático para la predicción de calidad de agua potable. *INGENIARE*, 28(2), 47-62. doi: <https://doi.org/10.18041/1909-2458/ingeniare.28.6215>
- Barrios, J. (2022). *Propuesta de mantenimiento preventivo y su relación en el proceso de tratamiento del agua potable en la comunidad de Cuninico- Urarinas* (Tesis de maestría). Universidad Nacional San Luis Gonzaba, Ica, Perú. Recuperado de <https://repositorio.unica.edu.pe/bitstream/handle/20.500.13028/3771/Propuesta%20de%20mantenimiento%20preventivo%20y%20su%20relaci%C3%B3n%20en%20el%20proceso%20de%20tratamiento%20del%20agua%20potable%20en%20la%20Comunidad%20de%20Cuninico%20-%20Urarinas%20-%20Loreto%20-%20Loreto%2C%202019.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Bauder, H., y Sigler. (2015). Alcalinidad, pH, y Sólidos Disueltos Totales, *Northern plains mountains*. Recuperado de http://region8water.colostate.edu/PDFs/we_espanol/Alkalinity_pH_TDS%20012-11-15-SP.pdf
- Carrasco, G., y Guaylupo, M. (2022). *Evaluación de la calidad del agua para consumo humano del centro poblado coyona – Canchaque* (Tesis de pregrado). Universidad Cesar Vallejo, Lima, Perú. Recuperado de https://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12692/84286/Carrasco_BGA-Guaylupo_CMI-SD.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- Cordero, M., y Ullauri, P. (2011). *Filtros caseros, utilizando ferrocemento, diseño para servicio a 10 familias, constante de 3 unidades de filtros gruesos ascendentes, 2 filtros lentos de arena, sistema para aplicación de cloro y 1*

- tanque de almacenamiento* (Tesis de Pregrado). Universidad de Cuenca, Cuenca, Ecuador. Recuperado de <https://dspace.ucuenca.edu.ec/bitstream/123456789/747/1/ti874.pdf>
- Culquimboz, H. (2016). *Sistema abastecimiento de agua potable de la localidad de Chisquilla – distrito de Chisquilla - provincia de Bongará - región Amazonas* (Tesis de pregrado). Universidad privada Antenor Orrego, Trujillo, Peru. Recuperado de http://200.62.226.186/bitstream/20.500.12759/3598/1/REP_ING.CIVIL_ALAN.CULQUIMBOZ_SISTEMA.ABASTECIMIENTO.AGUA.POTABLE.LOCALIDAD.CHISQUILLA.PROVINCIA.BONGAR%c3%81.REGI%c3%93N.AMAZONAS.pdf
- Córdoba, M; Del Coco, V; y Basualdo, J. (2010). Agua y salud humana. Red de Revistas Científicas de América Latina, el Caribe, España y Portugal, vol. (9), pp. 105-119. Recuperado de <https://www.redalyc.org/pdf/863/86315692002.pdf>
- Dueñas, M., Dorado, L., Espinosa, P., Suescún, S. (2018). Índice de riesgo de la calidad del agua para consumo humano en zonas urbanas del departamento de Boyacá, Colombia 2004-2013. *Revista Facultad Nacional Salud Pública*. 36(3):100-108. doi: 10.17533/udea.rfnsp.v36n3a10
- Forde, M., Izurieta, R., Ôrmeci, B., Arellano, M., y Mitchell, K. (2019). La calidad del agua en las américas | riesgos y oportunidades. Academias y organizaciones científicas miembros de IANAS. Recuperado de https://www.researchgate.net/profile/Katherine-Vammen/publication/336778235_Calidad_de_Agua_en_las_Americas_Riesgos_y_Oportunidades_IANAS/links/5db1fa25299bf111d4c1167b/Calidad-de-Agua-en-las-Americas-Riesgos-y-Oportunidades-IANAS.pdf#page=30
- Fabián, J. (2020). *Evaluación de la calidad del agua para consumo humano y*

- propuesta de un plan de medidas correctivas en el centro poblado de maron, Moyobamba 2018* (Tesis de pregrado). Universidad Nacional de San Martín, Moyobamba, Perú. Recuperado de <https://repositorio.unsm.edu.pe/bitstream/11458/4276/1/ING.%20SANITARIA%20-%20Junior%20lv%c3%a1n%20Fabi%c3%a1n%20Torres.pdf>
- Garabito, J. (2021). *Estudio y diagnóstico de las condiciones actuales, de la operación de la planta de tratamiento y de la calidad del agua potable en san juan de rio seco y propuestas de mejoramiento* (Tesis de pregrado). Universidad piloto de Colombia, Bogotá-Colombia. Recuperado de <http://repository.unipiloto.edu.co/bitstream/handle/20.500.12277/9961/Trabajo%20de%20Grado.pdf?sequence=3>
- Herrera, L., y Quisaguano, K. (2019). *Evaluación de la calidad del agua el sistema de abastecimiento y conducción de la junta administradora de agua potable de tambillo* (Tesis de pregrado). Escuela Politécnica Nacional. Quito, Ecuador. Recuperado de <https://bibdigital.epn.edu.ec/bitstream/15000/20309/1/CD%209776.pdf>
- Mora, D., Orozco, J., Solís, Y., Rivera, P., Cambroner, D., Zuñiga, L., y García, J. (2018). Índice de Riesgo de la Calidad del Agua para Consumo Humano en Costa Rica (IRCACH). *Tecnología en Marcha*, 31(3), 3-14. doi: 10.18845/tm.v31i3.3897
- Negrón, S. (2014). *El Hierro y el Manganeso en el Agua* (Tesis de maestría). Universidad Politécnica de Puerto Rico. San Juan, Puerto Rico. Recuperado de http://prcrepository.org:8080/xmlui/bitstream/handle/20.500.12475/727/Articulo%20Final_Sixto%20Negron.pdf?sequence=1&isAllowed=y

Norma Técnica Ecuatoriana Instituto Ecuatoriano de Normalización (NTE INEN1108) (2014). Agua Potable. Recuperado de <http://www.pudeleco.com/files/a16057d.pdf>

Napoleón, K. (2018). *Evaluación de parámetros de control obligatorio en sistemas de agua potable de la zona urbana y rural del distrito de san juan – Cajamarca* 2018 (Tesis de maestría). Universidad privada Antenor Orrego, Trujillo, Perú. Recuperado de http://repositorio.upao.edu.pe/bitstream/20.500.12759/5087/1/RE_MAEST_ING_E_KLEINER.ANGULO_PAR%c3%81METROS.DE.CONTROL_DATOS.PDF

Ixtaína, v., Costa, L., Villabrille, P., Buet, A., y Bello, G. (abril del 2018). Desarrollo y utilización de kits rápidos para la determinación de dureza y pH del agua para elaboración de conservas y dulces. En J. Castillo (presidencia), Conclusiones de la VI Jornadas de Extensión del Mercosur y I Coloquio Regional de la Reforma Universitaria llevado a cabo en la Facultad de Ciencias Agrarias y Forestales, Buenos Aires, Argentina. Recuperado de http://sedici.unlp.edu.ar/bitstream/handle/10915/126813/Documento_complet.pdf-PDFA.pdf?sequence=1&isAllowed=y

Organización Mundial de la Salud. (2011). Guías para la calidad del agua de consumo humano: cuarta edición que incorpora la primera adenda. Recuperado de <https://apps.who.int/iris/bitstream/handle/10665/272403/9789243549958-spa.pdf?ua=1>

Organización Mundial de la Salud. (2017). 2100 millones de personas carecen de agua potable en el hogar y más del doble no disponen de saneamiento seguro. Recuperado de <https://www.who.int/es/news-room/detail/12-07-2017-2-1->

billion- people-lack-safe-drinking-water-at-home-more-than-twice-as-many-lack-safe- sanitation

Organización Mundial de la Salud. (2022). Agua para consumo humano. Recuperado de <https://www.who.int/es/news-room/fact-sheets/detail/drinking-water>

Reascos, B., y Yar, B. (2010). evaluación de la calidad del agua para el consumo humano de las comunidades del cantón Cotacachi y propuesta de medidas correctivas (Tesis de pregrado). Universidad Técnica del Norte, Imbabura, Ecuador. Recuperado de repositorio.utn.edu.ec/.../221/1/03REC_123_CONTENTIDO.pdf%0A%0A

Ríos, S., Agudelo, M., y Gutiérrez, L. (2017). Patógenos e indicadores microbiológicos de calidad del agua para consumo humano. *Revista Facultad Nacional de Salud Pública*, 35, 236-247. doi: 10.17533/udea.rfnsp.v35n2a08

Salamanca, E. (2016). *Tratamiento de aguas para el consumo humano* (Tesis de Maestría). Universidad de Manizales, Manizales-Colombia. Recuperado de <https://repositorio.cuc.edu.co/bitstream/handle/11323/2488/Tratamiento%20de%20aguas%20para%20el%20consumo%20humano.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Sandoval, D., y Sisa, B. (2020). *Evaluación del sistema de tratamiento de agua para consumo humano en el barrio Aglla parroquia Checa* (Tesis de pregrado). Universidad Agraria de Ecuador, Guayaquil, Ecuador. Recuperado de <https://bibdigital.epn.edu.ec/bitstream/15000/21278/1/CD%2010794.pdf>

Santos, R. (2020). *Evaluación de calidad físico-química y biológica del agua potable de la ciudadela San Miguel, Cantón Montalvo-Provincia de los Ríos* (Tesis de pregrado). Universidad Agraria del Ecuador, Guayaquil, Ecuador. Recuperado

de

file:///C:/Users/ADMIN/Downloads/SANTOS%20ANCHUNDIA%20ROSSANA
%20MERCEDES.pdf

Uriburu, E. (2018). Determinación del índice de calidad del agua de consumo humano, del centro poblado de agua fresca, distrito de Chontabamba — 2018. (Tesis de pregrado). Universidad nacional Daniel Alcides Carrión, Perú. Recuperado de <http://repositorio.undac.edu.pe/bitstream/undac/710/1/Tesis%20URIBURU%20CHAVEZ.pdf>

Valencia, A. (2016). *Evaluación de la calidad de agua para consumo, en la cabecera municipal de Riosucio departamento del Chocó-Colombia* (Tesis de pregrado). Universidad de Manizales, Choco, Colombia. Recuperado de http://ridum.umanizales.edu.co:8080/xmlui/bitstream/handle/6789/3138/Valencia_Cuesta_Ana_T.pdf?sequence=2&isAllowed=y

Zambrano, M. (2019). *Evaluación de la calidad de agua potable, sistema de abastecimiento, recinto Cochancay. Propuesta de medidas preventivas correctivas* (Tesis de pregrado). Universidad de Guayaquil, Guayaquil, Ecuador. Recuperado de file:///C:/Users/ADMIN/Downloads/Tesis_Marcia_Paola_Zambrano_Lopez.pdf

9. Anexos



Figura 2. muestreo del agua tratada en la planta potabilizadora del cantón Alfredo Baquerizo Moreno



Figura 3. Muestreo del agua de grifo de vivienda del sector "Las Lomas"



Figura 4. Panel de control de encendido y apagado de las bombas



Figura 5. Bombas de captación de agua del pozo



Figura 6. Visualización del pozo de captación



Figura 7. Llaves de paso de captación de agua



Figura 8. Recorrido por instalaciones de la planta de tratamiento



Figura 9. Recorrido por Torres de aireación A y B



Figura 10. Proceso retrolavado



Figura 11. Salida de lodos de retrolavado (arena proveniente del pozo)



Figura 12. Cuarto de bombas pre y post cloración



Figura 13. Bombas de abastecimiento de agua potable al canton Alfredo Baquerizo Moreno



INFORME DE RESULTADOS

INF.LASA-30-06-23 -3792
ORDEN DE TRABAJO No. 23-3184

INFORMACIÓN DEL CLIENTE		
SOLICITADO POR: HOLGER DANIEL AGUIRRE CELLÁN	DIRECCIÓN: JUJÁN 12 DE OCTUBRE Y SIMÓN BOLÍVAR	
TELÉFONO/FAX: 0968168882	TIPO DE MUESTRA: AGUA	PROCEDENCIA: PLANTA AGUA POTABLE JIJÁN
IDENTIFICACIÓN: AGUA DE CONSUMO 11:00		CÓDIGO INICIAL: -
FECHA DE TOMA DE MUESTRA: 15/06/2023 COORDENADAS: 1°53'36.0" S / 79°33'246" W		

Información suministrada por el cliente

INFORMACIÓN DEL LABORATORIO		
MUESTREO POR: SOLICITANTE	FECHA DE MUESTREO: -	INGRESO AL LABORATORIO: 19/06/2023
FECHA DE ANÁLISIS: 19-30/06/2023	FECHA DE ENTREGA: 30/06/2023	NÚMERO DE MUESTRAS: Una (1)
CÓDIGO DE MUESTRA: 23-9453	REALIZACIÓN DE ENSAYOS: LABORATORIO	

ANÁLISIS FÍSICO - QUÍMICO

ITEM	PARÁMETROS	UNIDADES	RESULTADOS	¹ VALORES DE REFERENCIA	INCERTIDUMBRE U (k=2)	MÉTODO DE ENSAYO
1	ACEITES Y GRASAS	mg/l	<0,3	0,3	-	(c) STANDARD METHODS 5520 C/ PRA-29 ⁽¹⁾
2	CADMIO	mg/l	<0,002	0,02	± 19,68 %	(a) PEE LASA INS.09 EPA 6020, 6030A, APHA 3125
3	COLOR APARENTE	Unidades de Color	<5	-	± 39 %	(a) PEE LASA FQ.14 APHA 2120 C
4	CROMO VI	mg/l	<0,05	0,05	± 7 %	(b) PEE LASA FQ.49 APHA 3500-C/ B
5	DBO5 DEMANDA BIOQUÍMICA DE OXÍGENO	mg/l	<1,55	<2	± 36,26 %	(c) MME-15 SM 5210B ⁽¹⁾
6	DQO DEMANDA QUÍMICA DE OXÍGENO	mg/l O2	<4	<4	± 28 %	(a) PEE LASA FQ.04B APHA 5220B
7	N-NITRATOS	mg/l	0,2671	50 mg/l NO3- (11,3 mg/l N-NO3-)	± 36 %	(a) PEE LASA FQ.23 APHA 4500-NO3-B
8	N-NITRITOS	mg/l	<0,02	0,2 mg/l NO2- (0,06 mg/l N-NO2-)	± 24 %	(a) PEE LASA FQ.54 APHA 4500-NO2 B
9	pH	Unidades de pH	8,28	6 - 9	± 0,17 Unidades de pH	(a) PEE LASA FQ.03 APHA 4500 H+ B
10	TPH	mg/l	<0,2	0,2	-	(b*) PEE LASA FQ.40 EPA 8015 C
11	TURBIDEZ	NTU	0,68	100,0	± 19 %	(a) PEE LASA FQ.08 APHA 2130 B

El parámetro marcado con (a) ESTÁ incluido en el alcance de acreditación de A2LA.

El parámetro marcado con (b) NO está incluido en el alcance de acreditación de A2LA.

El parámetro marcado con (c) está incluido en el alcance de acreditación del laboratorio subcontratado.

⁽¹⁾Valores de referencia tomado del Acuerdo Ministerial N° 097, Libro VI de la Calidad Ambiental. Tabla 1. Criterios de calidad de fuentes de agua para consumo humano y domestico

⁽²⁾ Este resultado fue proporcionado por el Laboratorio AMBIENLAB SERVICIOS AMBIENTALES Y LABORALES Cía. Ltda. que está acreditado por el SAE con No. SAE LEN 19-009 según lo establecido en el CR GA 04 Criterios de Símbolo y su referencia a la condición de acreditado.

⁽³⁾ Este resultado fue proporcionado por el Laboratorio UMWELT que está acreditado por el SAE con No. SAE LEN 06-006 según lo establecido en el CR GA 04 Criterios de Símbolo y su referencia a la condición de acreditado.

DECLARACIÓN DE CONFORMIDAD: Los resultados obtenidos de cadmio, cromo VI, DBO5, DQO, N-Nitratos, N-Nitritos, pH y turbidez CUMPLEN con el Acuerdo Ministerial N° 097, Libro VI de la Calidad Ambiental. Tabla 1, sin tener en cuenta la incertidumbre asociada a la medida.

NOTA DE CUMPLIMIENTO: Los resultados obtenidos de aceites y grasas y TPH CUMPLEN con el Acuerdo Ministerial N° 097, Libro VI de la Calidad Ambiental. Tabla 1.

Figura 14. Análisis físico-químicos del agua tratada en la planta potabilizadora del cantón Alfredo Baquerizo Moreno (Jujan)



INFORME DE RESULTADOS

INF.LASA-30-06-23 -3793
ORDEN DE TRABAJO No. 23-3184

INFORMACIÓN DEL CLIENTE		
SOLICITADO POR: HOLGER DANIEL AGUIRRE CELLÁN		DIRECCIÓN: JUJÁN 12 DE OCTUBRE Y SIMÓN BOLÍVAR
TELÉFONO/FAX: 0968168882	TIPO DE MUESTRA: AGUA	PROCEDENCIA: GRIFO VIVIENDA JUJÁN
IDENTIFICACIÓN: AGUA DE CONSUMO 11:00		CÓDIGO INICIAL: -
FECHA DE TOMA DE MUESTRA: 15/06/2023 COORDENADAS: 1°53'36.0" S / 79°33'246" W		

Información suministrada por el cliente

INFORMACIÓN DEL LABORATORIO			
MUESTREO POR: SOLICITANTE	FECHA DE MUESTREO: -	INGRESO AL LABORATORIO: 19/06/2023	
FECHA DE ANÁLISIS: 19-30/06/2023	FECHA DE ENTREGA: 30/06/2023	NÚMERO DE MUESTRAS: Una (1)	
CÓDIGO DE MUESTRA: 23-9454	REALIZACIÓN DE ENSAYOS: LABORATORIO		

ANÁLISIS FÍSICO - QUÍMICO

ITEM	PARÁMETROS	UNIDADES	RESULTADOS	¹ VALORES DE REFERENCIA	INCERTIDUMBRE U (k=2)	MÉTODO DE ENSAYO
1	ACEITES Y GRASAS	mg/l	<0,3	0,3	-	(c) STANDARD METHODS 5520 C/ PRA-29 ⁽¹⁾
2	CADMIO	mg/l	<0,002	0,02	± 19,68 %	(a) PEE.LASA.INS.09 EPA 6020, 6070A, ALPHA 3125
3	COLOR APARENTE	Unidades de Color	<5	-	± 39 %	(a) PEE.LASA.FQ.14 APHA 2120 C
4	CROMO VI	mg/l	<0,05	0,05	± 7 %	(b) PEE.LASA.FQ.49 APHA 3500-C/ B
5	DBO5 DEMANDA BIQUÍMICA DE OXÍGENO	mg/l	<1,55	<2	± 36,26 %	(c) MME-15 SM 5210B ⁽¹⁾
6	DQO DEMANDA QUÍMICA DE OXÍGENO	mg/l O2	<4	<4	± 28 %	(a) PEE.LASA.FQ.04B APHA 5220D
7	N-NITRATOS	mg/l	0,2627	50 mg/l NO3- (11,3 mg/l N-NO3-)	± 36 %	(a) PEE.LASA.FQ.23 APHA 4500-NO3-B
8	N-NITRITOS	mg/l	<0,02	0,2 mg/l NO2- (0,06 mg/l N-NO2-)	± 24 %	(a) PEE.LASA.FQ.54 APHA 4500-NO2 B
9	pH	Unidades de pH	8,49	6 - 9	± 0,17 Unidades de pH	(a) PEE.LASA.FQ.03 APHA 4500 H+ B
10	TPH	mg/l	<0,2	0,2	-	(b*) PEE.LASA.FQ.40 EPA 8015 C
11	TURBIDEZ	NTU	0,38	100,0	± 19 %	(a) PEE.LASA.FQ.08 APHA 2130 B

El parámetro marcado con (a) ESTA incluido en el alcance de acreditación de A2LA.

El parámetro marcado con (b) NO está incluido en el alcance de acreditación de A2LA.

El parámetro marcado con (c) está incluido en el alcance de acreditación del laboratorio subcontratado.

⁽¹⁾Valores de referencia tomado del Acuerdo Ministerial N° 097, Libro VI de la Calidad Ambiental. Tabla I. Criterios de calidad de fuentes de agua para consumo humano y domestico.

⁽²⁾Este resultado fue proporcionado por el Laboratorio AMBIENLAB SERVICIOS AMBIENTALES Y LABORALES Cía. Ltda. que está acreditado por el SAE con No. SAE LEN 19-009 según lo establecido en el CR GA 04 Criterios de Símbolo y su referencia a la condición de acreditado.

⁽³⁾Este resultado fue proporcionado por el Laboratorio UMWELT que está acreditado por el SAE con No. SAE LEN 06-006 según lo establecido en el CR GA 04 Criterios de Símbolo y su referencia a la condición de acreditado.

DECLARACIÓN DE CONFORMIDAD: Los resultados obtenidos de cadmio, cromo VI, DBO5, DQO, N-Nitratos, N-Nitritos, pH y turbidez CUMPLEN con el Acuerdo Ministerial N° 097, Libro VI de la Calidad Ambiental. Tabla I, sin tener en cuenta la incertidumbre asociada a la medida.

NOTA DE CUMPLIMIENTO: Los resultados obtenidos de aceites y grasas y TPH CUMPLEN con el Acuerdo Ministerial N° 097, Libro VI de la Calidad Ambiental. Tabla I.

Figura 15. Análisis físico-químicos del agua tratada en una vivienda al azar del sector "Las Lomas" cantón Alfredo Baquerizo Moreno (Juján)

INFORMES DE RESULTADOS

INF LASA 30/06/2023- 5896
ORDEN DE TRABAJO N°23-3184

DATOS DEL CLIENTE	
SOLICITANTE: AGUIRRE CELLAN HOLGER DANIEL	DIRECCIÓN: JUJÁN- 12 DE OCTUBRE Y SIMÓN BOLIVAR
TELÉFONO: 0968168887	TIPO DE MUESTRA: AGUA

INFORMACIÓN SUMINISTRADA POR EL CLIENTE	
IDENTIFICACIÓN: AGUA DE CONSUMO 15/6/2023 11:00	PROCEDENCIA: PLANTA AGUA POTABLE JUJÁN

DATOS DEL LABORATORIO		
MUESTREO POR: SOLICITANTE	FECHA DE MUESTREO: -	NÚMERO DE MUESTRA: UNA
FECHA DE RECEPCIÓN: 19/06/2023	FECHA DE ANÁLISIS: 19 AL 30/06/2023	FECHA DE ENTREGA: 30/06/2023
CÓD. MUESTRA: 23- 9453	REALIZACIÓN DEL ENSAYO: LABORATORIO	COORDENADAS: 1° 53'36.0"579°33'246

ANÁLISIS MICROBIOLÓGICO

PARÁMETROS	UNIDADES	RESULTADO	1. VALORES DE REFERENCIA	INCERTIDUMBRE %U (K=2)	MÉTODO DE ENSAYO
COLIFORMES FECALES, FERMENTACIÓN EN TUBO	NMP/100ml	<1.1	1000	-	PEE LASA MB.27; APHA 9221 F, Ed. 23, 2017

<1 ;<1.1 Ausencia de microorganismos

NOTA: Las muestras fueron procesadas bajo la responsabilidad del cliente en las condiciones entregadas (Muestra recibida posterior a las 24 horas de ser recolectada).

1°Valores de referencia tomados de Acuerdo ministerial N°097 Libro VI de la calidad ambiental. Tabla 1 Criterios de calidad de fuentes de agua para consumo humano y doméstico.

Nota de cumplimiento: El resultado obtenido de Coliformes fecales cumple con el Acuerdo ministerial N°097 Libro VI de la calidad ambiental. Tabla 1 Criterios de calidad de fuentes de agua para consumo humano y doméstico.

Figura 16. Análisis Biológico del agua tratada en la planta potabilizadora del cantón Alfredo Baquerizo Moreno (Jujan)



INFORMES DE RESULTADOS

INF.LASA 30/06/2023- 5897
ORDEN DE TRABAJO N°23-3184

DATOS DEL CLIENTE	
SOLICITANTE: AGUIRRE CELLAN HOLGER DANIEL	DIRECCIÓN: JUJÁN- 12 DE OCTUBRE Y SIMÓN BOLIVAR
TELÉFONO: 0968168887	TIPO DE MUESTRA: AGUA

INFORMACIÓN SUMINISTRADA POR EL CLIENTE	
IDENTIFICACIÓN: AGUA DE CONSUMO 15/6/2023 11:00	PROCEDENCIA: GRIFO VIVIENDA JUJÁN

DATOS DEL LABORATORIO		
MUESTREO POR: SOLICITANTE	FECHA DE MUESTREO: -	NÚMERO DE MUESTRA: UNA
FECHA DE RECEPCIÓN: 19/06/2023	FECHA DE ANÁLISIS: 19 AL 30/06/2023	FECHA DE ENTREGA: 30/06/2023
CÓD. MUESTRA: 23- 9454	REALIZACIÓN DEL ENSAYO: LABORATORIO	COORDENADAS: 1° 53' 36 0"579°33'246 "W

ANÁLISIS MICROBIOLÓGICO

PARÁMETROS	UNIDADES	RESULTADO	1. VALORES DE REFERENCIA	INCERTIDUMBRE %U (K=2)	MÉTODO DE ENSAYO
COLIFORMES FECALES, FERMENTACIÓN EN TUBO	NMP/100ml	<1.1	1000	-	PEE LASA.MB.27; APHA 9221 F, Ed. 23, 2017

<1, <1.1 Ausencia de microorganismos

NOTA: Las muestras fueron procesadas bajo la responsabilidad del cliente en las condiciones entregadas (Muestra recibida posterior a las 24 horas de ser recolectada).

1) Valores de referencia tomados de Acuerdo ministerial N°097 Libro VI de la calidad ambiental, Tabla 1 Criterios de calidad de fuentes de agua para consumo humano y doméstico.

Nota de cumplimiento: El resultado obtenido de Coliformes fecales cumple con el Acuerdo ministerial N°097 Libro VI de la calidad ambiental, Tabla 1 Criterios de calidad de fuentes de agua para consumo humano y doméstico.

Figura 17. Análisis biológico del agua tratada en una vivienda al azar del sector "Las Lomas" cantón Alfredo Baquerizo Moreno (Jujan)