



UNIVERSIDAD ESTATAL DE MILAGRO

VICERRECTORADO DE INVESTIGACIÓN Y POSGRADO

MAESTRÍA EN QUÍMICA APLICADA

TEMA:

**DETERMINACIÓN DE LA CALIDAD DEL AGUA POTABLE EN LA
UNIDAD EDUCATIVA FISCAL “CIUDAD DE ESMERALDAS”,
PROVINCIA DEL GUAYAS, OCTUBRE 2022 - ENERO 2023.**

AUTOR:

OSWALDO FRANCISCO VILLACIS CAICEDO

DIRECTOR:

ING. CARLOS JAMIL BASTIDAS SÁNCHEZ, MSc.

MILAGRO, ABRIL DEL 2023

ECUADOR

Aceptación del Tutor

Yo, Ing. Carlos Jamil Bastidas Sánchez, MSc. por la presente hago constar que he analizado el proyecto de grado presentado por el Sr. Oswaldo Francisco Villacis Caicedo, para optar por el título de Magister en Química Aplicada y que acepto tutoriar al estudiante, durante la etapa del desarrollo del trabajo, hasta su presentación, evaluación y sustentación.

Milagro, a los 12 días del mes de marzo del 2023



Firmado electrónicamente por:
**CARLOS JAMIL
BASTIDAS
SANCHEZ**

Ing. Carlos Jamil Bastidas Sánchez, MSc.

Cédula: 0921849931

Declaración de autoría de la investigación

El autor de esta investigación declara ante el Comité Académico del Programa de Maestría en Química Aplicada de la Universidad Estatal de Milagro, que el trabajo presentado es de mi propia autoría, no contiene material escrito por otra persona, salvo el que esta referenciado debidamente en el texto; parte del presente documento o en su totalidad no ha sido aceptado para el otorgamiento de cualquier otro Título de una institución nacional o extranjera.

Milagro, a los 3 días del mes de mayo del 2023

Oswaldo Francisco Villacis Caicedo
Cédula: 0914076658

VICERRECTORADO DE INVESTIGACIÓN Y POSGRADO

DIRECCIÓN DE POSGRADO

CERTIFICACIÓN DE LA DEFENSA

El TRIBUNAL CALIFICADOR previo a la obtención del título de **MAGÍSTER EN QUÍMICA APLICADA**, presentado por **LIC. VILLACIS CAICEDO OSWALDO FRANCISCO**, otorga al presente proyecto de investigación denominado "DETERMINACIÓN DE LA CALIDAD DEL AGUA POTABLE EN LA UNIDAD EDUCATIVA FISCAL "CIUDAD DE ESMERALDAS", PROVINCIA DEL GUAYAS,

OCTUBRE 2022 - ENERO 2023.", las siguientes calificaciones:

TRABAJO DE TITULACION	59.67
DEFENSA ORAL	38.67
PROMEDIO	98.33
EQUIVALENTE	Excelente



Firmado electrónicamente por:
LUIS FRANKLIN
MALDONADO HOLGUIN

Mgtr. MALDONADO HOLGUIN LUIS FRANKLIN
PRESIDENTE/A DEL TRIBUNAL



Firmado electrónicamente por:

**RAYNER
REYNALDO
RICAURTE
PARRAGA**

RICAURTE PARRAGA RAYNER REYNALDO
VOCAL



Firmado electrónicamente por:
DELIA DOLORES
NORIEGA VERDUGO

Mgtr. NORIEGA VERDUGO DELIA DOLORES
SECRETARIO/A DEL TRIBUNAL

DEDICATORIA

Este trabajo de tesis ha sido una gran bendición en todo sentido, por hacerme considerar lo importante que es la preparación académica en la vida de un profesional, por valorar a la persona que te ofrece su apoyo con amor y, a la vez, apreciar el apoyo absoluto de personas que en parte hicieron posible la realización de este proyecto. Deseo de todo corazón dedicar este trabajo y su finalización exitosa a la persona que siempre y en todo momento hizo posible que siga adelante, aun cuando mis fuerzas por continuar solían disminuir: mi esposa Lorena Luzuriaga Valdiviezo. Es la persona que merece estas líneas muy especiales ya que sin su apoyo y colaboración moral y amorosa no hubiera sido posible la consecución de este logro académico y personal. Gracias por estar presente, no solo en esta etapa tan importante de mi vida, sino en todo momento ofreciéndome su apoyo incondicional y buscando lo mejor para mi vida, como persona, esposo y profesional.

AGRADECIMIENTO

Para mí es una enorme satisfacción citar a todas las personas que de una u otra manera me ayudaron e hicieron posible cumplir con esta meta tan anhelada de obtener el Grado de Magíster en Química Aplicada. En honor al orgullo que siento, quiero ofrecer mis más sinceros agradecimientos a todos ellos.

Gracias a Dios por darme la inteligencia, la energía, la voluntad y la fuerza necesaria para permitirme finalizar con éxito el estudio de Postgrado en Química Aplicada.

Gracias a mi esposa por ser el principal apoyo en este proyecto y logro académico, ya que sin su compañía y sus sabios consejos nada de esto hubiera sido posible.

Gracias a mi hijo Oswaldo por preocuparse y siempre estar atento a la manera de cómo iba avanzando en mi estudio de Postgrado en Química Aplicada.

Gracias a mis compañeros de grupo que con su valiosa colaboración pudimos sacar adelante los módulos y obtener las mejores calificaciones en los trabajos de clase.

Gracias a la Universidad Estatal de Milagro por contar con excelentes maestros que acertadamente supieron impartir sus conocimientos en cada módulo de estudio.

Gracias al MSc. Carlos Jamil Bastidas Sánchez que con su conocimiento me supo guiar en la elaboración de la tesis de grado, de una manera muy sabia y acertada.

A todos ellos les agradezco eternamente por el apoyo, la preocupación y la empatía sentida en cada uno de los pasos seguidos en este largo camino académico que hoy veo concluido. MUCHAS GRACIAS...

Cesión de derechos de autor

Sr. Dr.

Fabrizio Guevara Viejó

Rector de la Universidad Estatal de Milagro

Presente.

Mediante el presente documento, libre y voluntariamente procedo a hacer entrega de la Cesión de Derecho del Autor del Trabajo realizado como requisito previo para la obtención de mi Título de Cuarto Nivel, cuyo tema fue DETERMINACIÓN DE LA CALIDAD DEL AGUA POTABLE EN LA UNIDAD EDUCATIVA FISCAL “CIUDAD DE ESMERALDAS”, PROVINCIA DEL GUAYAS, OCTUBRE 2022 - ENERO 2023 y que corresponde al Vicerrectorado de Investigación y Posgrado.

Milagro, a los 3 días del mes de mayo del 2023

Oswaldo Francisco Villacis Caicedo

Cédula: 0914076658

Índice general

Introducción	xi
Capítulo I: El problema de la investigación	3
1.1 Planteamiento del problema	3
1.2 Delimitación del problema.....	6
1.3 Formulación del problema.....	6
1.5 Determinación del tema	7
1.6 Objetivo general.....	7
1.7 Objetivos específicos	7
1.8 Hipótesis	8
1.10 Justificación	11
1.11 Alcance y limitaciones.....	12
Capítulo II: Marco teórico referencial	13
2.1 Antecedentes	13
2.1.1 Antecedentes históricos	13
2.1.2 Antecedentes referenciales.....	15
2.1.2 Contenido teórico que fundamenta la investigación	17
Capítulo III: Diseño metodológico	36
3.1 Tipo y diseño de la investigación	36
3.1.2 Diseño de la investigación	36
3.1.3 Alcance	37
3.2 La población y la muestra	38
Capítulo IV: Análisis e interpretación de resultados	42
4.1 Análisis de la situación actual	42
4.2 Resultados del análisis físico-químico y microbiológico	46
4.3 Análisis comparativo	51
4.4 Verificación de la Hipótesis	52
Capítulo V: Conclusiones y Recomendaciones	56
Conclusiones	56
Recomendaciones	58
Bibliografía.....	60
Anexos.....	70

Índice de cuadros

Tabla 1.....	9
Tabla 2.....	34
Tabla 3.....	42
Tabla 4.....	43
Tabla 5.....	43
Tabla 6.....	44
Tabla 7.....	44
Tabla 8.....	45
Tabla 9.....	45
Tabla 10.....	46
Tabla 11.....	47
Tabla 12.....	47
Tabla 13.....	48
Tabla 14.....	48
Tabla 15.....	49
Tabla 16.....	49
Tabla 17.....	50

Índice de figuras

Figura 1.....	23
---------------	----

Resumen

El agua de consumo humano debe presentar parámetros de calidad que cumplan con la norma ecuatoriana INEN 1108 a nivel físico-químico y microbiológico. **Objetivo** de este trabajo es evaluar la calidad del agua potable a nivel físico-químico y microbiológico a través de análisis de laboratorio para verificar el cumplimiento de los máximos permisibles según la normativa INEN 1108, en la Unidad Educativa Fiscal “Ciudad de Esmeraldas” - Guayaquil provincia del Guayas, octubre 2022 – enero 2023. **Metodología** se basó en un trabajo de campo a nivel descriptivo - explicativo, con enfoque mixto y un diseño no experimental. Las muestras fueron tomadas en diferentes puntos de la institución, fueron analizadas en un laboratorio de análisis físico-químico y microbiológico de la ciudad, y se realizaron encuestas a autoridades, docentes y estudiantes sobre la incidencia de la calidad del agua. **Resultados** obtenidos de acuerdo al indicador microbiológico se obtuvo un 0.22 UFC/100ml por debajo del parámetro <1 ; el indicador físico se encontró con una desviación estándar de 0.16; el indicador químico con una media del 0.14 ppm, donde el nivel más bajo fue de 0.10 ppm; encontrándose estos valores por debajo de lo permitido por la norma INEN 1108:2014 y con respecto a la incidencia, no se reflejó novedades en relación a la ingesta del agua. **Conclusión**, la calidad del agua potable en los parámetros físico-químico y microbiológico de la Unidad Educativa se encuentra dentro de lo establecido por la norma INEN 1108:2014, por lo cual se considera apta para el consumo humano.

Palabras claves: CALIDAD DE AGUA, AGUA, POTABLE, INEN, FISICOQUÍMICO, MICROBIOLÓGICO.

Abstract

Water for human consumption should present quality parameters that comply with the Ecuadorian INEN 1108 standard at the physical-chemical and microbiological levels. The objective of this work is to evaluate the quality of drinking water at a physical-chemical and microbiological level through laboratory analysis to verify compliance with the maximum permissible levels according to INEN 1108 standards, in the "Ciudad de Esmeraldas" Public Education Unit - Guayaquil, Guayas province, October 2022 - January 2023. Methodology was based on descriptive-explanatory field work, with a mixed approach and a non-experimental design. Samples were taken at different points of the institution, were analyzed in a physicochemical and microbiological analysis laboratory in the city, and surveys were conducted with authorities, teachers and students on the incidence of water quality. Results obtained according to the microbiological indicator was obtained 0.22 CFU/100ml below the <1 parameter; the physical indicator was found with a standard deviation of 0.16; the chemical indicator with a mean of 0.14 ppm, where the lowest level was 0.10 ppm; finding these values below what is allowed by the INEN 1108:2014 standard and with respect to the incidence, no new developments were reflected in relation to water intake. Conclusion, the quality of drinking water in the physicochemical and microbiological parameters of the Educational Unit is within the provisions of INEN 1108:2014, so it is considered suitable for human consumption.

Translated with www.DeepL.com/Translator (free version)

Keywords: WATER QUALITY, WATER, DRINKING, INEN, PHYSICOCHEMICAL,
MICROBIOLOGICAL.

Introducción

En la Unidad Educativa Fiscal “Ciudad de Esmeraldas”; el agua conforma el recurso natural más usado para las labores de limpieza en general y para poder ser ingerido de manera indirecta por alumnos y el personal que en esta entidad labora, tomando como referencia a la CAF (2022), en relación a la infraestructura escolar, es de relevancia el recalcar que del tratamiento del agua ya sea desde su recopilación hasta su almacenaje, hay componentes externos que inciden en alterar la calidad del agua, ya sea por el tiempo de utilización de tuberías, la corrosión creada por el agua mismo, la acumulación de sustancias que son suspendidas en el agua.

El requerir efectuar un estudio acerca del control de calidad de agua que llega y se utiliza en Unidad Educativa Fiscal “Ciudad de Esmeraldas”; se basa en la antigüedad de varias infraestructuras y de las tuberías de distribución de la organización, ciertas de ellas tienen más de 10 años sin mantenimiento (Mineduc, 2023); uno de los inconvenientes principales que se denotan en las instalaciones hidráulicas es de la corrosión en los componentes metálicos, en donde se pueden producir perforaciones y luego obstrucciones de la línea de agua.

La estructura de concreto se indica como susceptible de sufrir agresiones por los métodos fisicoquímicos y biológicos donde otra vez la corrosión, es el componente de ataque destructivo, los cuales así mismo pueden amparar a los microorganismos de todos los desinfectantes y purificantes usados; todas las aguas a cierto nivel son corrosivas; la tendencia corrosiva del agua se va a encontrar sujeto a propiedades físicas y químicas. Así mismo es relevante, la naturaliza de todo el material con el cual el agua se va a centrar en contacto.

Para efectuar la calidad del agua y evaluar todos los probables errores que puede tener el agua de suministro en la Unidad Educativa Fiscal “Ciudad de Esmeraldas”; se tienen que efectuar análisis de ensayos microbiológico químicos y físicos de acuerdo a los requerimientos señalados por la NTE INEN 1108:2014 y en los requerimiento establecidos en esta investigación (INEN, 2014).

De acuerdo a lo indicado, el proyecto contiene 5 capítulos. En el capítulo I, se va a exponer la problemática del estudio en conjunto con el pertinente planteamiento, los

objetivos, la hipótesis, la justificación, la delimitación del mencionado problema, lo trascendental del estudio y además la línea de investigación.

Dentro del capítulo II, se señala el marco referencial en el cual se señalan los antecedentes de la investigación, de igual forma se encuentra la fundamentación teórica en base al argumento de estudio, la conceptual fundamentación y la contextual que se basa en una agrupación de las definiciones de términos usados en la presente investigación, finalizando con el marco legal, el mismo que es de importancia dado al respaldo que proporciona al estudio.

El capítulo III incorpora el método y la orientación que va a tener la investigación, la muestra, clase de investigación, los mecanismos para la recolección de información y de qué forma se han procesado los datos usados para la creación del estudio. En el capítulo IV se señala la evaluación de los resultados obtenidos, el contraste empírico de los resultados, las limitaciones y las posibles aristas de estudio que se desarrollan del tema señalado. Finalmente, dentro del capítulo V se denota las conclusiones de la investigación y como último punto las recomendaciones.

Capítulo I: El problema de la investigación

1.1 Planteamiento del problema

Las enfermedades asociadas con la utilización del agua incorporan a las provocadas por los microorganismos y las sustancias químicas que se encuentran presentes en el agua potable (Bendezú y Hernández, 2022); la baja calidad del agua, sigue siendo una amenaza grande para la salud de las personas; siendo las afectaciones diarreicas las más relevantes, incorporando a las de un abastecimiento inseguro del agua y al inapropiada higiene y saneamiento (Iñiguez-Muñoz, 2022).

De la misma manera, junto con el respectivo riesgo de infección por los parásitos tales como anquilostomiasis, ascariasis, como las bacterias como son la salmonelosis, el cólera y el shigelosis o los virus como es la hepatitis que afecta de manera principal a los niños de las naciones subdesarrolladas (Iñiguez-Muñoz, 2022).

En esa línea, las bacterias coliforme no siempre provocan enfermedades, pero van a servir como uno de los indicadores principales de contaminación por los microorganismos relacionados con las enfermedades diarreicas (Gutiérrez, 2022). La calidad del agua necesita de básicos lineamientos indicados en los derechos humanos, pero así también se encuentra el acceso adecuado para el consumo de las personas, proporcional a la cantidad de personas que se van a abastecer de la fuente de agua confiables (Reyes-Zavala y Veliz-Valencia, 2021).

Para los residentes de una ciudad se comprende como el acceso al agua segura a: la cantidad de ciudadanos que tiene el servicio de acueducto domiciliario en la zona urbana, siempre que lo necesite (Hoyos Revilla y Gamarra Torres, 2021). Se indica que el consumo de agua contaminada es el responsable del 88% de más de cuatro billones de casos de afectaciones diarreicas que se producen en un año y de 1,8 millones de muertes provocadas por estas (Giler Escandón, 2021); de igual forma es responsable indirectamente del 50% de los casos que tienen desnutrición infantil (Dueñas, 2021).

Las poblaciones más afectadas son aquellos países que se encuentran en desarrollo en donde existe condiciones de vida con una extrema pobreza, ya sea en la urbanas como en las rurales (Kurt PhD, 2021); los inconvenientes principales que provocan esta situación incorporan la falta de reciprocidad que se le proporciona al sector, el

no tener recursos financieros, el no tener una sostenibilidad de los servicios que son de abastecimiento de agua y de saneamiento, los hábitos malos de higiene y el inapropiado saneamiento de las instituciones públicas tales como los hospitales, las escuelas y los centros de salud (Ortega Ramírez, 2021).

El agua potable denominada también “agua apta para el consumo humano”, no ocasiona ningún riesgo significativo para la salud cuando se consume durante toda la vida, y es adecuada para todos los usos domésticos habituales, incluida la higiene personal (Organización Mundial de la Salud (OMS), 2018).

A partir de sus características, el agua para la bebida humana debe reunir ciertas condiciones: físicas, químicas y microbiológicas; a) Condiciones Físicas: El agua que se destina a la bebida humana no debe presentar ni color, ni olor, ni materiales en que le confieran turbiedad ni aspecto desagradable (Vicuña, 2019).

b) Condiciones Químicas: para calificar el agua como potable sus condiciones químicas deben ser tales que resulte de gusto agradable, con una cantidad de sales disueltas que no sea ni excesiva, ni insuficiente (cloro, sulfatos, carbonatos que se combinan con sodio, calcio magnesio, plomo, arsénico, flúor, entre otras). c) Condiciones microbiológicas: Significa que para que el agua sea considerada potable debe estar exenta de toda bacteria u organismo patógeno (Vicuña, 2019).

En esa línea, la calidad del agua no es una característica absoluta, sino que es más un atributo definido socialmente en función del uso que se le piense dar al líquido, el acceso al agua apta para el consumo humano es un derecho fundamental y una necesidad básica y esencial para la reducción de la pobreza; se considera que el agua es de calidad cuando es segura para el consumo humano (Castro, 2019).

Es decir, cuando presenta ausencia de bacterias coliformes totales y fecales, así como de minerales y metales pesados; la calidad del agua está afectada por diversos factores como los usos del suelo, la producción industrial y agrícola, el tratamiento que se le da antes de ser vertida nuevamente a los cuerpos de agua, y la cantidad misma en ríos y lagos, ya que de ésta depende su capacidad de purificación (Castro, 2019).

Para la elaboración de este documento se tomó como base una publicación sobre “Normas Internacionales de Calidad de Agua” realizado por la OPS en compañía de

la OMS (OPS/OMS, 2016); es necesario aclarar que para algunos de los elementos y sustancias que se mencionan no existe directriz. Esto es así porque no existen suficientes estudios relativos a los efectos de esta sustancia en el organismo, y por tanto no es posible definir un valor límite. En otros casos, la razón para que no exista directriz es la imposibilidad de que esa sustancia alcance una concentración peligrosa en el agua, debido a su insolubilidad o a su escasez.

En relación a este trabajo como antecedente, las coliformes fecales, son microorganismos que representan una indicación de la contaminación fecal del agua; la cantidad de coliformes fecales recomendada por las Guías de la OMS es de 0 UFC (unidades formadoras de colonias) /100ml; la mayoría de los países analizados se ajustan a este estándar y lo adoptan dentro de sus normas nacionales; el único país que se encuentra con niveles superiores a este es Guatemala, quien permite un límite máximo de coliformes fecales en el agua de 2 NMP/ml, para un porcentaje de 5.55% (OPS/OMS, 2016).

La presencia de bacterias coliformes en el suministro de agua es un indicio de que el suministro de agua puede estar contaminado con aguas negras u otro tipo de desechos en descomposición; las guías de la OMS establecen un parámetro de 0 UFC/ml para las bacterias coliformes totales, las cuales son adoptadas por países como Canadá, USA, Costa Rica, El Salvador, Bolivia, Brasil, Perú y Uruguay con un total del 61.11% (OPS/OMS, 2016).

En contraste, el 38.88% de los países se encuentra por encima de este límite, entre ellos se encuentran Chile, Colombia y Ecuador al presentar una cantidad máxima permitida de 1 UFC/ml, y otros como México, Ecuador, Honduras, Paraguay y Nicaragua oscilan entre niveles de 2 a 4 UFC/ml. Ninguno de los países se encuentra por debajo del porcentaje recomendado por la OMS (OPS/OMS, 2016).

Como causas de la problemática, se establecen los componentes externos que inciden en alterar la calidad del agua, el tiempo de utilización de tuberías, la corrosión creada por el agua mismo, y la acumulación de sustancias que son suspendidas en el agua dentro de la red de distribución.

Como consecuencias problemáticas se ubica la destrucción de la estructura de concreto; las agresiones por los métodos fisicoquímicos y biológicos producto de la

corrosión, el amparo de microorganismos, coliformes y bacterias; el daño e insalubridad del agua que se suministra a la unidad educativa.

Planteando como solución, el establecer los puntos adecuados para la toma de muestras del agua potable que llega a la institución Unidad Educativa Fiscal “Ciudad de Esmeraldas”., así como la que se recolecta en los reservorios; realizar análisis físico-químicos y microbiológicos en las muestras de estudio de la unidad educativa; comparar cada punto de toma de muestra, evaluando los niveles de contaminación por lugar de muestreo mediante la normativa INEN 1108 y determinar el impacto del agua potable en la salud de estudiantes y trabajadores de la Unidad Educativa Fiscal “Ciudad de Esmeraldas”.

1.2 Delimitación del problema

Campo: Educativo-social.

Área: Salud.

Línea de investigación: Desarrollo sostenible.

Sub línea de investigación: Población en riesgo.

Objeto de estudio: Evaluar las características de calidad en agua potable para la verificación del cumplimiento de los máximos permisibles.

Unidad de estudio: Unidad Educativa Fiscal “Ciudad de Esmeraldas”.

Tema: Determinación de la calidad del agua potable en la Unidad Educativa Fiscal “Ciudad de Esmeraldas”, provincia del Guayas, octubre 2022 - enero 2023.

Delimitación temporal: octubre 2022 - enero 2023.

1.3 Formulación del problema

¿Cuál es la calidad del agua potable mediante las características físico-químicas y microbiológicas a través de la aplicación de metodologías analíticas para la verificación del cumplimiento de los máximos permisibles de acuerdo a la normativa INEN 1108, en la Unidad Educativa Fiscal “Ciudad de Esmeraldas” - Guayaquil provincia del Guayas, octubre 2022 – enero 2023?

1.4 Sistematización del problema

- ¿Cuáles son los puntos adecuados mediante el uso de coordenadas, para la toma de muestras del agua potable que llega a la Unidad Educativa Fiscal “Ciudad de Esmeraldas”?
- ¿Cuáles son los resultados del análisis físico-químicos y microbiológicos en las muestras de estudio de la Unidad Educativa Fiscal “Ciudad de Esmeraldas”?
- ¿Cuáles son los niveles de contaminación de las muestras obtenidas mediante la normativa INEN 1108?
- ¿Cuál es el impacto del agua potable en la salud de estudiantes y trabajadores de la Unidad Educativa Fiscal “Ciudad de Esmeraldas”?

1.5 Determinación del tema

El presente trabajo de titulación se enmarca en la calidad del agua potable de la Unidad Educativa Fiscal “Ciudad de Esmeraldas”, analizando las características físico-químicas y microbiológicas para el consumo diario de los estudiantes y trabajadores del plantel.

1.6 Objetivo general

Evaluar la calidad del agua potable mediante las características fisicoquímicas y microbiológicas a través de la aplicación de metodologías analíticas para la verificación del cumplimiento de los máximos permisibles de acuerdo a la normativa INEN 1108, en la Unidad Educativa Fiscal “Ciudad de Esmeraldas”-Guayaquil provincia del Guayas, octubre 2022 – enero 2023.

1.7 Objetivos específicos

1. Definir los puntos adecuados mediante el uso de coordenadas, para la toma de muestras del agua potable que llega a la Unidad Educativa Fiscal “Ciudad de Esmeraldas”.

2. Realizar los análisis físico-químicos y microbiológicos en las muestras de estudio de la Unidad Educativa Fiscal “Ciudad de Esmeraldas”.
3. Evaluar los niveles de contaminación de las muestras obtenidas mediante la normativa INEN 1108.
4. Determinar el impacto del agua potable en la salud de estudiantes y trabajadores de la Unidad Educativa Fiscal “Ciudad de Esmeraldas”, mediante la aplicación de una encuesta a la comunidad educativa.

1.8 Hipótesis

Hipótesis general

La calidad del agua potable a partir de las características fisicoquímicas y microbiológicas si cumple los máximos permisibles de acuerdo a la normativa INEN 1108:2014, en la Unidad Educativa Fiscal “Ciudad de Esmeraldas” - Guayaquil provincia del Guayas, octubre 2022 – enero 2023.

Hipótesis específicas

1. Los puntos más adecuados para la toma de muestras a ser analizadas, son la cisterna donde llega el agua potable de la tubería externa al plantel y de los grifos que se encuentran en los lavamanos.
2. Las muestras de estudio tomadas en la Unidad Educativa Fiscal “Ciudad de Esmeraldas” fueron analizadas en un laboratorio que cumple con la certificación y acreditación en trabajos de análisis físico-químicos y microbiológicos.
3. Los niveles de contaminación de las muestras obtenidas en la Unidad Educativa Fiscal “Ciudad de Esmeraldas” cumplen con los parámetros mínimos permitidos por la norma ecuatoriana INEN 1108:2014.
4. La calidad del agua de la Unidad Educativa Fiscal “Ciudad de Esmeraldas” se encuentra bajo los niveles permitidos por la norma INEN 1108:2014.

1.9 Declaración de las variables

Variable interviniente: Unidad Educativa Fiscal “Ciudad de Esmeraldas”.

Variable independiente: calidad del agua potable (características fisicoquímicas y microbiológicas)

Variable dependiente: cumplimiento de los máximos permisibles establecidos por la norma INEN 1108:2014 para el agua potable.

Tabla 1

Operacionalización de Variables

Variables	Objetivo	Hipótesis	Dimensión	Indicador	Escala
Variable interviniente: Unidad Educativa Fiscal “Ciudad de Esmeraldas”.	Definir los puntos adecuados mediante el uso de coordenadas, para la toma de muestras del agua potable que llega a la Unidad Educativa Fiscal “Ciudad de Esmeraldas”.	Los puntos más adecuados para la toma de muestras a ser analizadas, son la cisterna donde llega el agua potable de la tubería externa al plantel y de los grifos que se encuentran en los lavamanos.	Área Geográfica	Coordenadas	Unidad Educativa fiscal “Ciudad de Esmeraldas”

Calidad del agua potable (características físicoquímicas y microbiológicas)	Realizar los análisis físico-químicos y microbiológicos en las muestras de estudio de la Unidad Educativa Fiscal "Ciudad de Esmeraldas".	Las muestras de estudio tomadas en la Unidad Educativa Fiscal "Ciudad de Esmeraldas" fueron analizadas en un laboratorio que cumple con la certificación y acreditación en trabajos de análisis físico-químicos y microbiológicos.	Concentración de microorganismos y metales	UFC / ml ppm	Limites admitidos en la norma INEN 1108
Variable dependiente: Cumplimiento de los máximos permisibles establecidos por la norma INEN 1108:2014 para el agua potable	Evaluar los niveles de contaminación de las muestras obtenidas mediante la normativa INEN 1108.	Los niveles de contaminación de las muestras obtenidas en la Unidad Educativa Fiscal "Ciudad de Esmeraldas" cumplen con los parámetros mínimos permitidos por la norma ecuatoriana INEN 1108:2014	Atención a la salud	Análisis físico-químicos y microbiológicos en las muestras	Limites admitidos en la norma INEN 1108
Variable interviniente: Unidad Educativa Fiscal "Ciudad de Esmeraldas".	Determinar el impacto del agua potable en la salud de estudiantes y trabajadores de la Unidad Educativa Fiscal "Ciudad de Esmeraldas", mediante la aplicación de una encuesta a la comunidad educativa.	La calidad del agua de la Unidad Educativa Fiscal "Ciudad de Esmeraldas" se encuentra bajo los niveles permitidos por la norma INEN 1108:2014.	Enfermedades relacionadas con la calidad del agua potable	Signos y síntomas	Diagnóstico de microorganismos y metales pesados

Nota. Descripción de la operacionalización de las variables. Fuente: Villacis – Caicedo, 2023.

1.10 Justificación

El presente estudio es de interés debido a los componentes que inciden en el rendimiento pedagógico de los alumnos de la Unidad Educativa Fiscal “Ciudad de Esmeraldas”, dado a que se relaciona con la potabilización del agua en este estudio, por lo que se hará hincapié en el tratamiento del agua así también como en los alumnos y en la comunidad en general que requieren agua que sea de calidad, apropiada para el consumo y la alimentación de las personas de manera saludable para prevenir infecciones, parasitosis, problemas en la digestión, con el cólera, tifoidea, disenterías, hepatitis y la salmonelosis, entre demás afectaciones.

Es estudio es relevante debido a que posibilita el reconocer los inconvenientes que tienen los ciudadanos en tener un agua pura y limpia lo es que necesario para que las personas subsistan. Es novedoso debido a que no requiere aplicar nuevos mecanismos caseros de tratamiento y la potabilización del agua, así también como una apropiada higiene y alimentación que va a posibilitar una disminución de las afectaciones antes indicadas. Este estudio es viable debido a que tiene el apoyo de todos los integrantes de la Unidad Educativa en la cual se efectúa la investigación en el plantel educativo Unidad Educativa Fiscal “Ciudad de Esmeraldas”.

Quienes se van a beneficiar de este estudio son los alumnos Unidad Educativa Fiscal “Ciudad de Esmeraldas”; en lo que respecta a la relevancia del presente estudio conforma el medio apropiado para potenciar el interés en los estudiantes, los representantes, las autoridades enfocados en la purificación del agua y de esta manera optimizar la calidad de vida e inclusive el rendimiento en las aulas de clases e infraestructura de la unidad.

Por ello se indica como un requerimiento trascendental que las entidades de educación, las autoridades de estas, los agentes comunitarios vayan a asumir la responsabilidad de empezar este compromiso del desarrollo aplicando proyectos que sean tendientes a crear actitudes apropiadas ante el actual mundo de competencias y las modificaciones que se sirven en la actualidad.

Este estudio es factible dado a que tiene el respaldo de las autoridades de la entidad, con la cooperación de los profesores, con las fuentes de información requerida y con el tiempo y los recursos apropiados para ello; este estudio es innovador dado a que

posibilita el reconocer la relevancia de la purificación y la conservación del agua que va a optimizar las funciones fisiológicas, respiratorias, digestivas y que se asocian con la nutrición, la alimentación y la higiene de los menores de edad (Silvera, 2021).

Este proyecto está enfocado a alcanzar resultados que sean exitosos lo que va a llevar a tener un óptimo rendimiento de los alumnos de la Unidad Educativa Fiscal “Ciudad de Esmeraldas”, como propósito primordial de las entidades educativas.

1.11 Alcance y limitaciones

Como alcance de investigación este trabajo se limita a la infraestructura, canales de distribución y los predios, espacios de almacenaje y accesos de agua potable de la Institución de Educación Fiscal “Ciudad de Esmeraldas” en la ciudad de Guayaquil, en el periodo de enero del 2023.

Capítulo II: Marco teórico referencial

2.1 Antecedentes

2.1.1 Antecedentes históricos

Si bien en la actualidad en el país de parte de los entes públicos de gestión de agua están en constante desarrollo de procesos de mejoramiento en la calidad del agua potable que existe en el país, es relevante el tener en consideración varios componentes que establecen la calidad de agua potable la cual se distribuye en las diferentes ciudades del país y en específico para este estudio en instituciones educativas (García-González, 2021).

Como antecedente, es de mencionar que el análisis físico-químico del agua accede a una extensa información sobre sus propiedades físicas; también nos brinda detalles acerca de las especies químicas que la componen. Cabe indicar que estas pueden ser de mucho riesgo para la salud de las personas, según su ingesta, a corto o a largo plazo (Quiñones, 2019).

Las características microbiológicas del agua establecen la presencia de microorganismos que consiguen causar enfermedades a las personas que la consumen, y que también pueden detectar la posible presencia de otros posibles contaminantes como las coliformes fecales y la *Escherichia coli* (Tapias-Rivera, 2022).

La Unidad Educativa Fiscal “Ciudad de Esmeraldas” es una institución mixta de sostenimiento fiscal, ubicada en la ciudad de Guayaquil, en las calles O’Connor, entre la 29 y la 31ava. Esta institución educativa alberga a casi 1200 estudiantes, entre las jornadas matutina y vespertina; este plantel, al igual que otros ubicadas por el sector suburbano de la ciudad, se encuentran en un estado muy irregular en relación a su infraestructura y sus servicios básicos, como lo son la energía eléctrica y el agua.

Actualmente el agua potable en la unidad educativa se recolecta en forma directa en cisterna y que luego pasa a dos tanques elevados, la cual es utilizada por los estudiantes y docentes para su aseo personal y, que a menudo, suele ser consumida por los estudiantes para hidratarse; por tales motivos se procederá a realizar una serie de pruebas de laboratorio para comprobar el estado de calidad del agua y a la vez se

gestionará un esquema de mantenimiento en los reservorios, con el fin de precautelar la salud de la comunidad la utiliza en sus actividades del día a día.

El tema de la calidad de agua es tan importante como aquellos que se relacionan con su escasez; los gobiernos de turno le dan muy poca importancia a esta cuestión, siendo un asunto inevitable de atender con prioridad. Los resultados analíticos del agua evidencian la presencia de algunos gases, elementos químicos, o sales en solución o suspensión y de ciertos microorganismos perjudiciales para la salud de los humanos; los iniciales tienen un origen natural, los secundarios suelen provenir de las labores del ser humano; las personas producen gran cantidad de desperdicios que suelen ser derramados en el agua para su eliminación (Villena Chávez, 2018).

Es de conocimiento popular que las unidades educativas de sostenimiento fiscal en la ciudad de Guayaquil, en su mayoría, no mantienen una estructura aceptable en relación a las aulas, bancas, escritorios y pizarras, de igual manera se podría afirmar que las instituciones educativas en América latina, no suelen facilitar a la comunidad los servicios básicos necesarios para el proceso de formación de los estudiantes, como lo son el agua, la energía eléctrica y el internet (Fernández, 2021).

Basados en la falta de recursos básicos y en sus debilidades, es importante aplicar ciertos análisis de laboratorio en el agua de las instituciones que proveen de este líquido vital, con el fin de verificar si presentan problemas bacteriológicos o físico-químicos, y mediante un sencillo programa de mantenimiento, precautelar la salud de la comunidad educativa que gira entorno de estos planteles (Vicuña, 2019).

En esa línea, este trabajo se orienta a determinar la calidad del agua potable en la unidad educativa fiscal “ciudad de esmeraldas”, provincia del Guayas, en el periodo de octubre 2022 a enero 2023, a través de la evaluación físico-químico y microbiológicos para corroborar el cumplimiento de la norma INEN 1108.

A partir de determinar los puntos apropiados para tomar la muestra de agua potable que llega al plantel de educación, así también como aquella que se recolecta en los reservorios, efectuar un análisis físico-químico y microbiológico señalado en las muestras de investigación, validar que los resultados alcanzados se vayan a mantener de acuerdo a los límites admitidos en la norma INEN 1108 y evidenciar la consecuencia que tiene el agua potable en la salud de los estudiantes y colaboradores de la Unidad Educativa Fiscal “Ciudad de Esmeraldas”.

2.1.2 Antecedentes referenciales

Para Pauta (2019), en su trabajo “Evaluación de la calidad del agua de los ríos de la ciudad de Cuenca, Ecuador”, se evaluó la calidad del agua de los ríos Tarqui, Yanuncay, Machángara y Tomebamba, afluentes del río Paute. Debido a la necesidad de incorporar nuevos enfoques en el monitoreo de la calidad del agua, este estudio aplicó el ampliamente conocido índice de calidad del agua (ICA), pero en lugar de usar los 9 parámetros originalmente requeridos por el método, usamos 18 parámetros fisicoquímicos y microbiológicos.

Para cada río se realizaron nueve campañas de seguimiento, cubriendo periodos hidrológicos representativos y midiendo caudales. Los resultados muestran que, en general, en las zonas de captación de los ríos, el recurso hídrico es apto para casi todos los tipos de uso, pero paulatinamente, a medida que avanza río abajo, la calidad disminuye debido a aguas residuales sanitarias o industriales y a factores naturales como sedimentos de escorrentía o erosión.

La condición más crítica de la calidad del agua del río evaluado se presentó durante las condiciones de sequía, principalmente por la disminución del oxígeno disuelto y el aumento de la temperatura, salinidad, materia orgánica y bacterias coliformes. Por otro lado, durante los períodos lluviosos, los parámetros que indicaron una disminución de la calidad del agua fueron el color, la turbidez y el contenido de nutrientes como el fósforo y el nitrógeno.

En general, los ríos tienen mejor calidad para condiciones de caudal medio, que prevalecen durante la mayor parte del año. Los presentes resultados fueron analizados de acuerdo con los objetivos de calidad establecidos en estudios previos, permitiendo una evaluación cualitativa del sistema de interceptación y tratamiento de aguas residuales de la ciudad de Cuenca, Ecuador.

Según Simbaña (2019), en su trabajo “Evaluación de la calidad del agua del río Pita (Ecuador), implicación para la conservación de la vida acuática y silvestre”; donde el estudio corresponde a la evaluación de la calidad del agua del río Pita y sus afluentes ubicados dentro y fuera del Parque Nacional Cotopaxi. Se fijaron siete estaciones de monitoreo, en las cuales se recolectaron muestras aguas arriba y abajo de cada afluente, en abril de 2018 y abril de 2019.

Se midieron parámetros físicoquímicos in situ como: pH, temperatura y porcentaje de saturación de oxígeno disuelto (OD); se analizaron los parámetros establecidos en la normativa ambiental ecuatoriana: Texto Unificado de la Legislación Secundaria del Ministerio del Ambiente, TULSMA, Anexo 1, Libro VI, tabla 2, aplicando métodos de análisis de acuerdo al Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater (APHA).

Los resultados indican que las muestras recolectadas superan el límite permisible para fenoles ($0,001 \text{ mg}\cdot\text{dm}^{-3}$) establecido en el TULSMA, a excepción del río Hualpaloma, mientras que para el caso de hierro, todas las muestras del cauce del río Pita y sus afluentes sobrepasan el límite permisible ($0,3 \text{ mg}\cdot\text{dm}^{-3}$). A partir de los resultados obtenidos, las muestras recolectadas del río Pita cumplen con los criterios de calidad de agua establecidos para la conservación de la vida acuática y silvestre, a pesar de atravesar zonas urbanas, donde diariamente existen descargas domésticas e industriales por tratarse de un canal abierto.

Finalmente, de acuerdo al índice de calidad del agua aplicado (ICA-NSF), los afluentes ubicados dentro del parque Nacional Cotopaxi presentaron una “calidad buena”, mientras que los afluentes ubicados fuera del Parque Nacional presentaron una “calidad media” relacionada con la cercanía a zonas urbanas.

Para Intriago (2021), en su trabajo “Calidad del agua de la cuenca media del río Portoviejo. Estrategias para mitigar la contaminación”. Se muestra la determinación de los parámetros de calidad de la cuenca media del río Portoviejo, en la provincia de Manabí en Ecuador. La metodología más empleada para la obtención del ICA a nivel mundial y a la cual se suscribe Ecuador, es la propuesta por Brown (1970) y desarrollada por la *National Sanitation* Fundación (ICA-NSF). Este índice intenta clasificar la calidad del agua en una escala de 0 a 100, según el constituyente de evaluación y esto permite clasificar la calidad del agua.

El ICA desarrollado considera nueve parámetros de calidad de agua: temperatura, sólidos disueltos, oxígeno disuelto, pH, coliformes fecales, turbidez, demanda bioquímica de oxígeno (DBO), fosfatos (PO_4) y nitratos (NO_3). El ICA es representativo de la calidad del agua en un área específica y el momento en que se tomó la muestra. Para los análisis se consideraron las técnicas del STANDAR

METHODS FOR EXAMINATION WATER AND WASTEWATER. Se establecieron tres puntos de muestreo en periodo seco.

Los estudios concluyen que la cuenca media del río Portoviejo en el punto número uno (1) del muestreo (san Ignacio), tiene un índice ICA de 69,97%, lo que le otorga una clasificación media. En el punto dos (2) del muestreo (Puerto real), el ICA arrojó 60,11%, obteniendo una tipificación media y finalmente en el punto señalado como tres (3) para la toma de muestra, se tiene que el ICA proyectó un valor de 43,26%, lo que la categoriza como mala. Se concluye que: en los tres puntos del río Portoviejo, la calidad del agua va disminuyendo conforme avanza en el curso de su cauce, debido principalmente a los vertimientos clandestinos de aguas residuales que existen a lo largo de este afluente.

Por tanto, se precisa de estrategias para el control y prevención de la contaminación del agua en la cuenca media del río Portoviejo.

2.1.2 Contenido teórico que fundamenta la investigación

La calidad del agua para el consumo de las personas tiene una gran influencia en la salud de éstas, debido a que funciona como un medio de varios microorganismos de origen gastrointestinal y patógeno para el ser humano y en lo que respecta a los agentes patógenos más representativos que se podrían encontrar en el agua, se hace alusión a las bacterias, a los virus y en menor medida a los helmintos y protozoos (Dejud, 2022).

Los protozoarios patógenos denominados "*Cryptosporidium parvum* y *Giardia sp.* han reflejado una incidencia negativa en la salud de varias personas ya sean en los estados industrializados como en las naciones que se encuentran en desarrollo.

Una gran parte de los protozoarios evidencia una manera resistente a las condiciones del clima y les posibilita que sobrevivan a tratamientos físico-químicos del agua que es de consumo de las personas, de igual manera, que aparezcan patógenos nuevos evidencian que se requiera crear indicadores nuevos que sean de calidad microbiológica que posibiliten el otorgar productos que sean seguros y la incidencia del riesgo microbiológico relacionado principalmente con el consumo del agua y cuyos

indicadores clásicos de la contaminación son los coliforme fecales y la *Escherichia coli* (Salvador-Castillo, 2022).

Bases teóricas

- Agua Potable: Es el agua cuyas características físicas, químicas microbiológicas han sido tratadas a fin de garantizar que está sea apta para consumo humano, debe estar exenta de organismos capaces de provocar enfermedades, de elementos o sustancias que puedan producir efectos fisiológicos perjudiciales y cumplir los requisitos de calidad establecidos por la Norma Técnica NTE INEN 1108 (revisión vigente) en observancia de lo que dicta el Reglamento Técnico Ecuatoriano RTE INEN 023 “Agua Potable” (INEC, 2023).
- Alcantarillado: Conjunto de obras para la recolección, conducción y disposición final de las aguas residuales o de las aguas lluvias (Mejia, E., Rosales, F., Rojas, J. y Molina, 2019).
- Alcantarillado sanitario: Sistema compuesto por todas las instalaciones destinadas a la recolección, transporte y tratamiento de las aguas residuales domésticas (Londoño, 2020).
- Alcantarillado pluvial: Sistema de tuberías, sumideros e instalaciones que permiten el rápido desalojo de aguas de lluvia para evitar daños tales como inundaciones (Hernandez-Alvarez, 2021).
- Agua residual: Escorrentías o aguas de alcantarilla, que fluyen por la alcantarilla y, finalmente, retornan a un curso de agua. La escorrentía puede recoger contaminantes de la atmósfera o el suelo y arrastrarlos hasta las aguas receptoras (Cevallos-Mendoza, 2022)
- Consumidor: Persona natural, y/o jurídica que demanda bienes o servicios relacionados con el agua que son proporcionados por los prestadores de los servicios públicos de agua potable y/o saneamiento en cumplimiento de un contrato de prestación de servicios (Dejud, 2022)
- Plantas de tratamiento de agua cruda: es un elemento de infraestructura del sistema de agua, cuyo fin es brindar tratamiento al agua cruda captada para transformarla a través de procesos físicos – químicos en agua para consumo humano (Muñoz- Riveaux, 2018).

- Plantas de tratamiento de aguas residuales: son un conjunto de sistemas y operaciones unitarias de tipo físico, químico o biológico cuya finalidad es que a través de los equipamientos elimina o reduce la contaminación o las características no deseables de las aguas residuales (Weseluk, 2019)
- Norma INEN 1108: Norma técnica ecuatoriana que establece los requisitos que debe cumplir el agua potable para consumo humano, se aplica al agua potable de los sistemas de abastecimiento públicos y privados a través de redes de distribución y tanqueros (Custodio Villanueva, 2021).
- Saneamiento: Contempla las actividades de recolección y conducción, tratamiento y disposición final de aguas residuales y derivados del proceso de depuración; y, recolección, conducción y disposición final de aguas lluvias (García, Sarmiento, Rodríguez,, 2017).
- Servicios públicos básicos: De conformidad con lo establecido en el Artículo 37 de la LORHUyA (Ley orgánica de recursos hídricos usos y aprovechamiento del agua) (Asamblea nacional, 2014), y para efectos de la presente regulación, se consideran servicios públicos básicos los de agua potable y saneamiento ambiental relacionados con el agua (Lezama, 2018).

El agua

El agua se constituye como el principal elemento para la vida de las personas, es un componente relevante para las plantas también debido a que potencia el crecimiento y el desarrollo de estas. Para los seres humanos es importante para la supervivencia debido a que el cuerpo está conformado en un 90% por agua, además de ello es de utilidad para el consumo doméstico e industrial, para la elaboración de los alimentos, para la energía y el sostenimiento de la salud (García, 2017).

El agua tiene repercusiones en todos los procedimientos de la vida dado a que forma parte de los procesos de naturaleza de la tierra. Se tiene que ser consistentes que los organismos vivos van a depender del agua para que el mismo vaya a sobrevivir, consecuentemente a ello es relevante el poder cuidarla y valorar el líquido vital debido a que es un recurso limitado, frágil y que tiene escasez por los últimos años dado a la elevada contaminación de parte de las industrias que evidencian y que no hay una

profunda conciencia acerca del manejo que tiene que ser moderado y se debe practicar acerca del mismo (García-Rodríguez, 2021).

El agua por no encontrarse en óptimas y sanitarias condiciones lleva a que se generen enfermedades que son de origen hídrico, a la debilidad al incremento financiero mínimo a la inseguridad de forma social, a inconvenientes debido a su utilización y a las catástrofes de modo ambiental, por lo que se requiere que se haga un monitoreo firme que sea de la calidad del agua y de que se conozca a la tecnología o los componentes que inciden en la calidad (Huanca-Arohuanca, 2020).

Fuentes de agua en la naturaleza

Lluvia

Se genera por la condensación del vapor, de acuerdo al estado de vapor, lo cual es comparativamente puro, cuando esta se condensa y cae, el agua de la lluvia es la que absorbe algunas sustancias como son las esporas, los vegetales, las bacterias, el polvo o el dióxido de carbono. Esta clase de agua es de modo insípida pero más que todo no es corrosiva y saturada por el oxígeno y consecuentemente a ello no es usada por el consumo de ciertos lugares, pero si se usa su calidad depende del almacenamiento, así mismo como la forma en que ha sido recopilada (Salinas-Freire, 2021).

Lagos y Lagunas

En los lagos y en las lagunas es relevante su almacenamiento, esto quiere decir que tienen que conservarse en reposos dado a que se requiere que el agua vaya sedimentando la materia que se encuentra suspendida en esta, entre aquellos se pueden encontrar los minerales que están disueltos por lo que se puede evidenciar un color oscuro antes de la sedimentación con aquello se va a ayudar a que se aclare el agua y además la remoción de las bacterias, el agua es de una buena calidad no es la que está en orillas sino que la que está a mediana profundidad, enfocado en que su calidad se tiene que tomar en cuenta la dimensión del cuerpo y la manera de la corriente de agua (Muñoz- Riveaux, 2018).

El agua de los lagos y de las lagunas es muy usada para el consumo de las personas antes del tratamiento efectuado, dado a que son las principales fuentes del

abastecimiento de las comunidades, el agua y su calidad es la que va a estar sujeta a la temporada del año, es decir que en época de lluvias el agua es el que va a sufrir más incidencia de contaminación dado a que se pueden arrastrar sustancias que son contaminantes, en la temporada de verano el agua se la indica como más clara y está menos contaminada (García, 2017).

El agua de manantial

Hace referencia a la salida del agua natural, la misma que brota desde el centro de la tierra de forma natural o de manera intencional desde solo un punto, el agua mineral se genera en tierras firmes o se efectúa excavaciones para que se procesen los lagos, su aplicaciones se encuentran relacionadas con la naturaleza de las rocas, dado a que un manantial está de forma superficial en la tierra (Mejia, E., Rosales, F., Rojas, J. y Molina, 2019).

Agua subterránea

Se genera por la filtración de la lluvia en el suelo que se ha contraído como el agua subterránea. A través del paso por medio del suelo, el agua evidencia un contacto con algunas sustancias las cuales le da sus propiedades de forma particular. Consecuentemente a ello son aguas frías, claras, sin color y más duras que las mismas superficies. La calidad de estas y la temperatura son similares, a nivel bacteriológico son excelentes salvo a que no se vea incorporadas por las acciones del ser humano (Losada Benavides, 2020).

Calidad de Agua

La calidad del agua se la establece a través de las concentraciones y de los elementos orgánicos e inorgánicos junto con ciertas propiedades físicas del agua. Para efectuar la examinación del agua se determina a través de las mediciones en el lugar de recopilación así mismo como en el laboratorio. Es relevante continuar con una guía de calidad en la examinación del agua para efectuar las mediciones, así como el seleccionar una muestra del proyecto de la monitorización a través de un programa y así, agrupar los datos relevantes, para analizar las espaciales variaciones o los temporales de acuerdo a la calidad del agua (Mancilla-Villa, 2022).

La calidad del agua es relevante así mismo como la carencia de ésta, no obstante, no se la dado una atención. El vocablo de la calidad del agua se la va a describir a la

agrupación de los parámetros determinados por sus distintos lugares, debido a que los mismos señalan que el agua se la puede usar para distintos objetivos tales como el riego, el uso doméstico y de forma industrial (Ramírez Arcila & Ospina Zúñiga, 2019).

La salud es más que el no tener enfermedades, como se lo reconoce la OMS. De acuerdo a las investigaciones efectuadas hay enfermedades generadas por el agua que no tienen tratamiento, las personas que son más vulnerables se encuentran en un área de índice de pobreza elevada. El segundo inconveniente es el mantenimiento que no se le proporciona a la calidad del agua, este último es relevante debido a la asociación que hay en la calidad de salud y el agua, ya que la misma se la asocia con las enfermedades que se relacionan con la poca cantidad de agua (Palomino Avellaneda, 2018).

Una enfermedad que transige un inconveniente relevante de salud en las áreas urbanas y rurales a nivel mundial es la hepatitis, la misma que es provocada por los virus y se transmite de manera esporádica y epidemial, con enfoque a ser una recurrencia cíclica y guarda una gran relación con el defectuoso saneamiento ambiental (Sierra, 2021).

Estas afectaciones se pueden impedir si se garantiza el acceso al agua potable y a la higiene ambiental, si se asegura el rumbo a las inmunizaciones y demás servicios básicos de la salud y si se preserva y se cuida el medio ambiente (Torres-Pineda, 2020).

Contaminación del agua.

La contaminación se encuentra sujeta a distintas circunstancias las mismas que pueden ser de modo natural, entre estos se encuentra la lluvia, la cual arrastra ciertas sustancias del agua que se ha contaminado, esto puede deberse a la presencia de bacterias como la E. Coli, la misma que se presenta en las heces fecales de las personas o de los animales. Hay varios componentes que inciden en la contaminación del agua que consumen las personas, entre ellas están las fuentes de un abastecimiento natural, las redes del almacenamiento y del pastoreo de los animales y de manera final los componentes políticos que indican en la norma relativa a la inversión del desarrollo y del mantenimiento de los medios de abastecimiento del agua potable (Valdes-Basto, 2019).

Figura 1

Aspectos sobre la calidad del agua



Nota. La figura 1 muestra los aspectos relacionados con la calidad del recurso hídrico en las distintas áreas donde se la utiliza. Fuente: Tomado de Iñiguez-Muñoz (2022).

Las actividades de la ganadería y la asociación con la calidad de agua: la ganadería tiene una repercusión en la calidad del agua así mismo dentro de los recursos hídricos, de forma que cuando se genera el pastoreo se pueden contaminar el agua de un consumo alterado así mismo como las propiedades microbiológicas en las que se ha contaminado con las heces coliformes fecales y las propiedades químicas, puede influir y cambiar el valor de los nitritos y nitratos. Usualmente aquello se evidencia cuando los animales están cerca de las redes en la cual atraviesa el agua dado a que en un día lluvioso se puede arrastrar con facilidad a la fuente (Torres, 2018).

El aumento de las bacterias en el agua se evidencia cuando el ganado se encuentra en zonas aledañas a las fuentes de agua, de acuerdo a estudios efectuados, la cantidad de bacterias en el suelo es de acuerdo al tipo y a la cantidad de ganado y la manera en la cual los desechos han sido almacenados o tratados, así también como la contaminación de las aguas superficiales por los nutrientes que se extraen de las zonas de pastoreo que incide en la calidad del agua (Huaman Vilca, 2020).

Es por tal que el efecto en la calidad del agua se genera de acuerdo a la intensidad del sobrepastoreo, dado a que incide en la densidad del suelo, con el aumento del pisoteo, de tal manera que, al generar un riego o una lluvia, la capacidad del almacenamiento del suelo se ha superado sencillamente y es inevitable que suceda un arrastre de los nutrientes por el efecto de la escorrentía y la lixiviación de acuerdo a las fuentes de agua (Walteros Rodríguez & Daza Castro, 2019).

La agricultura tiene una gran incidencia en la calidad del agua, ya que puede contaminar tanto las aguas superficiales como las subterráneas. Los agricultores suelen utilizar fungicidas y abonos orgánicos para mejorar el rendimiento de sus cultivos, pero esto puede generar graves problemas ambientales. Las heces de animales como pollos, cerdos y ganado son una fuente importante de contaminación de las aguas dulces. En las zonas tropicales, los plaguicidas se encuentran con frecuencia en los sedimentos y en los organismos acuáticos. Para establecer con precisión el nivel de contaminación por plaguicidas en el agua, se realizan múltiples muestreos que incluyen el agua, los sedimentos y la biota (Monks, 2019).

La contaminación del agua en las superficies se encuentra elevadamente asociada junto con la pérdida de los suelos, debido a que arrastra el sedimento que se han encontrado desechos de la agricultura, generando de esta manera elevados niveles de turbidez al situar varios fertilizantes y generar el incremento de nitrato en las fuentes de agua (Gil-Marín, 2018).

El nitrato es usualmente arrastrado desde las áreas de cultivo y se transforma en baja profundidad de forma subterránea hasta las fuentes superficiales; dicha lixiviación se disminuye hasta en el 15% cuando se generan prácticas del manejo de la conservación del agua y de los suelos (Rueda Camberos, 2018).

Enfermedades producidas por contaminación del agua.

Otra clase de contaminación se refiere a la contaminación difusa en esta clase se hace referencia a la contaminación de las zonas abiertas, pero que no es de una fuente en específico, por ello que la contaminación del agua se genera por la utilidad de la tierra como la agricultura y el pastoreo (Custodio Villanueva, 2021).

Si se tiene los medios apropiadas es sencillo el desaparecer la contaminación específica, para ello se usan los tanques que son de sedimentación en la cual se puede almacenar el agua que está en reposo el sedimento de proceder a depositar al fondo para después ser tratado con productos químicos del agua, el lodo generado como efecto del sedimento se usa después como abono para la agricultura debido a que se evidencia en concentraciones de elevados nutrientes para las plantas (Sierra Ramirez, 2018).

En las fuentes que no son puntuales no hay la sedimentación, sino que el agua fluye por la superficie de la tierra, en este punto arrastra diferentes nutrientes, plaguicidas, fertilizantes y demás contaminantes implementados en las acciones forestales y en las agropecuarias, la primordial propiedad de dichas fuentes se basa en que responden a los lineamientos hidrológicos, como ejemplo de esta clase de contaminación se pueden indicar las actividades de modo industrial y la contaminación de que es origen doméstico las cuales son grasa, humanas, excretas y jabones (Ospina & Ramírez, 2019).

Son algunas las afectaciones que se pueden transmitir por medio del agua sobre todo en ciertas que han tenido un proceso de contaminación tal y como es el suministro del agua que se encuentra estancada la misma que se puede contaminar por las bacterias, los insectos y moscas, las mismas que inciden en la composición del líquido tanto visualmente como de forma microbiológica (Franco-Zambrano, 2022).

Tipos de microorganismos en el agua potable causante de enfermedades.

Existen varias clases de microorganismos, varios de estos son infecciosos que están en el medio ambiente, en el agua se pueden encontrar ciertas bacterias como es la *Shigella*, la principal consecuencia es la fiebre tifoidea la misma que es una grave afectación que puede provocar perforaciones en el intestino inclusive puede repercutir en una hemorragia debido a que la misma es la que provoca disenterías, fiebre, retorsiones, las mismas que inclusive pueden terminar en convulsiones, la *Salmonella*, así mismo es una clase de microorganismos que provoca tifoidea pero lo más usual es la que provoca el colera, a través del *Vibrio cholerae*, el *Escherichia coli* es la que provoca afectaciones gastrointestinales (Ramírez, 2019).

Al contraer estos microorganismos nos produce como síntomas, náuseas, vómitos, diarrea y calambres estomacales esto afectando principalmente a los niños en adultos las personas adultas con un buen estado de salud, estas enfermedades suelen ser leves y duran poco tiempo (Lugioyo, 2020).

¿Cómo contaminan los microorganismos infecciosos el agua potable?

Su metabolismo es fácil ya que estos están presentes en las heces de animales de sangre caliente, de las personas como también de los animales, las fuentes de agua

también pueden contaminarse por las aguas que limpian las grajas y explotaciones ganaderas, vertidos de plantas de tratamiento de aguas residuales o vertidos de sistemas sépticos.(Facts) (Peña, 2018).

Agua potable

Agua potable. Es el agua cuyos rasgos físicos, químicos microbiológicos han sido tratadas con el fin de garantizar su capacidad para el consumo humano. Entre los derechos humanos existe un derecho primordial que es el acceso a agua segura o potable y un componente esencial en la política de protección a la salud, es decir que no debe poseer ningún riesgo significativo para la salud del usuario al ser ingerida durante toda la vida (Mendoza M, 2018).

Calidad física

En cuanto a la calidad del agua potable en sus características físicas según la NTE INEN 1108:2014 los parámetros de análisis son: color, turbidez, olor y sabor (Aguirre-Sanchez, 2018).

Color

El agua es incolora, pero debemos distinguirla a lo que llamamos color aparente, el que presenta el agua bruta y el color verdadero, que es el que presenta cuando se le ha separado la materia en suspensión puede ser después del tratamiento (Arcos Pulido, 2019).

Olor y sabor

Este parámetro se relaciona con los compuestos químicos que se encuentran presentes en el agua, estos compuestos pueden ser propios del agua o por contaminación ya sea por fertilizantes o fungicidas utilizadas por agricultores, o naturales presentes en la naturaleza propia del agua, el color y olor del agua se determina mediante las características organolépticas, el consumidor va a ser el que acepta o rechaza dependiendo del gusto que tenga. Las sales o los minerales dan sabores salados o metálicos en ocasiones sin ningún olor (Freiner, 2018).

Turbiedad

Es un parámetro es utilizado para identificar la calidad de las aguas naturales y las aguas residuales tratadas con relación al material residual en suspensión coloidal si

el agua no presenta turbidez esto no es indicativo que esté libre de microorganismos contaminantes. La turbidez se mide por la comparación entre la fuerza de la luz dispersa en una muestra y la luz dispersa por una suspensión de referencia bajo las mismas condiciones (Reascos & Saavedra, 2018).

En el agua existe numerosos compuestos químicos propios de su naturaleza los cuales deben ser medidos ya que en exceso puede producir daño en la salud del que lo consume, sin embargo, pocos suponen un peligro inmediato para la salud en cualquier circunstancia determinada. El agua que va ser destinada al consumo Humano debe ser monitoreada, en (López, 2019):

Calidad química caso de tener algún tipo de contaminación debe realizarse inmediatamente, la corrección de los parámetros afectados. Fluoruro es un parámetro que al estar en altas concentraciones, de origen natural, puede generar manchas en los dientes y, en casos graves, fluorosis ósea incapacitante (Muñoz Moner, 2019).

El flúor se da de la siguiente manera, el agua es contaminado con flúor en su naturaleza propia ya puede ser por desechos industriales o por emanación o contaminación del aire de los volcanes este cae en la lluvia contaminando así el agua, una vez contaminada el agua sigue su recorrido hasta llegar a la población consumidora, esta lo ingiere, ingresa a las mucosas gástricas, y reacciona con el ácido Clorhídrico formando así el ácido hidro fluorhídrico, el cual tiene efecto corrosivo directo sobre la mucosa gástrica, en concentraciones elevadas. Pasa al plasma, tiene un pico de concentración máxima a las 3 horas, y luego se dirige a los distintos tejidos por mecanismos de transporte pasivo. Se deposita en tiroides, aorta, riñones, esqueleto y dientes, siendo estos dos últimos sus principales depósitos (Dueñas Jurado & Hinojosa Yzarra, 2021).

La fluorosis dental: es el hipo mineralización es decir baja el nivel de minerales en los dientes, del esmalte dental por aumento de la porosidad. Se debe a una excesiva ingesta de flúor durante el desarrollo del esmalte antes de la erupción si el consumidor consumió desde su infancia el agua contaminada. La fluorosis presenta una analogía dosis-respuesta. En una forma leve presenta estrías o líneas a través de la superficie del diente. En la fluorosis moderada los dientes son altamente resistentes a la caries, pero presentan manchas blancas opacas y en la forma severa el esmalte es

quebradizo con manchas marrones, acompañándose de lesiones óseas esto va a depender de las concentraciones y de la ingesta de flúor (Arcos Pulido, 2019).

Fluorosis esquelética: Esta se da por el consumo de un largo plazo de agua contaminada con flúor en altas concentraciones, produciendo así la fluorosis ósea. La cantidad de flúor en los huesos está relacionada de manera inversa con la edad (Mejía, E., Rosales, F., Rojas, J. y Molina, 2019).

Mayor afectación es en la fase de crecimiento del esqueleto es decir en la etapa de la niñez, ya que una porción relativa alta de flúor se depositar en los huesos, sus síntomas se presentarán cuando la persona se encuentre entre los 40 a 50 años, se ha postulado que un alto nivel de flúor puede debilitar el hueso e incrementar el riesgo de fracturas bajo ciertas condiciones, y concentraciones de ≥ 4 mg F/L pueden aumentar las fracturas.

Arsénico; El alto contenido de arsénico puede contraer a lo que es el riesgo de cáncer y lesiones cutáneas, ya que el agua de consumo puede contener arsénico en altas concentraciones de origen natural se debe realizar su análisis respectivo para evitar estas afecciones al consumidor (Dejud, 2022).

Uranio y el Selenio: pueden también ocasionar problemas de salud cuando su concentración es alta (Walteros Rodríguez & Daza Castro, 2019).

Nitratos y Nitritos: La presencia de nitratos y nitritos en el agua se ha asociado con la Metahemoglobinemia, en los recién nacidos que no se alimentan de leche materna sino con biberón. La presencia de nitratos puede deberse a la aplicación por parte de los agricultores de fertilizantes o a la filtración de aguas residuales u otros residuos orgánicos a las aguas superficiales y subterráneas (García-González, 2021).

Plomo: El plomo presenta altas concentraciones en cobre zonas con aguas corrosivas o ácidas, la manejo de cañerías y accesorios o soldaduras de plomo puede generar concentraciones altas de plomo en el agua de consumo, que ocasionan efectos neurológicos adversos (Torres, 2018).

Antimonio (Sb): Su límite máximo permitido del metaloide por la norma es de 0,02 mg/L; se encuentra generalmente en aguas superficiales, así como también en aguas subterráneas la concentración normal es de 0,1 Pg/L a 0,2 Pg/L. Estas forman

aleaciones con Cr, Pb y Sn de fuerte dureza (Dueñas Jurado & Hinojosa Yzarra, 2021).

Arsenio (As): Se encuentra distribuido en el planeta en forma de sulfuro de arsénico y arseniuros metálicos. Está formando del agua de consumo humano por disolución de minerales y menas naturales. El límite máximo permitido del metaloide por la norma es de 0,01 mg/L. la concentración de Arsenio en aguas naturales frecuentemente va de 1 Pg/L a 2Pg/L (Giler Escandón, 2021).

Dureza: Esta determina la presencia de cationes Ca^{+2} y Mg^{+2} , y en menor cantidad Fe^{+2} y Mn^{+2} y otros alcalinotérreos. En la actualidad se tiende a prescindir del término "dureza" indicándose la cantidad de calcio y magnesio presente en un agua en mg/ (García-González, 2021).

Bario (Ba): Es un metal comúnmente presente en concentraciones por debajo a 100 Pg/L, pero en análisis de aguas subterráneas se han reportado concentraciones por encima de 1 mg/L. según la norma vigente el límite máximo permitido es de 0,07 mg/L (Dueñas Jurado & Hinojosa Yzarra, 2021).

Boro (B): Principalmente se encuentra en plantas comestibles y en forma natural en aguas subterráneas y superficiales debido a contaminación de detergentes. La concentración de este metal varía de 0,1 mg/L a 0,3 mg/L. Según la norma NTE INEN 1108:2014 los valores máximo es de 2,4mg/L (Martinez, 2016).

Cloro residual: Cloro remanente en el agua luego de al menos 30 minutos de contacto. Su valor máximo es de 0,3 a 1,51 mg/L (Bendezú & Hernández, 2022).

Calidad microbiológica

Los coliformes fecales hacen referencia a un grupo de bacterias, que se crean en la región intestinal de los animales que son de sangre caliente, dichas bacterias son las que pertenecen a la familia de entero bacterias, en la examinación tiene igual capacidad de fermentar la lactosa que es de 35 a 37. Los géneros que conforman al grupo de los coliformes son los siguientes: Escherichia, Enterobacteria, Klebsiella y adicional a ello ciertas especies que son de Serratia, Citrobacter y Edwardsiella (Intriago-Flores & Quiroz-Fernández, 2021).

Se trata de un parasito intracelular que está presente ya sea en los animales como en los seres humanos, el ciclo de vida de este grupo es complejo, debido a que denota

una reproducción sexual y asexual, los mismos que tienen resistencia a los procedimientos de potabilizaciones por lo que se requiere que 80 mg/L de cloro para que se elimine, dosis que sean superiores a la que permite de la OMS (0,2 a 1,5 mg/L) (Sánchez, 2018).

Giardia: dicho parásito contamina más que todo los alimentos y los líquidos vitales, en base a ello el agua lo contamina frecuentemente y más rápido que los alimentos. El parásito mencionado tiene el síntoma de la hipo-absorción intestinal y la diarrea. Investigaciones denotaron que cuando se consumen 10 quistes crea un riesgo para contraer la infección (Villena Chávez, 2018).

Los quistes de Giardia son los que se resisten a los desinfectantes como es el cloro que son elevadamente antioxidantes, se requiere de elevadas concentraciones y por un establecido tiempo (25 a 30 minutos, 1 mg/L de cloro libre) de accionar del desinfectante. Por ello los rayos ultravioletas a bajas dosis dejan sin acción al microorganismo (García-González, 2021).

Calidad del agua

A la calidad del agua se la determina mediante las concentraciones y de los componentes orgánicos e inorgánicos que se encuentran en ella, en conjunto con algunas particularidades físicas. Para realizar el análisis del agua se la puede determinar por medio de las mediciones en el sitio de la recolección, de igual forma como en el laboratorio. Es importante continuar como una guía de la calidad en el análisis del agua para realizar las mediciones, de igual forma como el de elegir una muestra de todo el proyecto de la monitorización mediante un programa y para aquello elegir datos relevantes, para evaluar las especiales variaciones o los temporales según la calidad del agua (Mancilla-Villa, 2022).

La calidad del agua es importante de igual manera como la falta de esta, sin embargo, no se le ha proporcionado la suficiente atención. El término de calidad del agua se la describe como el conjunto de márgenes establecidos por los diferentes lugares dado a que estos mismos señalan que el agua se la puede utilizar para diferentes propósitos como es el riego, la utilidad doméstica y de manera industrial (Zúñiga & Aristizábal, 2022).

El tener salud es mucho más que solo el hecho de no tener enfermedades, tal y como se la reconoce por la OMS. Al brindar agua se puede asegurar que es lo que ayuda al consumidor y a la población a que se disminuyan las enfermedades. Según estudios realizados existen enfermedades que se crean por el agua que no tienen tratamiento, las personas que tienen más vulnerabilidad están en un índice de más elevada pobreza, el segundo problema se enfoca en el mantenimiento que no se le da al agua, este último punto es importante dado a la relación que existe en la calidad con la salud y el agua, ya que esta se la relaciona con las afectaciones vinculadas con la baja cantidad de agua (Bendezú & Hernández, 2022).

Una enfermedad que compone un problema importante de la salud en las zonas urbanas y en las rurales de forma mundial es la hepatitis, la cual se la provoca por los virus y se comprueba de forma esporádica y epidemial, con orientación a ser una frecuencia cíclica, en la cual se guarda una elevada relación junto con el defectuoso saneamiento ambiental (Weseluk, 2019).

A dichas enfermedades se las puede impedir si se garantiza el acceder al agua potable y de la higiene del ambiente, si se asegura un rumbo de las inmunizaciones y demás básicos servicios de la salud y si se puede preservar y proteger el medio ambiente (Kurt PhD, 2021).

Enfermedades producidas por el consumo del agua en mal estado

Diarrea

Según datos de la OMS (Organización Mundial de la Salud), la diarrea es una de las más relevantes causas de muerte en los países tercermundistas que se asocian íntimamente con la deshidratación (Elizalde González & Elizalde González, 2019).

Hepatitis

Se basa en una enfermedad de modo infecciosa que se contagia por medio del contacto oral-fecal, alimentos o de agua contaminada por las heces, su propagación también se provoca por la falta de servicios del agua, el saneamiento y de las higienes inapropiados (Vicuña Pérez, 2019).

Paludismo

De los afectados, el 90% son niños que tienen menos de 5 años y que residen en África, los programas de optimización de las herramientas hídricas se pueden reducir en un 50% esta y demás afectaciones de transmisión vectorial (Villena Chávez, 2018).

Tracoma

Esta es otra de las afectaciones que se le atribuyen de manera directa al no tener agua y a la higiene, dado a que con solo el hecho de lavarse la cara se puede prevenir el 27% de estos casos (Pérez-Torres, 2021).

Dengue

Esta enfermedad es una afectación febril que se transmite por un virus y tiene la particularidad de traer consigo fiebre de forma súbita que puede durar por 3 a 7 días, la cual viene en conjunto de dolor de cabeza, por articulaciones y los músculos (Giler Escandón, 2021).

Esquistosomiasis

Es provocada por los parásitos que ingresan en la piel de las personas que se encuentran lavando o se bañan en lugares de fuente de agua contaminada (Dejud, 2022).

Helmintiasis intestinal

Las helmintiasis son patologías de origen parasitario en la cual una parte del cuerpo se encuentra infectada por gusanos, el acceder a servicios como es el agua, el saneamiento y la higiene es la que puede disminuir la morbilidad debido a la Arcariasis y la Anquilostomiasis (Ramírez Arcila & Ospina Zúñiga, 2019).

Cólera

Se caracteriza por ser una enfermedad de modo infecciosa que se produce por medio de una bacteria que reside en el agua, en los mariscos y en plancton que se puede asentar en el intestino que está afectado (Rueda Camberos, 2018).

Fiebre Tifoidea

O también denominada fiebre entérica es una afectación infecciosa o el reservorio del ser humano y el método de contagio se la indica como la fecal-oral, mediante el agua y de los alimentos que están contaminados (Ortiz, 2018).

El índice de la calidad del agua (ICA)

Los parámetros del agua se pueden crear usando algunos componentes básicos que van en función de la utilidad del agua, el ICA, establece a la aptitud del cuerpo del agua con respecto a la utilidad prioritaria que la misma pueda tener. Tales índices son denominados como “usos específicos”. El índice de la calidad del agua planteado por Brown es una adaptación cambiada del “WQI” la cual se ha desarrollado por la Fundación de la Sanidad Nacional de los Estados Unidos, el cual en un esfuerzo por crear métodos para realizar una comparación en algunos lugares a nivel países, planteo y desarrollo un índice estándar denominados WQI, siglas que en español se traducen como “Índice de Calidad del Agua” (Torres-Pineda, 2020).

Dicho índice es generalmente usado en todos los índices de calidad de agua que hay siendo esquematizado en el año 1970 y se la puede usar para calcular los cambios de la calidad del agua en tramos específicos de ríos a través del tiempo, comparado con la calidad del agua de distintos tramos del mismo río, adicional a ello de compararlo junto con la calidad del agua de distintos ríos en todo el mundo (Ortega Ramírez, 2021).

El ICA incorpora lineamientos mejorados para un máximo valor establecido de 100, que se va reduciendo con el incremento de contaminación de acuerdo con el curso del agua en investigación. Luego de ello al medir el índice de calidad de agua de clase “General” se clasifica de la calidad del agua (Vicuña Pérez, 2019).

Para establecer la ICA se indica 9 lineamientos, las mismas que son (Pérez-Torres, 2021):

Máximo	Límite
• Coliformes fecales (en NMP/100mL)	< 1,1*
• pH (unidades de pH)	
• Demanda de la bioquímica de 5 días	5 en los mg/L
• Nitratos NO ₃	50 mg/L
• Fosfatos PO ₄	mg/L
• Alteraciones de la temperatura (°C)	
• La Turbidez	5 NTU
• Los sólidos disueltos totales (mg/L)	

Norma ecuatoriana INEN 1108:2014

Esta norma establece los requisitos que debe cumplir el agua potable para consumo humano. Esta norma se aplica al agua potable de los sistemas de abastecimiento públicos y privados a través de redes de distribución y tanqueros (INEN, 2014).

Tabla 2

Características físicas a partir de norma INEN 1108:2014

PARAMETRO	UNIDAD	Límite máximo permitido
Características físicas		
Color	Unidades de color aparente(Pt-Co)	15
Turbiedad	NTU	5
Olor	---	no objetable
Sabor	---	no objetable
Inorgánicos		
Antimonio, Sb	mg/l	0,02
Arsénico, As	mg/l	0,01
Bario, Ba	mg/l	0,7
Boro, B	mg/l	2,4
Cadmio, Cd	mg/l	0,003
Cianuros, CN ⁻	mg/l	0,07
Cloro libre residual*	mg/l	0,3 a 1,5 ¹⁾
Cobre, Cu	mg/l	2,0
Cromo, Cr (cromo total)	mg/l	0,05
Fluoruros	mg/l	1,5
Mercurio, Hg	mg/l	0,006
Níquel, Ni	mg/l	0,07
Nitratos, NO ⁻ ₃	mg/l	50
Nitritos, NO ⁻ ₂	mg/l	3,0
Plomo, Pb	mg/l	0,01
Radiación total α *	Bg/l	0,5
Radiación total β **	Bg/l	1,0
Selenio, Se	mg/l	0,04

¹⁾ Es el rango en el que debe estar el cloro libre residual luego de un tiempo mínimo de contacto de 30 minutos
* Corresponde a la radiación emitida por los siguientes radionucleídos: ²¹⁰Po, ²²⁴Ra, ²²⁶Ra, ²³²Th, ²³⁴U, ²³⁸U, ²³⁹Pu
** Corresponde a la radiación emitida por los siguientes radionucleídos: ⁶⁰Co, ⁸⁹Sr, ⁹⁰Sr, ¹²⁹I, ¹³¹I, ¹³⁴Cs, ¹³⁷Cs, ²¹⁰Pb, ²²⁸Ra

Nota: la presente tabla está relacionada con los parámetros establecidos por la norma ecuatoriana INEN. Fuente: INEN (2014).

Fundamentación legal

Ley Orgánica de los Recursos Hídricos, la utilidad y el aprovechamiento del agua en Ecuador (Asamblea nacional, 2014).

La Asamblea Nacional en el pleno ha indicado que: los Art. 12, 313 y el 318 de la Carta República indican al principio que el agua es un patrimonio nacional estratégico, de utilidad pública, de un dominio inalienable, imprescriptible y además inembargable del estado y conforma un vital componente para la naturaleza y para la existencia de la población, preservando que el estado es el que tiene el derecho de regular. Administrar, controlar y manejar los ámbitos estratégicos, de acuerdo con los principios de la sostenibilidad ambiental, la precaución, la prevención y la eficacia.

Artículo 12 de un Capítulo Segundo – Los derechos del buen vivir en la sección primera. Se declara que, El Derecho humano del agua es relevante e irrenunciable.

Artículo 313 del Capítulo Quinto – Las áreas estratégicas servicios y de corporaciones públicas. Se determina que: el estado es el encargado de la provisión de los servicios públicos del agua potable y la provisión de estos vayan a responder a los principios de la obligatoriedad, la uniformidad, la generalidad, la eficacia, la responsabilidad, la accesibilidad, la continuidad y la regularidad.

Artículo 318 del Capítulo Quinto – Los sitios estratégicos, los servicios y las corporaciones públicas. Se establece que: el agua es indicada como un patrimonio nacional de dominio público. El gestionar agua va a ser exclusivamente comunitaria o pública.

Capítulo III: Diseño metodológico

3.1 Tipo y diseño de la investigación

3.1.1 Tipo de Investigación

La investigación se basó en un trabajo de campo y laboratorio. Este tipo de investigación tiene el fin de dar respuesta a algún problema planteado previamente, extrayendo datos a través del uso de técnicas específicas dependiendo del estudio (Calizaya, 2020).

Una base relevante del estudio lo conforma la investigación de modo bibliográfica en la cual según Sampieri (2014), las revistas, los libros, textos y demás contribuciones serán un avance científico. El modo de investigación será la descriptiva y explicativa, misma, que va a más de describir los sucesos y los fenómenos creando conclusiones y sugerencias. Los mecanismos que se usarán son una fusión entre empíricos y teóricos, como es el inductivo, el analítico, el histórico, el lógico, los mismos que se complementan junto con la moderación, comprobación y la observación.

En el presente estudio se efectuó la toma de muestras en diferentes puntos de la Unidad Educativa Fiscal Ciudad de Esmeraldas, provincia del Guayas, y posterior se analizaron en laboratorio para el procesamiento de información. El nivel de investigación es de tipo descriptiva. El nivel descriptivo detalla hechos y procedimientos dependiendo del ámbito de aplicación, esto permite analizar e interpretar la naturaleza de un fenómeno (Hernández, 2016).

Se determinaron los niveles de parámetros del agua de consumo y se dio respuesta a la interrogante de si los límites se encuentran dentro de los límites permisibles según normas ecuatorianas.

3.1.2 Diseño de la investigación

López-Roldán (2019), manifiesta que los enfoques de investigación tienen que ver con posicionamientos concretos respecto a la actividad científica, que, a su vez, son herederos de concepciones y modelos amplios acerca de la ciencia, a los cuales se denomina Paradigmas científicos. El enfoque que se utilizará en la presente investigación será mixto (cuantitativo-cualitativo). En este sentido, López-Roldán (2019), indica sobre el enfoque mixto que implica una recolección, análisis e

interpretación de datos cualitativos y cuantitativos que el investigador haya considerado necesarios para su estudio. Este método representa un proceso sistemático, empírico y crítico de la investigación, en donde la visión objetiva de la investigación cuantitativa y la visión subjetiva de la investigación cualitativa pueden fusionarse para dar respuesta a problemas humanos.

En esa línea, el enfoque cuantitativo se encarga de la recolección y el análisis de datos numéricos que responderá las interrogantes de la investigación cuando se busca entender la perspectiva del fenómeno de estudio (Calizaya, 2020).

Por otro lado, el enfoque cualitativo recoge datos no estandarizados, se utiliza fundamentalmente cuando se pretende investigar hechos concretos como opiniones o comportamientos, esto es posible mediante las técnicas de investigación (Sapti, 2019).

Se realizará una investigación de tipo documental para determinar los aspectos más relevantes de la problemática, dentro de esto abordaremos las citas de varios autores los cuales han brindado posturas y resultados sobre la calidad del agua (Granados Valdez, 2018).

Realizaremos una encuesta a las autoridades y docentes de la unidad educativa fiscal “Ciudad de Esmeraldas”, provincia del Guayas, para tener un panorama más claro sobre la incidencia de la calidad del agua de la institución. Adicional se realizará un estudio de campo con la aplicación del instrumento de investigación de la encuesta para establecer la percepción de la calidad del agua de la organización.

Finalmente, el trabajo de titulación se desarrolló mediante un diseño de investigación Analítico – Descriptivo de corte transversal mediante la NORMA ECUATORIANA INEN 1108:2014 de requisito y el aporte de información encontrada en los dos puntos de muestra de la Unidad educativa.

3.1.3 Alcance

El alcance es de modo descriptivo; se expone desde que se obtiene información sobre un suceso o un procedimiento, para poder describir las incidencias, sin que se interese mucho o poco de conocer el motivo o el origen del fenómeno. Esencialmente

está enfocado a brindar una perspectiva sobre cómo funciona y cuáles son sus particularidades.

3.2 La población y la muestra

La población estuvo conformada por docentes y estudiantes de la Unidad Educativa Fiscal “Ciudad de Esmeraldas a los cuales se les realizó una encuesta acerca de la incidencia de la calidad del agua potable.

El muestreo del agua potable se realizó a una muestra del primer reservorio (cisterna general) donde llega el agua en primera instancia y una segunda muestra al segundo reservorio (tanques elevados), a los que se les realizó los análisis físico-químico y microbiológicos.

3.2.1 Características de la población

La Unidad Educativa Fiscal “Ciudad de Esmeraldas” es una institución mixta ubicada en la ciudad de Guayaquil, en las calles O’Connor, entre la 29 y la 31ava. Esta institución educativa alberga a casi 1200 estudiantes, entre las jornadas matutina y vespertina. Este plantel, al igual que otros ubicados por el sector suburbano de la ciudad, se encuentra en un estado muy irregular en relación a su infraestructura y sus servicios básicos, como lo son la energía eléctrica y el agua.

Los estudiantes pertenecen a un estrato social irregular y mantienen una situación económica medianamente baja, motivos por los cuales muy a menudo suelen consumir el agua potable directamente de los grifos para hidratarse, ya que muchas veces no cuentan con los medios económicos necesarios para poder adquirir una botella de agua en las tiendas del sector o en el bar que funciona en la institución.

3.2.2 Delimitación de la población

La delimitación de la investigación se llevó a cabo mediante la recolección de muestras de agua potable en la Unidad Educativa Fiscal "Ciudad de Esmeraldas"- Guayaquil provincia del Guayas, seguido del análisis físico-químico y microbiológico de las mismas utilizando las metodologías analíticas establecidas en la normativa INEN 1108. En ella se realizó un análisis estadístico de los resultados obtenidos, así

como del análisis de la encuesta realizada al personal del establecimiento académico, en la que se propondrán recomendaciones para mejorar la calidad del agua potable suministrada por la Unidad Educativa Fiscal "Ciudad de Esmeraldas", de ser el caso. Como alcance temporal, la investigación se llevó a cabo durante el periodo de octubre 2022 a enero 2023.

3.2.3 Tipo de muestra

3.2.3.1 Tamaño de muestra

Considerando que la población no es significativa en sus integrantes, no se requirió el establecimiento de una muestra. De acuerdo a Hernández (2016), se entiende por muestra "un subgrupo del universo o población del cual se recolectan los datos y que debe ser representativo de ésta" (p. 173). Trabajar con el reducido número de encuestados, es innecesario hacer una muestra al azar ni de la utilización de ninguna fórmula estadística, ni muestreo alguno.

En esa línea se realizó un muestreo no probabilístico, por conveniencia; por lo que se ha encuestado a 50 funcionarios de la Unidad educativa.

3.2.3.2 Criterios de inclusión

La población de la encuesta se establece sobre:

Reunión de personas o artículos de los que se requiere tener un conocimiento mediante una investigación. "la sociedad y el universo está compuesto por personas, faunas, registros médicos, pruebas de laboratorio, nacimientos, accidentes, entre otros" argumentando a la población en general como una agrupación o resultado de varios elementos de los que se investigan o se realizan análisis (Perico-Granados, 2022).

3.2.3.3 Criterios de exclusión

Los criterios de exclusión corresponden:

- Los alumnos y profesores que no quisieron participar en el estudio.

3.3 Los métodos y las técnicas

Las técnicas utilizadas en el desarrollo del proyecto se describen de la siguiente manera:

Encuesta: es una conversación entre dos o más personas. Estas personas dialogan con arreglo a ciertos esquemas o pautas de un problema o cuestión determinada, teniendo un propósito profesional. Como técnica de recolección va desde la interrogación estandarizada, hasta la conversación libre (Muñoz Moner, 2019).

3.3.1 Métodos - Hipotético-Deductivo

El proyecto de investigación se lo efectuó en la Unidad Educativa Fiscal Ciudad de “Esmeraldas”, a partir del método hipotético, a partir de la hipótesis definida que corresponde a que la calidad del agua potable en la Institución de Educación Fiscal “Ciudad de Esmeraldas”, en la ciudad de Guayaquil durante el periodo octubre 2022 – enero 2023, a través del análisis físico-químico y microbiológico si cumple los parámetros de la norma INEN 1108.

En esa línea el método Hipotético-Deductivo es una herramienta que puede usar el estudiante, para describir un fenómeno físico desde su percepción, donde debe generar una hipótesis de una situación que no sea cercana a su realidad próxima, lo que llamamos “planteamiento del problema”, el cual explica a través de la formulación una serie de premisas con las que deriva conclusiones, donde se evidencian sus preconcepciones y los instrumentos de conocimiento que adquiere (Sapti, 2019). En éste sentido, con la implementación de éste método, el se logra generar inferencias que son de gran importancia, lo que le permite tener una visión crítica y un mayor entendimiento de los fenómenos a tratar (Calizaya, 2020).

3.3.2 Técnicas e Instrumentos

El instrumento a utilizar fue una encuesta relacionada con el impacto de la calidad de agua potable en la Unidad Educativa Fiscal “Ciudad de Esmeraldas”, la misma contó con 8 preguntas sobre el estado, características organolépticas, uso, consumo, reservorio y distribución del agua potable (ANEXO 3).

Para el análisis de laboratorio, las muestras fueron recolectadas en la Unidad Educativa y analizadas mediante el método de Espectrofotómetro de la absorción atómica (Pruebas Fisicoquímicas y microbiológicas) en el laboratorio ELICROM S.A. (ANEXO 4).

3.4 Consideraciones éticas

El presente trabajo de titulación contó con la autorización de la Lcda., Delia Suárez Merchán MSc., rectora de la Unidad Educativa Fiscal “Ciudad de Esmeraldas” quien dio el consentimiento para la ejecución de la encuesta “Calidad del agua potable”, así como el análisis físico-químico y microbiológico del agua que se consume en la Unidad Educativa (ANEXO 2).

3.5 Procesamiento estadístico de la información

Para el análisis estadístico del presente trabajo se utilizó el programa Microsoft Office Excel donde se construyó una base de datos con las respectivas preguntas para poder obtener frecuencias y porcentajes, así mismo se hizo uso de un programa informático donde se analizaron los parámetros físico-químicos y microbiológicos.

Capítulo IV: Análisis e interpretación de resultados

4.1 Análisis de la situación actual

Encuesta

El cuestionario tiene el objetivo de generar un estudio de campo mediante un sondeo sobre evaluar la calidad del agua potable mediante las características fisicoquímicas y microbiológicas de la Unidad Educativa Fiscal “Ciudad de Esmeraldas”-Guayaquil mediante la aplicación de metodologías analíticas para la verificación del cumplimiento de los máximos permisibles de acuerdo a la normativa INEN 1108, provincia del Guayas, octubre 2022 – enero 2023.

A continuación, se observa los resultados del instrumento de investigación aplicado a través de la encuesta:

Encuestados

Tabla 3

Pregunta 1: ¿Considera que el agua de la Unidad Educativa Fiscal “Ciudad de Esmeraldas”- Guayaquil se encuentra en un estado adecuado para su uso?

MUY DE ACUERDO	DE ACUERDO	NI DE ACUERDO NI EN DESACUERDO	EN DESACUERDO	TOTALMENTE EN DESACUERDO	TOTAL
4 (8%)	4 (8%)	-	25 (50%)	17 (34%)	50 (100%)

Nota: Distribución porcentual del estado del agua de la Unidad Educativa Fiscal “Ciudad de Esmeraldas, Guayaquil. Fuente: Villacis-Caicedo, 2023

De acuerdo a la tabla # 3 en relación a la pregunta 1, se observa que la mitad de las personas encuestadas (50%) están en desacuerdo con que el agua en la Unidad Educativa Fiscal “Ciudad de Esmeraldas” se encuentra en un estado adecuado para su uso, que un 8% de ellos están muy de acuerdo y que solo el 8% de los encuestados manifiesta que si están de acuerdo en que el agua de la institución se encuentra en un estado adecuado para su uso.

Tabla 4

Pregunta 2: ¿Considera que el agua de la Unidad Educativa Fiscal “Ciudad de Esmeraldas”-Guayaquil tiene el color adecuado para su uso?

MUY DE ACUERDO	DE ACUERDO	NI DE ACUERDO NI EN DESACUERDO	EN DESACUERDO	TOTALMENTE EN DESACUERDO	TOTAL
5 (10%)	14 (28%)	-	26 (52%)	5 (10%)	50 (100%)

Nota: Distribución porcentual del estado del agua de la Unidad Educativa Fiscal “Ciudad de Esmeraldas, Guayaquil. Fuente: Villacis-Caicedo, 2023

De acuerdo a la tabla # 4 en relación a la pregunta 2, se observa que un 28% de las personas encuestadas están de acuerdo con que el agua en la Unidad Educativa Fiscal “Ciudad de Esmeraldas” tiene el color adecuado para su uso, que un 52% de ellos están en desacuerdo y que solo el 10% de los encuestados manifiesta que si están muy de acuerdo en que el agua de la institución tiene un color adecuado para su uso. Según estos resultados se plantea la necesidad de revisar los componentes externos que pueden incidir en alterar la calidad del agua, como por ejemplo las tuberías.

Tabla 5

Pregunta 3: ¿Considera que el agua de la Unidad Educativa Fiscal “Ciudad de Esmeraldas”-Guayaquil tiene el olor adecuado para su uso?

MUY DE ACUERDO	DE ACUERDO	NI DE ACUERDO NI EN DESACUERDO	EN DESACUERDO	TOTALMENTE EN DESACUERDO	TOTAL
3 (6%)	10 (20%)	-	22 (44%)	15 (30%)	50 (100%)

Nota: Distribución porcentual del estado del agua de la Unidad Educativa Fiscal “Ciudad de Esmeraldas, Guayaquil. Fuente: Villacis-Caicedo, 2023

De acuerdo a la tabla # 5 en relación a la pregunta 3, se observa que un 20% de las personas encuestadas están de acuerdo con que el agua en la Unidad Educativa Fiscal “Ciudad de Esmeraldas” tiene el olor adecuado para su uso, que un 30% de ellos están en desacuerdo y que solo el 6% de los encuestados manifiesta que si están muy de acuerdo en que el agua de la institución tiene un color adecuado para su uso. Según estos resultados se plantea la necesidad de revisar los componentes externos que pueden incidir en alterar la calidad del agua, como lo es el óxido en las tuberías.

Tabla 6

Pregunta 4: ¿Usted en algún momento ha consumido el agua de la Unidad Educativa Fiscal “Ciudad de Esmeraldas”-Guayaquil?

MUY DE ACUERDO	DE ACUERDO	NI DE ACUERDO NI EN DESACUERDO	EN DESACUERDO	TOTALMENTE EN DESACUERDO	TOTAL
30 (60%)	10 (20%)	-	5 (10%)	5 (10%)	50 (100%)

Nota: Distribución porcentual del estado del agua de la Unidad Educativa Fiscal “Ciudad de Esmeraldas, Guayaquil. Fuente: Villacis-Caicedo, 2023

De acuerdo a la tabla # 6 en relación a la pregunta 4, se observa que un 20% de las personas encuestadas están de acuerdo en que en algún momento han consumido el agua de la Unidad Educativa Fiscal “Ciudad de Esmeraldas”, que un 10% de ellos están en desacuerdo y que solo el 60% de los encuestados manifiesta que si están muy de acuerdo en que en algún momento han consumido el agua de la institución.

Tabla 7

Pregunta 5: ¿Usted considera que los reservorios de agua de la Unidad Educativa Fiscal “Ciudad de Esmeraldas”-Guayaquil tienen el mantenimiento adecuado?

MUY DE ACUERDO	DE ACUERDO	NI DE ACUERDO NI EN DESACUERDO	EN DESACUERDO	TOTALMENTE EN DESACUERDO	TOTAL
-	2 (4%)	2 (4%)	2 (4%)	44 (88%)	50 (100%)

Nota: Distribución porcentual del estado del agua de la Unidad Educativa Fiscal “Ciudad de Esmeraldas, Guayaquil. Fuente: Villacis-Caicedo, 2023

De acuerdo a la tabla # 7 en relación a la pregunta 5, se observa que un 4% de las personas encuestadas consideran que los reservorios de agua de la Unidad Educativa Fiscal “Ciudad de Esmeraldas”-Guayaquil tienen el mantenimiento adecuado, que un 4% de ellos están en desacuerdo y que el 88% de los encuestados consideran que los reservorios de agua de la Unidad Educativa tienen el mantenimiento adecuado.

Debido a estos resultados se concluye que los reservorios de agua de la Unidad Educativa Fiscal “Ciudad de Esmeraldas”, tanto en la cisterna como en los tanques elevados no presentan un cumplido mantenimiento y que esto puede afectar el estado de calidad del agua.

Tabla 8

Pregunta 6: ¿Usted considera que las tuberías de agua de la Unidad Educativa Fiscal “Ciudad de Esmeraldas”-Guayaquil tienen el mantenimiento adecuado?

MUY DE ACUERDO	DE ACUERDO	NI DE ACUERDO NI EN DESACUERDO	EN DESACUERDO	TOTALMENTE EN DESACUERDO	TOTAL
2 (4%)	2 (4%)	4 (8%)	4 (8%)	38 (76%)	50 (100%)

Nota: Distribución porcentual del estado del agua de la Unidad Educativa Fiscal “Ciudad de Esmeraldas, Guayaquil. Fuente: Villacis-Caicedo, 2023

De acuerdo a la tabla # 8 en relación a la pregunta 6, se observa que un 4% de las personas encuestadas consideran que las tuberías de agua de la Unidad Educativa Fiscal “Ciudad de Esmeraldas”-Guayaquil tienen el mantenimiento adecuado, que un 4% de ellos están en desacuerdo y que el 76% de los encuestados consideran que las tuberías de agua de la Unidad Educativa no tienen el mantenimiento adecuado.

Según estos datos, se visualiza que en las tuberías de la Unidad Educativa se percibe una falta de mantenimiento en la infraestructura del agua potable y que este problema es de conocimiento popular en la comunidad educativa.

Tabla 9

Pregunta 7: ¿Usted considera que la Unidad Educativa Fiscal “Ciudad de Esmeraldas”-Guayaquil realiza un seguimiento adecuado de las instalaciones de la institución?

MUY DE ACUERDO	DE ACUERDO	NI DE ACUERDO NI EN DESACUERDO	EN DESACUERDO	TOTALMENTE EN DESACUERDO	TOTAL
6 (12%)	6 (12%)	4 (8%)	4 (8%)	30 (60%)	50 (100%)

Nota: Distribución porcentual del estado del agua de la Unidad Educativa Fiscal “Ciudad de Esmeraldas, Guayaquil. Fuente: Villacis-Caicedo, 2023

De acuerdo a la tabla # 9 en relación a la pregunta 7, se observa que un 12% de las personas encuestadas consideran que la Unidad Educativa Fiscal “Ciudad de Esmeraldas”-Guayaquil realiza un seguimiento adecuado de las instalaciones de la institución, que un 8% de ellos están en desacuerdo y que el 60% de los encuestados consideran que la Unidad Educativa Fiscal “Ciudad de Esmeraldas”-Guayaquil no realiza un seguimiento adecuado de las instalaciones de la institución.

Bajo esta perspectiva se puede considerar que en la Unidad Educativa Fiscal “Ciudad de Esmeraldas no se realiza un seguimiento adecuado de las instalaciones de la institución.

Tabla 10

Pregunta 8: ¿Usted considera que en la Unidad Educativa Fiscal “Ciudad de Esmeraldas”-Guayaquil se realiza un seguimiento adecuado de los ductos y tuberías de la institución?

MUY DE ACUERDO	DE ACUERDO	NI DE ACUERDO NI EN DESACUERDO	EN DESACUERDO	TOTALMENTE EN DESACUERDO	TOTAL
7 (14%)	7 (14%)	10 (20%)	6 (12%)	20 (40%)	50 (100%)

Nota: Distribución porcentual del estado del agua de la Unidad Educativa Fiscal “Ciudad de Esmeraldas, Guayaquil. Fuente: Villacis-Caicedo, 2023

De acuerdo a la tabla # 10 en relación a la pregunta 8, se observa que un 14% de las personas encuestadas consideran que en la Unidad Educativa Fiscal “Ciudad de Esmeraldas”-Guayaquil se realiza un seguimiento adecuado de los ductos y tuberías de la institución, que un 14% de ellos están en desacuerdo y que el 40% de los encuestados consideran que en la Unidad Educativa Fiscal “Ciudad de Esmeraldas”-Guayaquil no se realiza un seguimiento adecuado de los ductos y tuberías de la institución.

En relación a los resultados de esta pregunta y basados en la falta de recursos básicos y en sus debilidades, es importante aplicar ciertos análisis de laboratorio en el agua de la institución, con el fin de verificar si presentan problemas bacteriológicos o físico-químicos.

4.2 Resultados del análisis físico-químico y microbiológico

A continuación, se observa los resultados del instrumento de investigación aplicado a través de la encuesta:

Ubicación geográfica

Las coordenadas de la unidad educativa fiscal “Ciudad de Esmeraldas”, corresponden a: -2.2120638649356166, -79.93219477504199

Tabla 2

Coordenadas de muestras

Muestra	Fecha	Lugar de toma	Coordenadas
1	23/01/2023	Ingreso a la cisterna - Unidad Educativa Fiscal "Ciudad de Esmeraldas"	-2.212340809798 - 79.896962321978"
2	23/01/2023	Lava manos de área de baño - Unidad Educativa Fiscal "Ciudad de Esmeraldas"	-2.700432444324, - 79.989798324413

Nota: Descripción de las muestras con fechas, lugar de tomas y coordenadas respectivas. Fuente: Tomado de Google Maps (Maps, 2022).

- **Punto de Muestreo 1: ingreso a cisterna – Unidad Educativa Fiscal, "Ciudad de Esmeraldas".**
- Tipo de Muestreo: Simple
- **Punto de Muestreo 2: lavamanos de área de baños – Unidad Educativa Fiscal "Ciudad de Esmeraldas".**
- Tipo de Muestreo: Simple.

Una vez que se han efectuado las respectivas examinaciones a las muestras señaladas en el monitoreo, se han alcanzado los siguientes resultados:

Tabla 32

Indicador microbiológico (Parámetro Coliformes fecales)

ID DE LA MUESTRA	RESULTADO	PARÁMETRO	UNIDAD
T1	0.22	<1	UFC/100 ML
T2	0.12	<1	UFC/100 ML

Nota: Se describen las muestras con los resultados y sus respectivos parámetros obtenidos. Fuente: Tomado de resultados de laboratorio ELICROM

En los resultados alcanzados en la muestra 1 para coliformes fecales, no se evidencian como positivos teniendo un valor < 1 UFC/100ml, no sobrepasando los límites permitidos de acuerdo con la normativa INEN 1108:2014. Determinando que la muestra del T1 ha contenido un valor que no ha sido más elevado y que contiene un 0.22 UFC/ml, y que la muestra del T2 contiene el valor bajo el cual es 0.12 UFC/M.

La ingesta de esta agua conlleva a que no se adquieran enfermedades de modo gastrointestinal provocadas por las bacterias.

Tabla 4

Indicador microbiológico (Parámetro Cryptosporidium)

ID DE LA MUESTRA	RESULTADO	PARÁMETRO	UNIDAD
T1	Ausencia	Ooquistes/litro	Ausencia
T2	Ausencia	Ooquistes/litro	Ausencia
MEDIA	0		
DESVIACIÓN ESTANDAR.	0		

Nota: Se describen las muestras con los resultados y sus respectivos parámetros obtenidos. Fuente: Tomado de resultados de laboratorio ELICROM

De acuerdo a estos resultados, el agua para el consumo de la población que proviene de las dos muestras tomadas en la Unidad Educativa y de acuerdo con la normativa INEN 1108:2014, dentro de su examinación microbiológica señalan la ausencia de un Microorganismo Cryptosporidium.

Tabla 145

Indicador microbiológico (Parámetro Giardia)

ID DE LA MUESTRA	RESULTADO	PARÁMETRO	UNIDAD
T1	Ausencia	Quistes/litro	Ausencia
T2	Ausencia	Quistes/litro	Ausencia
MEDIA	0		
DESVIACIÓN ESTANDAR.	0		

Nota: Se describen las muestras con los resultados y sus respectivos parámetros obtenidos. Fuente: Tomado de resultados de laboratorio ELICROM

La examinación microbiológica de Giardia efectuado a las dos muestras que son provenientes de Unidad Educativa señalan de acuerdo con los resultados la ausencia de dicho microorganismo en el agua que proviene de la cisterna y de la toma de agua, de acuerdo a lo que se rige en los márgenes de la normativa INEN 1108:2014.

Tabla 615

Indicador físico de la calidad del agua

		PARÁMETROS		
		TURBIDEZ	COLOR	OLOR
ID DE LA MUESTRA	UNIDAD	Ntu	Utc	-
	T1	0.80	0.00	No objetable
	T2	0.65	0.00	No objetable
	MEDIA	0.65	0	
	DESVIACIÓN ESTANDAR.	0.16	0	
	REQUISITO	Máx 5	Máx 15	No objetable

Nota: Se describen las muestras con los resultados y sus respectivos parámetros obtenidos.
Fuente: Tomado de resultados de laboratorio ELICROM

La muestra del T1 contiene un más alto valor que corresponde a 0.80 Ntu y la muestra del T2 contiene un valor bajo del 0.65 Ntu que contiene una media del 0.65 Ntu y que cumplen con los requerimientos establecidos en la normativa; de tal manera que la desviación estándar se basa en 0.16. En lo que respecta al color y al olor, los resultados alcanzados se encuentran dentro de los lineamientos permitidos en la normativa INEN 1108:2014.

Tabla 16

Indicador químico de la calidad del agua

		PARÁMETRO					
		Nitritos	Nitratos	Cloro LibreResidual	Fluoruro	Cianuro	Arsénico
ID DE LA	UNIDAD	mg/l	mg/l	ppm	mg/l	mg/l	mg/l
T1		0.009	No objetable	0.10	No detectable	0.004	0.003
T2		0.024	No	0.15	No detectable	0.003	0.002

	objetable					
MEDIA	0.016		0.14		0.004	0.002
DESVIACIÓN ESTANDAR.	0.008		0.04		0.001	0.001
REQUISITO	Máx3.0	Máx 50	0.3 –1.5	Máx 1.5	Máx0.07	Máx 0.01

Nota: Se describen las muestras con los resultados y sus respectivos parámetros obtenidos. Fuente: Tomado de resultados de laboratorio ELICROM

Los márgenes de nitrato – no objetables y los fluoruros – no detectable – están apegados a la norma INEN 1108:2014. Para los nitratos de las muestras efectuadas están dentro de la normativa; la muestra del T2 evidencia un valor más incrementado de 0.024 mg/L, por otro lado, la muestra del T1 evidencia un valor que es de 0.009 mg/L junto con una media de 0.016 mg/L y con la desviación estándar el cual es de 0.008. En lo que respecta al caso de cianuros de la media es de 0.004 mg/L y para el arsénico la media resultado de 0.002 mg/L valores que están por debajo de máximo que se ha permitido por la normativa INEN 1180:2014.

Se ha podido determinar en todas las muestras efectuadas cumplen con la normativa INEN 1108:2014 en lo que se refiere a los índices químicos antes señalados. La muestra del T1 es el nivel más bajo el cual es de 0.10 ppm de acuerdo con una media del 0.14 ppm, de tal manera que el valor es menor al 50% del nivel admitido, el mismo que es de 0.3 ppm que se rige en la NORMA INEN 1108:2014. La desviación estándar enfocado para los nitritos, el cianuro, el arsénico y el cloro libre residual están de acuerdo con el orden de las centésimas y a milésimas lo que señala que los resultados alcanzados se encuentran poco dispersos.

Tabla 717

Indicadores de metales pesados

		PARAMETRO					
		Cadmio	Cobre	Cromo	Mercurio	Níquel	Plomo
NORTE	UNIDAD	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l

ID DE LA MUESTRA	T1	0.00005	0.0015	0.0012	0.0006	0.0007	0.00003
	T2	0.00007	0.0026	0.0009	0.0009	0.0006	0.00002
	MEDIA	0.00005	0.0031	0.0008	0.0005	0.0056	0.00002
	DESVIACIÓN ESTANDAR.	0.00003	0.0020	0.0004	0.0004	0.0015	0.00001
REQUISITO		Máx 0.003	Máx2.0	Máx.0.05	Máx 0.006	Máx 0.05	Máx0.01

Nota: Se describen las muestras con los resultados y sus respectivos parámetros obtenidos. Fuente: Tomado de resultados de laboratorio ELICROM

Los resultados de la examinación de los metales pesados tales como el cadmio (Cd), Cromo (Cr), Cobre (Cu), Níquel (Ni), Plomo (Pb) y Mercurio (Hg) en el agua potable que proviene de las muestras, los cuales sirven para abastecer a las personas la unidad educativa evidencian que hay mínimas cantidades de pesados metales debajo de lo determinado en la NORMA INEN 1108:2014 en lo que respecta a las dos muestras evaluadas.

4.3 Análisis comparativo

- Según **Villegas-Jiménez (2013)**, en su Tesis para obtener el Título de Química farmacéutica, elaboró análisis físico-químicos y microbiológicos de muestras de agua envasada en fundas en la ciudad de Shushufindi, provincia de Sucumbíos. En los resultados de los análisis microbiológicos de sus muestras de agua potable, se evidenció que la cantidad de bacterias encontradas estuvieron por encima del límite permitido en la normativa INEN 1108:2014, razón por la cual estas aguas no están aptas para el consumo humano.
- En un trabajo de titulación presentado por **Tenelema-Lagua, (2017)** para optar por el título de Bioquímica Farmacéutica, se evaluó las características *físico-químicas y microbiológicas del agua potable en la parroquia San Miguelito de la ciudad de Píllaro, provincia de Tungurahua*. En él se demostró que el agua

no cumple con los límites permisibles en la normativa INEN 1108:2014 para fosfatos y amoníaco, ya que a la vez se evidenció la presencia de coliformes totales y fecales en los puntos previos al tratamiento de potabilización. Por tal motivo se concluye que el agua de la parroquia San Miguelito no es apta para el consumo humano.

- Según **Villacis-Caicedo, (2023)**, en un trabajo de Tesis para conseguir el título de Máster en Química Aplicada, se determinó la calidad del agua potable en la Unidad Educativa Fiscal “Ciudad de Esmeraldas”, en la ciudad de Guayaquil, provincia del Guayas, entre los meses de octubre 2022 a enero 2023. En esos análisis se obtuvo como resultado que de acuerdo al indicador microbiológico existe un 0.22 UFC/100ml por debajo del parámetro <1, que el indicador físico se encontró con una desviación estándar de 0.16, que el indicador químico presenta una media del 0.14 ppm, donde el nivel más bajo fue de 0.10 ppm; encontrándose estos valores por debajo de lo permitido en la norma INEN 1108:2014, y llegando a la conclusión de que el agua potable de la Unidad Educativa Fiscal “Ciudad de Esmeraldas” se considera apta para el consumo humano.

4.4 Verificación de la Hipótesis

Objetivo general

Evaluar la calidad del agua potable mediante las características fisicoquímicas y microbiológicas a través de la aplicación de metodologías analíticas para la verificación del cumplimiento de los máximos permisibles de acuerdo a la normativa INEN 1108, en la Unidad Educativa Fiscal “Ciudad de Esmeraldas”- Guayaquil provincia del Guayas, octubre 2022 – enero 2023.

Hipótesis general

La calidad del agua potable a partir de las características fisicoquímicas y microbiológicas si cumple los máximos permisibles de acuerdo a la normativa INEN 1108:2014, en la Unidad Educativa Fiscal “Ciudad de Esmeraldas” - Guayaquil

provincia del Guayas, octubre 2022 – enero 2023.

De acuerdo al objetivo general planteado en relación a la hipótesis, se ha podido determinar en todas las muestras efectuadas en la Unidad Educativa que si cumplen con la normativa INEN 1108:2014 en lo que se refiere a los índices físico-químicos antes señalados, porque la muestra T1 presenta el nivel más bajo equivalente a 0.10 ppm de acuerdo con una media del 0.14 ppm, de tal manera que el valor es menor al 50% del nivel admitido, el mismo que es de 0.3 ppm y que se comprueba en la norma INEN 1108:2014. La desviación estándar enfocada para los nitritos, el cianuro, el arsénico y el cloro libre residual están de acuerdo con el orden de las centésimas y milésimas de la norma INEN 1108:2014, lo que señala que los resultados alcanzados se encuentran poco dispersos. Así mismo, dentro del análisis microbiológico se señala en los resultados la ausencia del microorganismo *Cryptosporidium*, así como la ausencia microbiológica del microorganismo *Giardia*, evidenciando que definitivamente el agua potable que se consume en la Unidad Educativa Fiscal “Ciudad de Esmeraldas” sí cumple los máximos permisibles de acuerdo a la normativa INEN 1108:2014 y es totalmente apta para el consumo de la comunidad educativa.

Objetivo específico # 1

Definir los puntos adecuados mediante el uso de coordenadas, para la toma de muestras del agua potable que llega a la Unidad Educativa Fiscal “Ciudad de Esmeraldas.

Hipótesis

Los puntos más adecuados para la toma de muestras a ser analizadas, son la cisterna donde llega el agua potable de la tubería externa al plantel y de los grifos que se encuentran en los lavamanos.

De acuerdo al objetivo planteado en relación a la hipótesis, se evidencia que los puntos de toma de muestra del agua potable fueron la cisterna y los grifos de los lavamanos, porque la cisterna es el primer filtro por donde llega el agua a la institución y la de los grifos es el agua ya almacenada en un cierto periodo de tiempo, primero en la cisterna y luego en dos tanques elevados, siendo estas las dos únicas fuentes donde el agua está almacenada en la Unidad Educativa y por lo cual se puede originar la presencia de contaminantes.

Objetivo específico # 2

Realizar los análisis físico-químicos y microbiológicos en las muestras de estudio de la Unidad Educativa Fiscal “Ciudad de Esmeraldas”.

Hipótesis

Las muestras de estudio tomadas en la Unidad Educativa Fiscal “Ciudad de Esmeraldas” fueron analizadas en un laboratorio que cumple con la certificación y acreditación en trabajos de análisis físico-químicos y microbiológicos.

De acuerdo al objetivo planteado en relación a la hipótesis, se eligió un laboratorio de prestigio y certificado como lo es ELICROM, porque es de suma importancia que para la elaboración de los análisis físico-químicos y microbiológicos se pueda contar con empresas acreditados por la SAE (Servicio de Acreditación Ecuatoriano) y este laboratorio evidencia su Certificado de Acreditación N° OAE LE C 10-010, de acuerdo con los requerimientos establecidos en la Norma NTE INEN ISO/IEC 17025:2006.

Objetivo específico # 3

Evaluar los niveles de contaminación de las muestras obtenidas mediante la normativa INEN 1108.

Hipótesis

Los niveles de contaminación de las muestras obtenidas en la Unidad Educativa Fiscal “Ciudad de Esmeraldas” cumplen con los parámetros mínimos permitidos por la norma ecuatoriana INEN 1108:2014.

De acuerdo al objetivo planteado en relación a la hipótesis, los resultados obtenidos en los análisis realizados en las muestras de agua potable de la Unidad Educativa Fiscal “Ciudad de Esmeraldas” evidencian que cumplen con los requerimientos establecidos en la normativa INEN 1108:2014 porque la muestra del T1 contiene un valor que corresponde a 0.80 Ntu (Unidad nefelométrica de turbidez) y la muestra del T2 contiene un valor bajo del 0.65 Ntu, que contiene una media del 0.65 Ntu. Al mismo tiempo, los resultados de la examinación de los metales pesados tales como cadmio (Cd), Cromo (Cr), Cobre (Cu), Níquel (Ni), Plomo (Pb) y Mercurio (Hg), demuestran que hay mínimas cantidades de estos elementos químicos.

Objetivo específico # 4

Determinar el impacto del agua potable en la salud de estudiantes y trabajadores de la Unidad Educativa Fiscal “Ciudad de Esmeraldas”, mediante la aplicación de una encuesta a la comunidad educativa.

Hipótesis

La calidad del agua de la Unidad Educativa Fiscal “Ciudad de Esmeraldas” se encuentra bajo los niveles permitidos por la norma INEN 1108:2014 para el consumo humano, ya que, según la población encuestada, no se han presentado afectaciones en la salud de estudiantes o demás personal que permanece en la Unidad Educativa.

De acuerdo al objetivo planteado en relación a la hipótesis, el impacto causado en los estudiantes y trabajadores de la Unidad Educativa Fiscal “Ciudad de Esmeraldas” es medianamente imperceptible porque debido a los resultados obtenidos en los análisis de laboratorio y a los resultados estadísticos de la encuesta aplicada, no se demuestran valores contrarios a los permitidos en la normativa INEN 1108:2014 y a la vez, se lo puede evidenciar con las variadas respuestas a las preguntas planteadas en la encuesta aplicada a la comunidad educativa.

Capítulo V: Conclusiones y Recomendaciones

Conclusiones

- Se definió los puntos adecuados mediante el uso de coordenadas, para la toma de muestras del agua potable que llega a la Unidad Educativa Fiscal “Ciudad de Esmeraldas”. Donde se ha recopilado 2 muestras de agua: Punto de Muestreo 1: ingreso a cisterna – unidad educativa fiscal ciudad de “esmeraldas”, de un tipo de muestreo simple y punto de Muestreo 2, lavamanos de área de baños – unidad educativa fiscal ciudad de “esmeraldas”.
- Se realizó el análisis físico-químicos y microbiológicos en las muestras de estudio para determinar la calidad del agua de la Unidad Educativa Fiscal “Ciudad de Esmeraldas”; donde se determinó que el agua para el consumo de la población que proviene de las dos muestras, de acuerdo con la normativa INEN 1108:2014 dentro de su examinación microbiológica señala que los resultados en la unidad educativa indican la ausencia de un Microorganismo *Cryptosporidium*.
- La examinación microbiológica de *Giardia* efectuado a las dos muestras que son provenientes de unidad educativa señala que de acuerdo con los resultados la ausencia de dicho microorganismo en el agua que proviene de la cisterna y de la toma de agua, de acuerdo a lo que se rige en los márgenes de la NORMATIVA INEN 1108:2014. La muestra del T1 contiene un más alto valor que corresponde a 0.80 Ntu y de la muestra del T2 contiene un valor bajo del 0.65 Ntu que contiene una media del 0.65 Ntu y que cumplen con los requerimientos establecidos en la normativa; de tal manera que la desviación estándar se basa en 0.16.
- En lo que respecta al color y al olor, los resultados alcanzados se encuentran dentro de los lineamientos permitidos en la normativa INEN 1108:2014. Los márgenes de nitrato – no objetables y los fluoruros – no detectable – están apegados a la norma INEN 1108:2014. Para los nitratos de las muestras efectuadas están dentro de la normativa; la muestra del T2 evidencia un valor más incrementado de 0.024 mg/L, por otro lado, la muestra del T1 evidencia un valor que es de 0.009 mg/L junto con una media de 0.016 mg/L y con la desviación estándar el cual es de 0.008. En lo que respecta al caso de cianuros

de la media es de 0.004 mg/L y para el arsénico la media resultado de 0.002 mg/L valores que están por debajo de máximo que se ha permitido por la normativa INEN 1180:2014.

- Se ha podido determinar en todas las muestras efectuadas cumplen con la normativa INEN 1108:2014 en lo que se refiere a los índices químicos antes señalados. La muestra del T1 es el nivel más bajo el cual es de 0.10 ppm de acuerdo con una media del 0.14 ppm, de tal manera que el valor es menor al 50% del nivel admitido, el mismo que es de 0.3 ppm que se rige en la NORMA INEN 1108:2014. La desviación estándar enfocado para los nitritos, el cianuro, el arsénico y el cloro libre residual están de acuerdo con el orden de las centésimas y a milésimas lo que señala que los resultados alcanzados se encuentran poco dispersos.
- Se evaluó los niveles de contaminación de las muestras obtenidas mediante la normativa INEN 1108; donde se obtuvo que los resultados de la examinación de los metales pesados tales como el cadmio (Cd), Cromo (Cr), Cobre (Cu), Níquel (Ni), Plomo (Pb) y Mercurio (Hg) en el agua potable que proviene de las muestras, los cuales sirven para abastecer a las personas la unidad educativa evidencian que hay mínimas cantidades de pesados metales debajo de lo determinado en la NORMA INEN 1108:2014 en lo que respecta a las dos muestras evaluadas.
- Bajo esa óptica se determina que existe un mínimo impacto del agua potable en la salud de estudiantes y trabajadores de la Unidad Educativa Fiscal “Ciudad de Esmeraldas”.

Recomendaciones

- Se sugiere que para optimizar el método de la potabilización del agua debido a que si bien cumple con la norma se requiere mitigar algunas mediciones con los requerimientos a cabalidad. Las elevadas concentraciones del flúor son las que hacen que el agua no sea la más apropiada para el consumo de las personas, por ello se sugiere efectuar un tratamiento que pueda disminuir tales concentraciones sin que se provoque un daño al consumidor. Uno de los mecanismos que se implementan es la coagulación con el sulfato de aluminio, dado a que el mismo ayuda a que se bajen las densidades del flúor que son de 3.6 mg/l a un 1.4 mg/l solo agregando 250 mg/l del sulfato de aluminio.
- Se tiene que ser cuidadoso en el momento que se efectúen los muestreos de esa forma se evita que se contamine las muestras antes que lleguen al laboratorio, en el momento que se examinen tales muestras, continuar con los pasos determinados por las distintas normativas y las guías para el análisis adecuado.
- Se sugiere efectuar los demás análisis químicos que no se han examinados de esta forma se van a obtener completos resultados y se puede calificar la calidad del agua de acuerdo a los parámetros dado a que se efectuó aquello que se consideraba relevante.
- Se sugiere a la población el consumir agua para que sea segura sobre todo a quienes pertenecen a grupos vulnerables así se previene complicaciones en la salud.
- Brindar capacitaciones a quienes manejan los equipos para establecer el cloro que es libre de residual de esta forma se controla si el dosificador del cloro o del gas se encuentra funcionando adecuadamente desde el tratamiento hasta el punto en donde el agua llega.
- Efectuar un control de mantenimiento constante en las tuberías, en los filtros, en los tanques de almacenamiento y en las redes de distribución con el objetivo que se garanticen los lineamientos de potabilizaciones efectuados así se

previene la contaminación por microorganismos sobre todo en las que hacen referencia a las coliformes fecales.

- Finalmente se recomienda realizar nuevamente este estudio del análisis físico-químicos y microbiológicos para determinar la calidad del agua de la Unidad Educativa Fiscal “Ciudad de Esmeraldas”, en un periodo posterior no menor a 5 años.

Bibliografía

- Aguirre-Sánchez, D. J., Aguirre-Ramírez, N. J., & Caicedo-Quintero, O. (2018). Evaluación de la calidad del agua a través de los protistas en la quebrada La Ayurá en Envigado (Antioquia). *Producción + Limpia*, 3(1).
- Arcos Pulido, M. D. P., Ávila de Navia, MSC, S. L., Estupiñán Torres, MSC, S. M., & Gómez Prieto, A. C. (2019). Indicadores microbiológicos de contaminación de las fuentes de agua. *Nova*, 3(4). <https://doi.org/10.22490/24629448.338>
- Asamblea nacional. (2014). *Ley orgánica de recursos hídricos usos y aprovechamiento del agua*. <https://doi.org/http://www.regulacionagua.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2016/03/Ley-Org%C3%A1nica-de-Recursos-H%C3%ADricos-Usos-y-Aprovechamiento-del-Agua.pdf>
- Bendezú, M. A. B., & Hernández, C. V. B. (2022). Evaluación de la idoneidad de la calidad del agua potable utilizando el índice de calidad en el distrito de Subtanjalla, Perú. *South Florida Journal of Development*, 3(1). <https://doi.org/10.46932/sfjdv3n1-027>
- CAF. Banco de Desarrollo de América Latina. (2022). La importancia de tener una buena infraestructura escolar. *CAF. Banco de Desarrollo de América Latina*.
- Calizaya, J. M. (2020). Algunas ideas de investigación científica. *Minerva*, 1(3). <https://doi.org/10.47460/minerva.v1i3.15>
- Carlos Sierra. (2021). Calidad del agua evaluación y diagnóstico. In *Nuevos sistemas de comunicación e información*.
- Castro, M., Almeida, J., Ferrer, J., & Diaz, D. (2019). Indicadores de la calidad del agua: evolución y tendencias a nivel global. *Ingeniería Solidaria*, 10(17). <https://doi.org/10.16925/in.v9i17.811>
- Cevallos-Mendoza, M. J., Chompoy-Salazar, S. M., & Barre-Zambrano, R. (2022). Propiedades fisicoquímicas y sensoriales del vino del pseudofruto de marañón (*Anacardium occidentale*). *Revista Científica INGENIAR: Ingeniería, Tecnología e Investigación*, 5(9). <https://doi.org/10.46296/ig.v5i9.0043>

- Custodio Villanueva, M., Chanamé Zapata, F., & Bulege Gutiérrez, W. (2021). EVALUACIÓN DE LA CALIDAD DEL AGUA DEL RÍO CUNAS MEDIANTE ÍNDICES FISICOQUÍMICOS Y BIOLÓGICOS, JUNÍN PERÚ. *Quintaesencia*, 7(2). <https://doi.org/10.54943/rq.v7i2.12>
- Dejud, D., Mou, V., Acosta, P., & Broce, K. (2022). Determinación de la calidad del agua del Río Caldera, Boquete, Chiriquí. *Ciencia y Práctica*, 2(3). <https://doi.org/10.52109/cyp2022321>
- Dueñas Jurado, C., & Hinojosa Yzarra, L. (2021). Calidad del agua potable y su influencia en la salud humana. *GnosisWisdom*, 1(3). <https://doi.org/10.54556/gnosiswisdom.v1i3.19>
- Elizalde González, J. J., & Elizalde González, J. J. (2019). Salvando vidas: lavado de manos. *Medicina Crítica (Colegio Mexicano de Medicina Crítica)*, 33(3).
- Fernández-Rodríguez, M., & Guardado-Lacaba, R. M. (2021). Evaluación del Índice de Calidad del Agua (ICAsup) en el río Cabaña, Moa-Cuba. *Minería y Geología*, 37.
- Franco-Zambrano, B. F., Bravo-Sánchez, L. R., & Ruiz-Reyes, E. (2022). DETERMINACIÓN SIMULTÁNEA DE ANTINFLAMATORIOS NO ESTEROIDEOS EN AGUA PARA CONSUMO HUMANO MEDIANTE HPLC-DAD. *REVISTA CIENTÍFICA MULTIDISCIPLINARIA ARBITRADA "YACHASUN,"* 6(10 Edición especial febrero). <https://doi.org/10.46296/yc.v6i10edespfeb.0151>
- García-González, J., Osorio-Ortega, M. A., Saquicela-Rojas, R. A., & Cadme, M. L. (2021). Determinación del índice de calidad del agua en ríos de Santo Domingo de los Tsáchilas, Ecuador. *Ingeniería Del Agua*, 25(2). <https://doi.org/10.4995/ia.2021.13921>
- García-Rodríguez, G., Sandoval-Rojas, M. E., Corona-Romano, E. R., de Jesús-de la Rosa, R. E., Martínez-Romay, B., García-Gil, E., & García-Gil, E. (2021). APLICACIÓN DE DOS METODOLOGÍAS PARA LA EVALUACIÓN DE LA CALIDAD DEL AGUA DE CUERPOS SUPERFICIALES DESTINADOS A LA

PESCA EN EL SUR DEL ESTADO DE VERACRUZ, MÉXICO. *Revista Internacional de Contaminación Ambiental*. <https://doi.org/10.20937/rica.53681>

García, J., Sarmiento, L., Rodríguez, M., & Porras, L. (2017). Uso de bioindicadores para la evaluación de la calidad del agua en ríos: Aplicación en ríos tropicales de alta montaña. Revisión corta. *UG Ciencia*, 23.

García, J., Sarmiento, L., Salvador, M., & Porras, L. (2017). Uso de bioindicadores para la evaluación de la calidad del agua en ríos: aplicación en ríos tropicales de alta montaña. *Universidad La Gran Colombia*, 23.

Gil-Marín, J. A., Vizcaino, C., & Montaña-Mata, N. J. (2018). Evaluación de la calidad del agua superficial utilizando el índice de calidad del agua (ICA). Caso de estudio: Cuenca del Río Guarapiche, Monagas, Venezuela. *Anales Científicos*, 79(1). <https://doi.org/10.21704/ac.v79i1.1146>

Giler Escandón, L. V., Sánchez Sarmiento, M. P., Mora Bernal, A., & Guerra Coronel, M. (2021). Los retos en la prestación del servicio público de agua potable en la nueva normalidad en Cuenca-Ecuador. *Con-Texto*, 55. <https://doi.org/10.18601/01236458.n55.07>

Granados Valdez, A. S. (2018). "Implementación Del Sistema De Gestión De Seguridad Y Salud Ocupacional Para La Prevención De Riesgos Laborales En La Empresa Contratista Minera Corporación Shecta S.A.-2018". In *Universidad Nacional "Santiago Antúnez De Mayolo" Facultad*.

Gutiérrez, O., Padilla, C., & Cairo, J. (2022). Uso de la semilla de Moringa oleífera como clarificador de fluidos biológicos y calidad del agua potable. Nota técnica. *Revista Electrónica de Veterinaria*, 23(1).

Hernandez-Alvarez, U., Pinedo-Hernández, J., Paternina-Uribe, R., & Marrugo-Negrete, J. L. (2021). Evaluación de calidad del agua en la Quebrada Jui, afluente del río Sinú, Colombia. *Revista U.D.C.A Actualidad & Divulgación Científica*, 24(1). <https://doi.org/10.31910/rudca.v24.n1.2021.1678>

Hernández Sampieri, R. Fernández Collao, C. (2016). Libro Metodología de la

investigación SAMPIERI. In Mc Graw Hill (Ed.), *Metodología de la investigación*. <http://observatorio.epacartagena.gov.co/wp-content/uploads/2017/08/metodologia-de-la-investigacion-sexta-edicion.compressed.pdf>

Hoyos Revilla, J. E., & Gamarra Torres, O. A. (2021). Calidad del agua potable de la ciudad de Bagua, Amazonas, 2018. *Revista Científica UNTRM: Ciencias Naturales e Ingeniería*, 3(3). <https://doi.org/10.25127/ucni.v3i3.637>

Huamán Vilca, S., Lucen, M., Paredes Vite, M., & Changanaqui Alfaro, D. (2020). Evaluación de la calidad del agua de la Laguna Marvilla en los Pantanos de Villa (Lima – Perú). *South Sustainability*. <https://doi.org/10.21142/ss-0102-2020-019>

Huanca-Arohuanca, J. W., Butrón Pinazo, S. B., Supo Quispe, L. A., & Supo Condori, F. (2020). Evaluación y monitoreo de la calidad ambiental del agua en el proyecto sistema de riego Canal N, provincia de Melgar – Puno, Perú. *Ciencia & Desarrollo*, 26. <https://doi.org/10.33326/26176033.2020.26.936>

INEC. (2023). *Gestión de Agua Potable y Saneamiento*. https://doi.org/https://www.ecuadorencifras.gob.ec/documentos/web-inec/Encuestas_Ambientales/Municipios_2019/Agua_potable_alcantarillado_2019/PRESENTACION%20APA%202019%20V07_rev_corregido.pdf

INEN. (2014). Agua Potable. Requisitos. Nte Inen 1108. *Instituto Ecuatoriano de Normalización*, 5.

Iñiguez-Muñoz, L. E., Anaya-Esparza, L. M., Castañeda-Villanueva, A. A., Martínez-Esquivias, F., Carvajal-Hernández, M., & Méndez Robles, M. D. (2022). Calidad microbiológica del agua potable utilizada en escuelas públicas de la ciudad de Tepatitlán, Jalisco. *Boletín de Ciencias Agropecuarias Del ICAP*, 8(15). <https://doi.org/10.29057/icap.v8i15.7958>

Intriago-Flores, J. B., & Quiroz-Fernández, L. S. (2021). Calidad del agua de la cuenca media del río Portoviejo. Estrategias para mitigar la contaminación. *Polo Del Conocimiento*, 6(6).

- Kurt PhD, Z. (2021). Calidad del agua y posibles tecnologías de tratamiento en las áreas urbanas de Colón, Panamá: Agua Colón. *Congreso Nacional de Ciencia y Tecnología – APANAC*. <https://doi.org/10.33412/apanac.2021.3181>
- Leandro, F., Hernández, C., Rincón, I. C., Adriana, L., & Cely, M. (2018). Evaluación de la calidad del agua y diagnóstico ambiental del humedal Jaboque. *Tecnogestión*, 2(1).
- Lezama, J. L. (2018). La construcción social y política del medio ambiente. In *La construcción social y política del medio ambiente*. <https://doi.org/10.2307/j.ctv3f8pp4>
- Londoño, A., Giraldo, G., & Gutiérrez, Á. (2020). Métodos Analíticos Para La Evaluación De La Calidad Fisicoquímica Del Agua. *Universidad Nacional De Colombia Sede Manizales*, 53(3).
- López-Roldán, P., & Fachelli, S. (2019). Metodología De La Investigación Social Cuantitativa. *Metodología De La Investigación Social Cuantitativa*.
- López, C. N. (2019). Una metodología rápida y de fácil aplicación para la evaluación de la calidad del agua utilizando el índice BMWP-Cub para ríos cubanos. *Revista*
- Losada Benavides, L. C., Rueda Sanabria, C. A., & Martínez Silva, P. (2020). Evaluación de la calidad del agua en el embalse hidroeléctrico El Quimbo. *Entre Ciencia e Ingeniería*, 14(27). <https://doi.org/10.31908/19098367.1800>
- Lugioyo, G. M., González, D., & García, I. (2020). Evaluación de la calidad del agua de los arrecifes del golfo de Czones, sur de Cuba, a partir de algunos indicadores microbiológicos y químicos. *Revista Ciencias Marinas y Costeras*. <https://doi.org/10.15359/revmar.12-1.1>
- Mancilla-Villa, O. R., Gómez-Villaseñor, L., Olguin-López, J. L., Guevara-Gutiérrez, R. D., Hernández-Vargas, O., Ortega-Escobar, H. M., Flores-Magdaleno, H., Can-Chulim, Á., Sánchez-Bernal, E. I., Cruz-Crespo, E., & Palomera-García, C. (2022). Contaminación orgánica por coliformes, Nitrógeno y Fosforo en los ecosistemas acuáticos de la cuenca del río Ayuquila-Armería, Jalisco, México.

Biotecnia, 24(1). <https://doi.org/10.18633/biotecnia.v24i1.1283>

Maps, G. (2022). *Google Maps*. 4699519. <https://www.google.com.ec/maps/@-0.1081339,-78.4699519,18z?hl=es>

Martínez, A., Chargoy, J. P., Puerto, M., Suppen, N., & Rojas, D. (2016). Huella de Agua (ISO 14046) en América Latina. Análisis y recomendaciones para una coherencia regional. *Centro de Análisis de Ciclo de Vida y Diseño Sustentable CADIS, Embajada de Suiza En Colombia, Agencia Suiza Para La Cooperación y El Desarrollo COSUDE, Iso 14046*.

Mejía, E., Rosales, F., Rojas, J. y Molina, C. (2019). Evaluación de la calidad del agua. *Atlas de La Cuenca Lerma-Chapala*.

Mendoza M. (2018). Evaluación fisicoquímica de la calidad del agua superficial en el centro poblado de Sacsamarca, región Ayacucho, Perú. *Pontificia Universidad Católica Del Perú*

Mineduc. (2023). *Unidad Educativa Fiscal "Ciudad de Esmeraldas."*

Monks, S., Pulido-Flores, G., Bautista-Hernández, C. E., Alemán-García, B., Falcón-Ordaz, J., & Gaytán-Oyarzún, J. C. (2019). El uso de helmintos parásitos como bioindicadores en la evaluación de la calidad del agua: Lago de Tecocomulco vs. Laguna de Metztitlán, Hidalgo, México. *Estudios Científicos En El Estado de Hidalgo y Zonas Aledañas*, 2.

Muñoz- Riveaux, S., Naranjo- López, C., Garcés- González, G., González Lazo, D., Musle- Cordero, Y., & Rodríguez- Montoya, L. (2018). Evaluación de la calidad del agua utilizando los macroinvertebrados bentónicos como bioindicadores. *Chapingo. Serie Ciencias Forestales y Del Ambiente*, 9(2).

Muñoz Moner, A. F., Pardo García, A., & Caicedo Torres, P. M. (2019). Desarrollo de nueva metodología de diseño, análisis y aplicaciones de micro y nanoinstrumentación inteligente soportadas en Ingeniería en Nanobiotecnología para la Automatización Industrial. *INGE CUC*, 15(2). <https://doi.org/10.17981/ingecuc.15.2.2019.12>

- OPS/OMS. (2016). OPS OMS | El sistema HACCP: Los siete principios. In *Lunes 08 agosto*.
- Organización Mundial de la Salud (OMS). (2018). OMS | Lesiones causadas por el trabajo. In *OMS*.
- Ortega Ramírez, A., Cáceres Durán, L., & Castiblanco Molina, L. (2021). INTRODUCCIÓN AL USO DE COAGULANTES NATURALES EN LOS PROCESOS DE POTABILIZACIÓN DEL AGUA. *REVISTA AMBIENTAL AGUA, AIRE Y SUELO*, 11(2). <https://doi.org/10.24054/19009178.v2.n2.2020.873>
- Ortiz, J. M., Molina Castro, E. X., Quesada Molina, J. F., Calle Pesántez, A. E., & Orellana Valdéz, D. A. (2018). Consumo sustentable de agua en viviendas de la ciudad de Cuenca. *Ingenius*, 20. <https://doi.org/10.17163/ings.n20.2018.03>
- Ospina, O., & Ramírez, H. (2019). Evaluación de la calidad del agua de lluvia para su aprovechamiento y uso doméstico en la ciudad de Ibagué, Tolima, Colombia. *Ingeniería Solidaria*, 10(17).
- Palomino Avellaneda, P. D. (2018). Evaluación de la calidad del agua en el río Mashcón, Cajamarca, 2016. *Anales Científicos*, 79(2). <https://doi.org/10.21704/ac.v79i2.1242>
- Pauta, G., Velasco, M., Gutiérrez, D., Vázquez, G., Rivera, S., Morales, Ó., & Abril, A. (2019). Evaluación de la calidad del agua de los ríos de la ciudad de Cuenca, Ecuador. *MASKANA*, 10(2). <https://doi.org/10.18537/mskn.10.02.08>
- Peña, M. E. D. La, Ducci, J., & Zamora, V. (2018). Tratamiento de aguas residuales en México. *Nota Técnica #IDB-TN-521*.
- Pérez-Torres, L., Ballesteros-Almanza, M. de L., & Carbajal-De la Torre, G. (2021). Obtención de membrana de grafeno a partir de *Shewanella oneidensis*. *Pädi Boletín Científico de Ciencias Básicas e Ingenierías Del ICBI*, 9(Especial2). <https://doi.org/10.29057/icbi.v9iespecial2.7995>
- Perico-Granados, N. R., Tovar-Torres, C., Reyes, C. A., & Perico-Martínez, L. F. (2022). La experiencia, la reflexión y la mediación en la construcción de

conocimientos. *PUBLICACIONES*, 52(3).
<https://doi.org/10.30827/publicaciones.v52i3.22276>

Quiñones Huatangari, L. (2019). Características Físicoquímicas y Microbiológicas del Agua Superficial del Bosque de Chinchiquilla, Nueva Libertad, Chirinos, Cajamarca. *Revista Científica Pakamuros*, 4(1).
<https://doi.org/10.37787/pakamuros-unj.v4i1.39>

Ramírez Arcila, H., & Ospina Zúñiga, O. (2019). Evaluación de la calidad del agua de lluvia para su aprovechamiento y uso doméstico en la ciudad de Ibagué, Tolima, Colombia. *Ingeniería Solidaria*, 10(17). <https://doi.org/10.16925/in.v9i17.812>

Reascos, B., & Saavedra, B. (2018). Evaluación De La Calidad Del Agua Para El Consumo Humano De Las Comunidades Del Cantón Cotacachi Y Propuesta De Medidas Correctivas. *Facultad de Ingeniería En Ciencias Agropecuarias y Ambientales Escuela de Ingeniería En Recursos Naturales Renovables*.

Reyes-Zavala, L. M., & Veliz-Valencia, M. N. (2021). Calidad del servicio y su relación con la satisfacción al cliente en la empresa pública de agua potable del cantón Jipijapa. *Polo Del Conocimiento*, 6(4).

Rueda Camberos, F., Arboleda Girón, W., & Pérez Gutiérrez, N. (2018). La calidad del agua de los acueductos de las áreas urbanas del Departamento del Meta, Colombia. *Revista Investigaciones Andina*, 19(35).
<https://doi.org/10.33132/01248146.945>

Salinas-Freire, H., Pérez-Ones, O., & Rodríguez-Muñoz, S. (2021). Estado del arte. Métodos de desalinización de agua. *Revista Ingeniería UC*, 28(2).
<https://doi.org/10.54139/revinguc.v28i2.21>

Salvador-Castillo, J. M., Bolaños-González, M. A., Cedillo-Avilés, A. K., Vázquez-Chena, Y., Varela-de Gante, S. A., & Meza-Discua, J. L. (2022). Efecto de la aplicación de soluciones nutritivas en la calidad bromatológica del forraje verde hidropónico de Avena sativa y *Hordeum vulgare*. *REVISTA TERRA LATINOAMERICANA*, 40. <https://doi.org/10.28940/terra.v40i0.996>

- Sánchez, M., Bedoya, C., Márquez, P., Espinosa, M., Caicedo, I., & Ortiz, A. (2018). Detección y tipificación del virus sincitial respiratorio en menores de dos años con infección respiratoria aguda. *Centro de Biotecnología*, 6(1).
- Sapti, M. (2019). RESUMEN DEL LIBRO “METODOLOGIA DE INVESTIGACIÓN CIENTIFICA”, HERNANDEZ SAMPIERI ROBERTO. *Kemampuan Koneksi Matematis (Tinjauan Terhadap Pendekatan Pembelajaran Savi)*, 53(9).
- Sierra Ramírez, C. A. (2018). Calidad del agua: Evaluación y diagnóstico. In *Universidad de Medellín - Colombia*.
- Silvera, T., Grey, A., Zohre, K., & Coatney, J. M. (2021). Estudio para Determinar la Calidad del Agua de Pozo, Mediante los Parámetros Físicos, Químicos y Microbiológicos en la Comunidad de Miramar, Provincia de Colón. *Congreso Nacional de Ciencia y Tecnología – APANAC*. <https://doi.org/10.33412/apanac.2021.3189>
- Simbaña-Farinango, K., Romero-Estévez, D., Yáñez-Jácome, G., Benavides, D., & Navarrete, H. (2019). Evaluación de la calidad del agua del río Pita (Ecuador), implicación para la conservación de la vida acuática y silvestre. *InfoANALÍTICA*, 7(2). <https://doi.org/10.26807/ia.v7i2.104>
- Tapias-Rivera, J., Chacin-Zambrano, C., Guarín-Villamizar, O., & Uribe-Caputi, J. C. (2022). Evaluación de las características microbiológicas y fisicoquímicas del agua sometida a procesos de esterilización en autoclaves a vapor. *Respuestas*, 22(2). <https://doi.org/10.22463/0122820x.1175>
- Tenelema Laguna, D. L. (2017). *Evaluación físico, químico y microbiológico del agua de la Junta de Agua Potable de la parroquia San Miguelito, Cantón Píllaro, Provincia de Tungurahua* (Bachelor's thesis, Escuela Superior Politécnica de Chimborazo).
- Torres-Pineda, S. N., Patacón-Pedraza, M., & Agudelo-Ariza, G. R. (2020). Evaluación de la calidad del agua de la zona media del río Cravo Sur. *Revista Facultad de Ciencias Básicas*, 15(2). <https://doi.org/10.18359/rfcb.4004>

- Torres, P., Cruz, C. H., & Patiño, P. (2018). Índices De Calidad De Agua En Fuentes Superficiales Utilizadas En La Producción De Agua Para Consumo Humano. Una Revisión Crítica. *Revista Ingenierías Universidad de Medellín*, 8(15).
- Valdes-Basto, J., Samboni-Ruiz, N. E., & Carvajal-Escobar, Y. (2019). Desarrollo de un indicador de la calidad del agua usando estadística aplicada, caso de estudio: Subcuenca Zanjón Oscuro. *TecnoLógicas*, 26. <https://doi.org/10.22430/22565337.60>
- Vicuña Pérez, F. V. (2019). Evaluación de la calidad del agua potable del sistema de abastecimiento y el grado de satisfacción en la población de Olleros Huaraz, periodo 2015-2016. In *Universidad Nacional Santiago Antúnez de Mayolo* (Vol. 1).
- Villegas Jiménez, V. C. (2013). Análisis físico-químico y microbiológico de aguas envasadas en funda consumidas masivamente en el Cantón Shushufindi, Provincia Sucumbíos variando las condiciones de almacenamiento.
- Villena Chávez, J. A. (2018). Calidad del agua y desarrollo sostenible. *Revista Peruana de Medicina Experimental y Salud Pública*, 35(2). <https://doi.org/10.17843/rpmesp.2018.352.3719>
- Walteros Rodríguez, J. M., & Daza Castro, J. F. (2019). Caracterización Hidrobiológica y Evaluación Ecológica de la Calidad del Agua del Río Guarino, Departamento de Caldas. *Revista de Ciencias*, 12. <https://doi.org/10.25100/rc.v12i0.634>
- Weseluk, J., Vergara, F., & Berestovoy, V. (2019). Evaluación de la calidad del agua del embalse Mbói Caé. *Revista de Ciencia y Tecnología*, 32. <https://doi.org/10.36995/j.recyt.2019.32.013>
- Zúñiga, S. C. R., & Aristizábal, C. I. G. (2022). Análisis de la calidad microbiológica del agua. In *Manual práctico de microbiología básica*. <https://doi.org/10.2307/j.ctv2cmr9j1.14>

Anexos

Anexo 1. Unidad Educativa Fiscal “Ciudad de Esmeraldas”



Nota: Sitio estratégico de la Unidad Educativa Fiscal “Ciudad de Esmeraldas” donde se tomaron las muestras de agua para el proyecto.

Anexo 2. Ubicación geográfica de unidad educativa fiscal “Ciudad de Esmeraldas”



Nota: Tomado de Google Maps (Maps, 2022).

Anexo 3. Autorización de la Rectora de la Unidad Educativa Fiscal “Ciudad de Esmeraldas”



Nota: En este documento, la autoridad de la Unidad Educativa autoriza poder empezar a aplicar el proyecto en la institución.

ENCUESTA "CALIDAD DEL AGUA POTABLE"

PREGUNTAS ELABORADAS A LA COMUNIDAD EDUCATIVA

PREGUNTA 1.- ¿CONSIDERA QUE EL AGUA DE LA UNIDAD EDUCATIVA FISCAL "CIUDAD DE ESMERALDAS"- GUAYAQUIL SE ENCUENTRA EN UN ESTADO ADECUADO PARA SU USO?

PREGUNTA 2.- ¿CONSIDERA QUE EL AGUA DE LA UNIDAD EDUCATIVA FISCAL "CIUDAD DE ESMERALDAS"-GUAYAQUIL TIENE EL COLOR ADECUADO PARA SU USO?

PREGUNTA 3.- ¿CONSIDERA QUE EL AGUA DE LA UNIDAD EDUCATIVA FISCAL "CIUDAD DE ESMERALDAS"-GUAYAQUIL TIENE EL OLOR ADECUADO PARA SU USO?

PREGUNTA 4.- ¿USTED EN ALGÚN MOMENTO HA CONSUMIDO EL AGUA DE LA UNIDAD EDUCATIVA FISCAL "CIUDAD DE ESMERALDAS"-GUAYAQUIL?

PREGUNTA 5.- ¿USTED CONSIDERA QUE LOS RESERVORIOS DE AGUA DE LA UNIDAD EDUCATIVA FISCAL "CIUDAD DE ESMERALDAS"-GUAYAQUIL TIENEN EL MANTENIMIENTO ADECUADO?

PREGUNTA 6.- ¿USTED CONSIDERA QUE LAS TUBERÍAS DE AGUA DE LA UNIDAD EDUCATIVA FISCAL "CIUDAD DE ESMERALDAS"-GUAYAQUIL TIENEN EL MANTENIMIENTO ADECUADO?

PREGUNTA 7.- ¿USTED CONSIDERA QUE LA UNIDAD EDUCATIVA FISCAL "CIUDAD DE ESMERALDAS"-GUAYAQUIL REALIZA UN SEGUIMIENTO ADECUADO DE LAS INSTALACIONES DE LA INSTITUCIÓN?

PREGUNTA 8.- ¿USTED CONSIDERA QUE EN LA UNIDAD EDUCATIVA FISCAL "CIUDAD DE ESMERALDAS"-GUAYAQUIL SE REALIZA UN SEGUIMIENTO ADECUADO DE LOS DUCTOS Y TUBERÍAS DE LA INSTITUCIÓN?

Nota: Preguntas elaboradas en la encuesta a la comunidad educativa

Anexo 5. Selección de muestras

Muestra	Fecha	Lugar de toma	Sector
1	23/01/2023	Ingreso a la cisterna - Unidad Educativa Fiscal "Ciudad de Esmeraldas"	Unidad Educativa Fiscal "Ciudad de Esmeraldas"
2	23/01/2023	Lava manos de área de baño - Unidad Educativa Fiscal "Ciudad de Esmeraldas"	Unidad Educativa Fiscal "Ciudad de Esmeraldas"

Muestra 1 - lavamanos de área de baños – Unidad Educativa Fiscal Ciudad de “Esmeraldas”.
 Tipo de Muestreo: Simple
 Condiciones Ambientales del Muestreo: 29.5 °C; 62.0 %HR
 Código de la Muestra: 0194-002-23
 Fecha y Hora de Recepción de Muestras: 30/01/23 15:45:00
 Norma Técnica de Muestreo: NTE INEN 2176:2013/2169:2013

Muestra 2 - Ingreso A Cisterna – Unidad Educativa Fiscal Ciudad de “Esmeraldas”.
 Tipo de Muestreo: Simple
 Condiciones Ambientales del Muestreo: 29.5 °C; 62.0 %HR
 Código de la Muestra: 0194-001-23
 Fecha y Hora de Recepción de Muestras: 30/01/23 15:45:00
 Norma Técnica de Muestreo: NTE INEN 2176:2013/2169:2013

Anexo A – Toma de muestras

Nota: Descripción de las muestras tomadas para su respectivo análisis

Anexo 6. Registro fotográfico de la ubicación del plantel y de la toma de muestras



Nota: Descripción del sector donde queda ubicada la Unidad Educativa y de los alrededores de donde se tomaron las muestras

Anexo 5. Análisis físico-químico de laboratorio ELICROM



ELICROM

LABORATORIO DE ENSAYOS FISICOS-QUIMICOS Y MICROBIOLÓGICOS
INFORME DE ENSAYOS
N° WE-0194-001-23
ANÁLISIS DE CALIDAD DE AGUAS
VILLACIS CAICEDO OSWALDO FRANCISCO



IDENTIFICACIÓN DEL CLIENTE
 VILLACIS CAICEDO OSWALDO FRANCISCO
 Urbanización Totori, manzana 568, Villa 8
 OSWALDO VILLACIS
 6939041

Guayaquil, 08 de febrero del 2023

IDENTIFICACIÓN DE LA MUESTRA

Origen de Muestra:	AGUA POTABLE	Muestreado por:	ELICROM Cia. Ltda.
Punto de Muestreo ¹ :	INGRESO A CISTERNA – UNIDAD EDUCATIVA FISCAL CIUDAD DE "ESMERALDAS"	Muestreador:	JUAN JOSE VILLA VEGA
Coordenadas Geográficas:	0816606/9755489	Fecha y Hora de Muestreo:	30/01/23 14:20:00
Tipo de Muestreo ² :	Simple	Condiciones Ambientales del Muestreo:	29.5 °C ; 62.0 %HR
Código de la Muestra:	0194-001-23	Fecha y Hora de Recepción de Muestras:	30/01/23 15:45:00
Norma Técnica de Muestreo:	NTE INEN 2178:2013/2169:2013	Condiciones Ambientales del Análisis:	19.3 °C ; 61.8 %HR
Plan/Procedimiento de Muestreo:	PEE.EL.056	Acta de Toma de muestra/Cadena de Custodia:	FO.PEE.020-01 Rev. 12
Referencia del Plan de Muestreo:	NTE-INEN 2169/NTE-INEN 1105/NTE-INEN 2178/ISO 5667-01/ISO 5667-05	Plan de Muestreo específico:	FO.PEE.56-05 Rev. 01

REGISTROS FOTOGRAFICOS









Autenticación de certificado

Autorizado y firmado electrónicamente por:



Gerente de Laboratorio de Análisis




Firma electrónica

Los resultados de este informe solo son aplicables a las muestras analizadas. Este informe no podrá reproducirse excepto en su totalidad sin la aprobación escrita de ELICROM.
 FO.PEE.020-02 Rev. 18 Dirección: Cda. Guayaquil Mz 21 Calle 1era Sotar 10 Frente al Mall del Sol. Pbx:(593-4) 2282007;
 N° WE-0194-001-23 Cel:0982932691,0982931605; dvega@elicrom.com GUAYAQUIL - ECUADOR


Página 3 de 3

Nota: Resultado 1 de análisis físico-químico del agua potable

Anexo 6. Análisis físico-químico de laboratorio ELICROM



LABORATORIO DE ENSAYOS FISICOS-QUIMICOS Y MICROBIOLOGICOS
INFORME DE ENSAYOS
N° WE-0194-001-23
ANALISIS DE CALIDAD DE AGUAS
VILLACIS CAICEDO OSWALDO FRANCISCO



IDENTIFICACIÓN DEL CLIENTE
 VILLACIS CAICEDO OSWALDO FRANCISCO
 Urbanización Tottori, manzana 588, Villa 8
 OSWALDO VILLACIS
 6939941

Guayaquil, 08 de febrero del 2023

IDENTIFICACIÓN DE LA MUESTRA

Origen de Muestra:	AGUA POTABLE	Muestreado por:	ELICROM Cia. Ltda.
Punto de Muestreo ¹ :	INGRESO A CISTERNA – UNIDAD EDUCATIVA FISCAL CIUDAD DE "ESMERALDAS"	Muestreador:	JUAN JOSE VILLA VEGA
Coordenadas Geográficas:	0618806/0755489	Fecha y Hora de Muestreo:	30/01/23 14:20:00
Tipo de Muestreo ² :	Simple	Condiciones Ambientales del Muestreo:	29.5 °C ; 62.0 %HR
Código de la Muestra:	0194-001-23	Fecha y Hora de Recepción de Muestras:	30/01/23 15:45:00
Norma Técnica de Muestreo:	NTE INEN 2176:2013/2169:2013	Condiciones Ambientales del Análisis:	19.3 °C ; 61.8 %HR
Plan/Procedimiento de Muestreo:	PEE.EL.056	Acta de Toma de muestra/Cadena de Custodia:	FO.PEE.020-01 Rev. 12
Referencia del Plan de Muestreo:	NTE-INEN 2169/NTE-INEN 1106/NTE-INEN 2176/ISO 5667-01/ISO 5667-05	Plan de Muestreo específico:	FO.PEE.58-05 Rev. 01

NORMATIVA
 NTE INEN 1108 Agua Potable Requisitos Sexta Revisión

—	No Aplica	U	Incertidumbre	LC	Limite de Cuantificación del método
LD	Límite de Detección	N/D	No Detectado	SM	Standard Methods for Examination of Water and Wastewater, 23rd Ed.

DESVIACIONES DEL PROCEDIMIENTO
 No se presentó ninguna desviación del procedimiento durante el muestreo y el análisis.

OBSERVACIONES
 *Las incertidumbres reportadas en el presente informe es la incertidumbre expandida de medición (Intervalos de Confianza), la cual se evaluó bajo los principios de la GUM y la guía EURACHEM, multiplicando la incertidumbre típica combinada por el factor de cobertura k (k=2) a un nivel de confianza del 95 %, considerando las fuentes de incertidumbre del análisis y el muestreo. Las aportaciones del muestreo son evaluadas bajo el modelo empírico de duplicados que responde a un diseño balanceado siendo la única contribución del muestreo al estudio de la PRECISIÓN. Que se obtiene a partir de:

$$u = S_{\text{medición}} = \sqrt{S_{\text{muestreo}}^2 + S_{\text{análisis}}^2} \quad \therefore \quad U = u \cdot k$$

DECLARACIÓN DE CONFORMIDAD
 Regla de decisión (Aceptación Simple):
 11. Regla de decisión con límite superior: Regla de Decisión basada en la Aceptación Simple: El ítem de ensayo se acepta como conforme si el resultado + la incertidumbre expandida de medición es menor o igual al límite superior permitido.
 12. Regla de decisión por intervalo: Regla de Decisión basada en la Aceptación Simple: El ítem de ensayo se acepta como conforme si el resultado ± la incertidumbre expandida de medición se encuentra en el intervalo de medición requerido.


Los LMP se encuentran estipulados en el Sexta Revisión (Tabla 1 y 2) de la INEN 1108
 De acuerdo a los resultados reportados en este informe, la evaluación de conformidad se describe en la tabla de resultados identificado con el símbolo de numeral.

Los resultados de este informe solo son aplicables a las muestras analizadas. Este informe no podrá reproducirse excepto en su totalidad sin la aprobación escrita de ELICROM.
 FO.PEE.020-02 Rev. 18 Dirección: Cda. Guayaquil Mz 21 Calle 1era Solar 10 Frente al Mall del Sol. Pbx:(593-4) 2282007; Cel:0982932891,0982931606; dvega@elicrom.com GUAYAQUIL - ECUADOR


Página 2 de 3

Nota: Resultado2 de análisis físico-químico del agua potable

Anexo 7. Análisis físico-químico de laboratorio ELICROM



LABORATORIO DE ENSAYOS FÍSICO-QUÍMICOS Y MICROBIOLÓGICOS
INFORME DE ENSAYOS
N° WE-0194-001-23
ANÁLISIS DE CALIDAD DE AGUAS
VILLACIS CAICEDO OSWALDO FRANCISCO



IDENTIFICACIÓN DEL CLIENTE
 VILLACIS CAICEDO OSWALDO FRANCISCO
 Urbanización Tottori, manzana 568, Villa 6
 OSWALDO VILLACIS
 6939941

Guayaquil, 08 de febrero del 2023

IDENTIFICACIÓN DE LA MUESTRA

Origen de Muestra:	AGUA POTABLE	Muestreado por:	ELICROM Cía. Ltda.
Punto de Muestreo ⁸ :	INGRESO A CISTERNA – UNIDAD EDUCATIVA FISCAL CIUDAD DE “ESMERALDAS”	Muestreador:	JUAN JOSE VILLA VEGA
Coordenadas Geográficas:	0618806/9755489	Fecha y Hora de Muestreo:	30/01/23 14:20:00
Tipo de Muestreo ⁹ :	Simple	Condiciones Ambientales del Muestreo:	29.5 °C ; 62.0 %HR
Código de la Muestra:	0194-001-23	Fecha y Hora de Recepción de Muestras:	30/01/23 15:45:00
Norma Técnica de Muestreo:	NTE INEN 2176:2013/2169:2013	Condiciones Ambientales del Análisis:	19.3 °C ; 61.8 %HR
Plan/Procedimiento de Muestreo:	PEE.EL.056	Acta de Toma de muestra/Cadena de Custodia:	FO.PEE.020-01 Rev. 12
Referencia del Plan de Muestreo:	NTE-INEN 2189/NTE-INEN 1105/NTE-INEN 2176/ISO 5667-01/ISO 5667-05	Plan de Muestreo específico:	FO.PEE.56-05 Rev. 01

RESULTADOS

INORGANICOS NO METALICOS

PARAMETROS	RESULTADOS	LC	UNIDADES	$\frac{U}{K=2}$	PROCEDIMIENTO	MÉTODO	ANALIZADO	LÍMITE PERMISIBLE ¹¹	EVALUACIÓN ⁸
CLORO LIBRE ¹⁰	0.53	0.02	mg/L	0.02	PEE.EL.044	SM 4500 Cl-G	2023-01-30 J.VILLA	0.3 a 1.5	CUMPLE ¹¹
FLUORUROS ¹⁰	0.23	0.12	mg/L	0.016	PEE.EL.091	HACH 8029	2023-02-01 K.MOGRRA	1.5	CUMPLE ¹¹
NITRATOS ¹¹	0.1	1.4	mg/L	—	PEE.EL.040	SM 4500 NO3-E	2023-01-31 K.MOGRRA	50	CUMPLE ¹¹
NITRITOS ¹¹	0.003	0.007	mg/L	—	PEE.EL.052	HACH 8907	2023-01-31 K.MOGRRA	3.0	CUMPLE ¹¹

METALES

PARAMETROS	RESULTADOS	LC	UNIDADES	$\frac{U}{K=2}$	PROCEDIMIENTO	MÉTODO	ANALIZADO	LÍMITE PERMISIBLE ¹¹	EVALUACIÓN ⁸
ARSENICO ¹¹	0.0000	0.0473	mg/L	—	PEE.EL.071	SM 3113 B	2023-02-07 A.SACOTO	0.01	CUMPLE ¹¹
CADMIO ¹¹	0.00	0.06	mg/L	—	PEE.EL.035	SM 3111 B	2023-02-07 A.SACOTO	0.003	CUMPLE ¹¹
COBRE ¹¹	0.00	1.51	mg/L	—	PEE.EL.035	SM 3111 B	2023-02-07 A.SACOTO	2	CUMPLE ¹¹
CROMO ¹¹	0.0000	0.39	mg/L	—	PEE.EL.035	SM 3111 B	2023-02-07 A.SACOTO	0.05	CUMPLE ¹¹
MERCURIO ¹¹	0.0000	0.0003	mg/L	—	PEE.EL.102	EPA 7470 A SM 3112 B	2023-02-07 A.SACOTO	0.006	CUMPLE ¹¹
PLOMO ¹¹	0.0000	0.0266	mg/L	—	PEE.EL.071	SM 3113 B	2023-02-07 A.SACOTO	0.01	CUMPLE ¹¹

PROPIEDADES FÍSICAS Y AGREGADAS

PARAMETROS	RESULTADOS	LC	UNIDADES	$\frac{U}{K=2}$	PROCEDIMIENTO	MÉTODO	ANALIZADO	LÍMITE PERMISIBLE ¹¹	EVALUACIÓN ⁸
COLOR APARENTE ¹¹	7	6	PCU	0.50	PEE.EL.033	SM 2120 C	2023-01-31 K.MOGRRA	15	CUMPLE ¹¹
TURBIDEZ ¹¹	0.95	0.7	NTU	0.196	PEE.EL.034	SM 2130 B	2023-01-31 K.MOGRRA	5	CUMPLE ¹¹


1. Parámetros que se encuentran incluidos en el alcance de acreditación ISO 17025 por el SAE
 2. Parámetros que se encuentran incluidos en el alcance de acreditación ISO 17025 por el A2LA
 3. Parámetros que no están incluidos en el alcance de acreditación ISO 17025 por el SAE
 4. Parámetros que no están incluidos en el alcance de acreditación ISO 17025 por el A2LA
 5. Parámetros acreditados cuyo resultado está fuera del alcance de acreditación del SAE
 6. Parámetros cuyo resultado corresponde al análisis realizado por el laboratorio acreditado subcontratado
 7. Las opiniones e interpretaciones se encuentran fuera del alcance del SAE y A2LA
 8. Ensayo realizado en las instalaciones del cliente
 9. Información proporcionada por el cliente. ELICROM no es responsable de dicha información
 10. TABLA 1. REQUISITOS FÍSICOS, QUÍMICOS Y MICROBIOLÓGICOS DEL AGUA PARA CONSUMO HUMANO

Los resultados de este informe solo son aplicables a las muestras analizadas. Este informe no podrá reproducirse excepto en su totalidad sin la aprobación escrita de ELICROM.
 FO.PEE.020-02 Rev. 18 Dirección: Cda. Guayaquil Mz 21 Calle 1era Solar 10 Frente al Mall del Sol. Pbx:(593-4) 2282007;
 N° WE-0194-001-23 Cel.:0982932691,0982931605; dvega@elicrom.com GUAYAQUIL - ECUADOR


Página 1 de 3

Nota: Resultado 3 de análisis físico-químico del agua potable

Anexo 8. Análisis microbiológico de laboratorio ELICROM



LABORATORIO DE ENSAYOS FISICOS-QUIMICOS Y MICROBIOLÓGICOS
INFORME DE ENSAYOS
N° WE-0194-002-23
ANÁLISIS DE CALIDAD DE AGUAS
VILLACIS CAICEDO OSWALDO FRANCISCO



IDENTIFICACIÓN DEL CLIENTE
 VILLACIS CAICEDO OSWALDO FRANCISCO
 Urbanización Tottori, manzana 568, Villa 8
 OSWALDO VILLACIS
 6939941

Guayaquil, 07 de febrero del 2023

IDENTIFICACIÓN DE LA MUESTRA

Origen de Muestra:	AGUA POTABLE	Muestreado por:	ELICROM Cia. Ltda.
Punto de Muestreo ¹ :	LAVAMANOS DE ÁREA DE BAÑOS - UNIDAD EDUCATIVA FISCAL CIUDAD DE "ESMERALDAS"	Muestreador:	JUAN JOSE VILLA VEGA
Coordenadas Geográficas:	0618606/9755489	Fecha y Hora de Muestreo:	30/01/23 14:30:00
Tipo de Muestreo ² :	Simple	Condiciones Ambientales del Muestreo:	29.5 °C ; 62.0 NHR
Código de la Muestra:	0194-002-23	Fecha y Hora de Recepción de Muestras:	30/01/23 15:45:00
Norma Técnica de Muestreo:	NTE INEN 2178:2013/2189:2013	Condiciones Ambientales del Análisis:	19.3 °C ; 61.8 NHR
Plan/Procedimiento de Muestreo:	PEE.EL.096	Acta de Toma de muestra/Cadena de Custodia:	FO.PEE.020-01 Rev. 12
Referencia del Plan de Muestreo:	NTE-INEN 2186/NTE-INEN 1105/NTE-INEN 2178/ISO 5667-01/ISO 5667-05	Plan de Muestreo específico:	FO.PEE.58-05 Rev. 01

RESULTADOS

ANÁLISIS MICROBIOLÓGICO

PARÁMETROS	RESULTADOS	LC	UNIDADES	U K=2	PROCEDIMIENTO	MÉTODO	ANALIZADO	LÍMITE PERMISIBLE	EVALUACIÓN ³
COLIFORMES FECALES ⁴	0	—	NMP/100 mL	—	PEE.EL.096	SM 9221 E	3023-01-30 K. MOSELE	—	—
CRYPTOSPORIDIUM ⁵	Ausencia	—	#quital	—	—	SM 9711 BIC	3023-01-31 K. MOSELE	—	—
GIARDIA ⁶	Ausencia	—	N. quital	—	—	SM 9718	3023-01-31 K. MOSELE	—	—

1. Parámetros que se encuentran incluidos en el alcance de acreditación ISO 17025 por el SAE
2. Parámetros que se encuentran incluidos en el alcance de acreditación ISO 17025 por el AZLA
3. Parámetros que no están incluidos en el alcance de acreditación ISO 17025 por el SAE
4. Parámetros que no están incluidos en el alcance de acreditación ISO 17025 por el AZLA
5. Parámetros acreditados cuyo resultado está fuera del alcance de acreditación del SAE
6. Parámetros cuyo resultado corresponde al análisis realizado por el laboratorio acreditado subcontratado
7. Las opiniones e interpretaciones se encuentran fuera del alcance del SAE y AZLA
8. Ensayo realizado en las instalaciones del cliente
9. Información proporcionada por el cliente. ELICROM no es responsable de dicha información

—	No Aplica	U	Incertidumbre	LC	Límite de Cuantificación del método
LD	Límite de Detección	N/D	No Detectado	SM	Standard Methods for Examination of Water and Wastewater, 23rd Ed.

DESVIACIONES DEL PROCEDIMIENTO
 No se presentó ninguna desviación del procedimiento durante el muestreo y el análisis.

OBSERVACIONES
 *Las incertidumbres reportadas en el presente informe es la incertidumbre expandida de medición (Intervalos de Confianza), la cual se evaluó bajo los principios de la GUM y la guía EURACHEM, multiplicando la incertidumbre típica combinada por el factor de cobertura k (k=2) a un nivel de confianza del 95 %, considerando las fuentes de incertidumbre del análisis y el muestreo. Las aportaciones del muestreo son evaluadas bajo el modelo empírico de duplicados que responde a un diseño balanceado siendo la única contribución del muestreo al ensayo el estudio de la PRECISIÓN. Que se obtiene a partir de:

$$u = S_{medición} = \sqrt{S_{muestreo}^2 + S_{análisis}^2} \quad \therefore \quad U = u * k$$

DECLARACIÓN DE CONFORMIDAD
 No Aplica

Los resultados de este informe solo son aplicables a las muestras analizadas. Este informe no podrá reproducirse excepto en su totalidad sin la aprobación escrita de ELICROM.
 FO.PEE.020-02 Rev. 18 Dirección: Cda Guayaquil Mz 21 Calle 1era Solar 10 Frente al Mall del Sol. Pbx:(593-4) 2282007;
 N° WE-0194-002-23 Cel:0982932691,0982931606; dvega@elicrom.com GUAYAQUIL - ECUADOR

Página 1 de 2

Nota: Resultado 1 de análisis microbiológico del agua potable

Anexo 9. Análisis microbiológico de laboratorio ELICROM



LABORATORIO DE ENSAYOS FISICOS-QUIMICOS Y MICROBIOLÓGICOS
INFORME DE ENSAYOS
N° WE-0194-002-23
ANÁLISIS DE CALIDAD DE AGUAS
VILLACIS CAICEDO OSWALDO FRANCISCO






IDENTIFICACIÓN DEL CLIENTE
 VILLACIS CAICEDO OSWALDO FRANCISCO
 Urbanización Totori, manzana 568, Villa 6
 OSWALDO VILLACIS
 6939941

Guayaquil, 07 de febrero del 2023


IDENTIFICACIÓN DE LA MUESTRA

Origen de Muestra:	AGUA POTABLE	Muestreado por:	ELICROM Cia. Ltda.
Punto de Muestreo ^A :	LAVAMANOS DE ÁREA DE BAÑOS - UNIDAD EDUCATIVA FISCAL CIUDAD DE "ESMERALDAS"	Muestreador:	JUAN JOSE VILLA VEGA
Coordenadas Geográficas:	0618606/9755489	Fecha y Hora de Muestreo:	30/01/23 14:30:00
Tipo de Muestreo ^A :	Simple	Condiciones Ambientales del Muestreo:	29.5 °C ; 62.0 %HR
Código de la Muestra:	0194-002-23	Fecha y Hora de Recepción de Muestras:	30/01/23 15:45:00
Norma Técnica de Muestreo:	NTE INEN 2178:2013/2169:2013	Condiciones Ambientales del Análisis:	19.3 °C ; 61.6 %HR
Plan/Procedimiento de Muestreo:	PEE.EL.058	Acta de Toma de muestra/Cadena de Custodia:	FO.PEE.020-01 Rev. 12
Referencia del Plan de Muestreo:	NTE-INEN 2169/NTE-INEN 1105/NTE-INEN 2178/ISO 5687-01/ISO 5687-05	Plan de Muestreo específico:	FO.PEE.58-05 Rev. 01

REGISTROS FOTOGRAFICOS









Autenticación de certificado

Autorizado y firmado electrónicamente por:



Gerente de Laboratorio de Análisis



Firma electrónica

Los resultados de este informe solo son aplicables a las muestras analizadas. Este informe no podrá reproducirse excepto en su totalidad sin la aprobación escrita de ELICROM.
 FO.PEE.020-02 Rev. 16 Dirección: Cda Guayaquil Mz 21 Calle 1era Solar 10 Frente al Mall del Sol. Pbx:(593-4) 2282007,
 N° WE-0194-002-23 Cel:0982932691,0982931605; dvega@elicrom.com GUAYAQUIL - ECUADOR Página 2 de 2

Nota: Resultado 2 de análisis microbiológico del agua potable

Anexo 11. Recolección de muestras en la Unidad Educativa Fiscal “Ciudad de Esmeraldas”



Nota: Momento 1 en que se recolecta la muestra de agua en la cisterna de la institución

Anexo 12. Recolección de muestras en la Unidad Educativa Fiscal “Ciudad de Esmeraldas”



Nota: Momento 2 en que se recolecta la muestra de agua en la cisterna de la institución

Anexo 13. Recolección de muestras en la Unidad Educativa Fiscal “Ciudad de Esmeraldas”



Nota: Momento 1 en que se recolecta la muestra de agua en los lavabos de la institución

Anexo 14. Recolección de muestras en la Unidad Educativa Fiscal “Ciudad de Esmeraldas”



Nota: Momento 2 en que se recolecta la muestra de agua en los lavabos de la institución

Anexo 15. Charla referencial acerca del agua potable



Nota: Momento en que se está dando una charla en la Unidad Educativa Fiscal “Ciudad de Esmeraldas, relacionada con la importancia del agua potable para los seres vivos

Anexo 16. Charla referencial acerca del agua potable



Nota: Momento en que se está dando una charla relacionada con los contaminantes del agua potable y las posibles enfermedades que conlleva su consumo cuando está contaminada

UNEMI
UNIVERSIDAD ESTATAL DE MILAGRO

¡Evolución académica!

@UNEMIEcuador

