

**EVALUACIÓN DE LA EFECTIVIDAD DE LAS PURIFIC-TABS PARA LA
POTABILIZACIÓN DE AGUA CRUDA EN EL CORREGIMIENTO DE GUACOCHE,
BAJO LOS LINEAMIENTOS DE LA RESOLUCIÓN 2115 DE 2007**

AUTOR:

Autor Sharon Ahumada San Martín

DIRECTOR:

Diego Armando Carabalí

**UNIVERSIDAD POPULAR DEL CESAR
FACULTAD DE INGENIERIAS Y TECNOLOGICAS
DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA AMBIENTAL Y SANITARIA
VALLEDUPAR – CESAR
2025-2**

DEDICATORIA

En primer lugar, agradezco a Dios por ser mi guía y mi fortaleza durante todo este camino. Gracias por darme la sabiduría, la salud y la perseverancia para superar cada obstáculo y permitirme alcanzar una de las metas más importantes de mi vida: convertirme en Ingeniera Ambiental y Sanitaria.

A mis padres, Felipe Segundo Ahumada González y Leudith San Martín Gómez, por su amor infinito, su apoyo incondicional y por todos los sacrificios que realizaron para que pudiera cumplir este sueño. Gracias por enseñarme que con esfuerzo, disciplina y honestidad es posible alcanzar cualquier meta. Este logro también les pertenece.

A mis hermanos, Brian Ahumada San Martín y Anderson Mauricio Acosta San Martín, gracias por su cariño, su apoyo y por creer siempre en mis capacidades. Su compañía y confianza fueron un impulso para seguir adelante en los momentos más desafiantes.

A mi prima, Kimara Priolo San Martín, y a mi tía, Oslieya San Martín Gómez, gracias por cada palabra de aliento, por creer en mí y por brindarme su apoyo y cariño durante este camino. Sus palabras de ánimo fueron un impulso para continuar y nunca perder de vista este sueño.

Expreso mi más sincero agradecimiento a mi asesor de proyecto, Diego Armando Carabalí, por su orientación, paciencia, compromiso y valiosos conocimientos durante el desarrollo de esta investigación. Su acompañamiento académico fue fundamental para culminar este trabajo con éxito.

Agradezco al ingeniero Eder David Mendoza, mi instructor de prácticas, por brindarme la oportunidad de aprender desde la experiencia, compartir sus conocimientos y contribuir significativamente a mi formación profesional.

A mis queridas amigas Lisney Saurith Rojas, Nasvi Bohórquez y Laury Perdomo, gracias por acompañarme durante este recorrido. Gracias por cada risa compartida, por los momentos de felicidad que hicieron más llevadero este camino y también por estar presentes en los momentos de tristeza, estrés e incertidumbre. Gracias por escucharme, animarme y recordarme que siempre valía la pena seguir adelante. Su amistad fue un apoyo invaluable y ocupará siempre un lugar muy especial en mi corazón.

De manera muy especial, agradezco a mi amiga y compañera de casa, Catiuska Arrieta Potes, por impulsarme con tus palabras de aliento cuando más las necesitaba, por escucharme, por creer en mí incluso cuando yo dudaba y por estar siempre a mi lado. Gracias por tu amistad sincera, por tu apoyo incondicional y por hacer que los días difíciles fueran mucho más llevaderos. Eres una persona muy importante en mi vida y siempre llevaré conmigo el cariño y la gratitud por todo lo que has hecho por mí.

Agradezco también a los docentes de la Universidad Popular del Cesar, quienes, con su dedicación, compromiso y vocación de enseñanza, contribuyeron a mi formación académica y profesional, brindándome las herramientas necesarias para enfrentar los retos de mi carrera.

Finalmente, expreso mi gratitud a todas las personas e instituciones que, de una u otra forma, hicieron parte de este proceso y aportaron a la culminación de este proyecto. Cada enseñanza, consejo, palabra de apoyo y gesto de confianza dejaron una huella importante en mi vida.

A todos ustedes, gracias por caminar a mi lado, por creer en mis sueños y por ser parte de este logro que hoy celebro con inmensa gratitud y orgullo. Este triunfo no solo representa el cumplimiento de una meta personal, sino también el reflejo del amor, el apoyo y la confianza que cada uno de ustedes depositó en mí. Llevaré siempre este logro en mi corazón como un recordatorio de que los sueños se alcanzan con esfuerzo, perseverancia y el respaldo de quienes nunca dejan de creer en nosotros.



AGRADECIMIENTOS

Este proyecto de grado representa la culminación de una de las etapas más importantes de mi vida. Detrás de cada página hay esfuerzo, dedicación, sacrificios y sueños que hoy se hacen realidad. Por ello, deseo dedicar este logro a las personas que fueron un pilar fundamental durante este camino.

En primer lugar, a Dios, por ser mi guía en cada paso, por darme fortaleza en los momentos de dificultad, sabiduría para afrontar cada reto y la oportunidad de cumplir este gran sueño de convertirme en Ingeniera Ambiental y Sanitaria.

A mis padres, Felipe Segundo Ahumada González y Leudith San Martín Gómez, quienes han sido mi mayor inspiración. Gracias por su amor incondicional, por los valores que me inculcaron, por creer en mí incluso cuando el camino parecía difícil y por cada sacrificio realizado para ayudarme a alcanzar esta meta. Este logro también les pertenece a ustedes.

A mi asesor de proyecto, Diego Armando Carabalí, por su orientación, disposición, paciencia y conocimientos compartidos durante el desarrollo de esta investigación. Gracias por acompañarme con profesionalismo y por aportar significativamente a mi formación académica y al fortalecimiento de este trabajo.

A mi instructor de prácticas, el ingeniero Eder David Mendoza, por compartir conmigo su experiencia, brindarme su apoyo y orientarme durante una etapa fundamental de mi formación profesional. Su acompañamiento fue de gran valor para mi crecimiento como futura ingeniera.

Mis colegas, amigas y compañeras de carrera y proceso Lisney Saurith Rojas, Nasvi Bohórquez y Laury Perdomo, gracias por estar presentes a lo largo de este proceso. Su amistad, sus palabras de aliento y el apoyo incondicional que me brindaron hicieron que cada reto fuera más llevadero y cada logro mucho más significativo.

Finalmente, dedico este trabajo a todas aquellas personas que, de una u otra manera, hicieron parte de este camino y contribuyeron a que hoy pudiera alcanzar esta meta. Cada palabra de apoyo, cada consejo y cada gesto de confianza fueron un impulso para seguir adelante.

Hoy cierro una etapa llena de aprendizajes y crecimiento personal y profesional, con la satisfacción de haber alcanzado un sueño que durante años construí con esfuerzo y dedicación. Asumo el compromiso de ejercer la Ingeniería Ambiental y Sanitaria con ética, responsabilidad y vocación de servicio, aportando al bienestar de la sociedad, la protección del medio ambiente y la construcción de un futuro más sostenible.

Con todo mi amor, respeto y gratitud, dedico este logro a quienes caminaron a mi lado e hicieron posible que este sueño se convirtiera en realidad.



Contenido

DEDICATORIA	1
AGRADECIMIENTOS.....	4
RESUMEN EJECUTIVO.....	10
1. SITUACIÓN PROBLEMA	11
2. JUSTIFICACIÓN DE LA PRÁCTICA ACADÉMICA.....	15
3. OBJETIVOS DE LA PRÁCTICA ACADÉMICA.....	17
3.1 OBJETIVO GENERAL	17
4. MARCO REFERENCIAL	20
4.1 INFORMACIÓN GENERAL DE LA EMPRESA	20
4.2 MARCO CONTEXTUAL.....	20
4.3 MARCO CONCEPTUAL	21
4.4 MARCO LEGAL.....	24
5. ASPECTOS METODÓLOGICOS DE LA PRÁCTICA.....	25
5.1 CAMPO DE APLICACIÓN	26
5.3. RESPONSABLE DE LA SUPERVISIÓN EN LA EMPRESA.....	26
5.4 DESCRIPCION DE LA METODOLOGIA	27
6. RESULTADOS Y ANÁLISIS.....	32
7. CONCLUSIONES.....	49



8. RECOMENDACIONES.....	53
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	57



Lista de figuras

Figura 1. Organigrama de la alcaldía de Valledupar, dirección general de la secretaria de salud municipal.....	17
Figura 2. Ubicación de la secretaria Local de salud, Valledupar	19
Figura 3. Esquema empleado para la toma de muestras de agua	17
Figura 4. Fotografías de la toma de muestras de agua	18
Figura 5. Proceso de aplicación	30
Figura 6. Resultados antes y después	32

Lista de tablas

Tabla 1. Información de la empresa.....	0
Tabla 2. Reglamento normativo	4
Tabla 3. Identificación del Perfil del Supervisor Asignado	9
Tabla 4. Metodología empleada	10
Tabla 5. Presupuesto empleado	14
Tabla 6. Caracterización fisicoquímica de las muestras de agua	19
Tabla 7. Caracterización microbiológica de las muestras de agua	20
Tabla 8. Resultados de la caracterización de trihalometanos.....	21
Tabla 9. Comparación de resultados con la RES 2115 DE 2007	24
Tabla 10. Comparación de resultados con la RES 2115 DE 2007	26
Tabla 11. Resultados fisicoquímicos y microbiológicos antes y después de la aplicación de las tabletas	31
Tabla 12. Caracterización final de trihalometanos	37



Universidad
Popular del Cesar

Departamento de
Ingeniería Ambiental y Sanitaria



www.unicesar.edu.co

Teléfono conmutador PBX: (+57 605 588 5592)

Balneario Hurtado, Vía a Patillal
Valledupar – Cesar, Colombia

RESUMEN EJECUTIVO

La potabilización del agua es un proceso que elimina contaminantes y patógenos que pueden causar enfermedades, como bacterias, virus y parásitos, reduciendo así el riesgo de enfermedades transmitidas por el agua, lo que busca proteger la salud pública, prevenir enfermedades y mejorar la calidad de vida de las comunidades. Por medio de este informe de prácticas se busca evaluar la efectividad de las tabletas PURIFIC TABS para la potabilización del agua cruda bajo los lineamientos de la Resolución 2115 de 2007. Lo anterior se logrará por tres fases: Caracterizar fisicoquímicamente (pH, alcalinidad, turbidez, cloruros, color, olor, acidez, oxígeno disuelto), muestras de agua cruda bajo los lineamientos de la Resolución 2115 de 2007, establecer el esquema de potabilización mediante las pastillas PURIFIC-TABS y finalmente, determinar la efectividad de potabilización de las pastillas PURIFIC-TABS para la remoción de contaminantes fisicoquímicos del agua cruda. Aunque la aplicación de PURIFIC-TABS consiguió una reducción microbiológica excelente (coliformes totales y *E. coli* <1 NMP/100 mL), la concentración de cloro libre residual permaneció por debajo del rango normativo (0,01 mg/L final frente a 0,3–2,0 mg/L exigido), lo que indica que, si bien la desinfección inmediata fue efectiva, no se alcanzó ni mantuvo un efecto residual protector para prevenir recontaminaciones.

Palabras claves: agua potable, tratamiento del agua, salud pública.

INTRODUCCIÓN

El agua potable constituye un recurso esencial para la vida y la salud humana, siendo su acceso seguro un derecho fundamental y un requisito indispensable para el desarrollo sostenible de las comunidades (ONU, 2021). Sin embargo, más de 2.200 millones de personas en el mundo carecen de acceso a agua potable de calidad, lo que incrementa la incidencia de enfermedades de origen hídrico y limita las oportunidades de bienestar social y económico (OMS, 2020).

En el contexto colombiano, la Resolución 2115 de 2007 establece los criterios de calidad para el agua destinada al consumo humano, regulando los parámetros físicos, químicos y microbiológicos que deben cumplirse para garantizar la salud pública (Ministerio de la Protección Social y Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial, 2007). No obstante, muchas comunidades rurales y corregimientos, como Guacoche en el municipio de Valledupar, enfrentan dificultades para acceder a agua segura debido a la falta de infraestructura, deficiencias en los sistemas de potabilización y problemas asociados a la contaminación de fuentes hídricas (IDEAM, 2018; CORPOCESAR, 2022).

En este escenario, el uso de tecnologías alternativas de bajo costo y fácil aplicación, como las pastillas PURIFIC-TABS, representa una estrategia potencial para mejorar la calidad del agua en zonas con limitaciones en la cobertura de acueducto. Estas pastillas actúan como agentes desinfectantes que permiten remover contaminantes microbiológicos y fisicoquímicos, contribuyendo a la prevención de enfermedades transmitidas por el agua (OPS, 2019).

El presente proyecto académico se orienta a evaluar la efectividad de las PURIFIC-TABS en la potabilización de agua cruda en el corregimiento de Guacoche, tomando como referencia los lineamientos de la Resolución 2115 de 2007. Su importancia radica en la posibilidad de generar evidencia técnica sobre alternativas de tratamiento del agua que puedan ser adoptadas en comunidades vulnerables, aportando así al mejoramiento de la salud pública, la gestión ambiental y el cumplimiento del Objetivo de Desarrollo Sostenible 6: Agua limpia y saneamiento (ONU, 2015).



1. SITUACIÓN PROBLEMA

El acceso a agua potable segura sigue siendo uno de los principales desafíos de salud pública a nivel mundial. Según la Organización Mundial de la Salud (OMS), se estima que más de 2.200 millones de personas en el mundo no tienen acceso a servicios de agua potable gestionados de forma segura, lo que incrementa significativamente el riesgo de contraer enfermedades transmitidas por el agua, como la diarrea, el cólera, la fiebre tifoidea y la hepatitis.

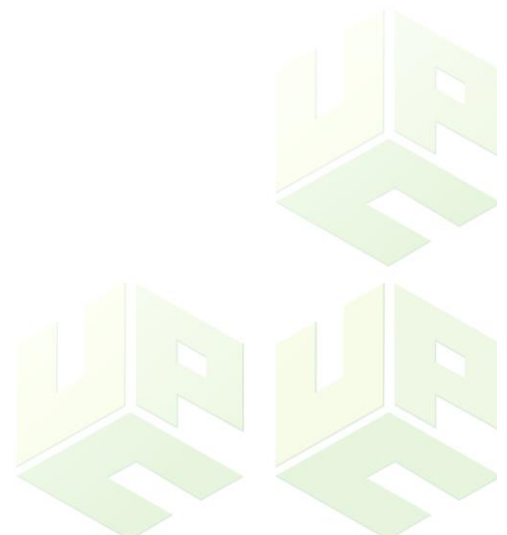
Por otro lado, según la Organización Mundial de la Salud (OMS), cada año, aproximadamente 844 millones de personas en todo el mundo carecen de acceso a fuentes de agua potable seguras, lo que resulta en una alta incidencia de enfermedades transmitidas por el agua. En efecto, la OMS estima que el 88% de las enfermedades diarreicas se deben al consumo de agua no potable, y que cada año, más de 829.000 personas mueren por enfermedades relacionadas con el agua, la saneamiento e higiene (WASH). Además, se calcula que el 43% de las enfermedades diarreicas en menores de 15 años se deben al consumo de agua contaminada, lo que pone de relieve la necesidad urgente de garantizar el acceso a agua potable segura para prevenir estas enfermedades y proteger la salud pública (Díaz y Rang, 2022).

Por otra parte, En el corregimiento de Guacoche, Cesar, para el año 2023, según reportes de la Alcaldía de Valledupar, la población no cuenta con acueducto ni PTAP, además, los vertimientos de agroquímicos y otros productos químicos utilizados en la agricultura pueden estar llegando a la fuente hídrica, contaminando el agua que consumen los habitantes. Al no tener acceso a agua potable tratada, la comunidad está

expuesta a riesgos para la salud, como enfermedades gastrointestinales, dermatológicas y otras patologías relacionadas con la ingesta de agua contaminada.

Ante esta problemática, el uso de tabletas potabilizadoras de agua se ha convertido en una solución rápida, práctica y de bajo costo para mejorar la calidad microbiológica del agua destinada al consumo humano, especialmente en situaciones de emergencia, zonas rurales, campamentos temporales o lugares con infraestructura limitada. Sin embargo, no todas las tabletas disponibles en el mercado tienen la misma efectividad, y su capacidad para eliminar microorganismos, mejorar las características organolépticas del agua o evitar efectos adversos en la salud depende de múltiples factores, como su composición química, el tipo de contaminante presente, el tiempo de acción y la dosis empleada.

En este contexto, surge la necesidad de evaluar la efectividad de las tabletas potabilizadoras PURIFIC-TABS, con el fin de comprobar su capacidad para garantizar agua segura para el consumo humano y, a su vez, proporcionar evidencia científica que sustente su uso en contextos diversos.



2. JUSTIFICACIÓN DE LA PRÁCTICA ACADÉMICA

La Organización Mundial de la Salud (OMS) destaca la importancia crucial del consumo de agua potable para la reducción de enfermedades y la mejora de la salud pública. Según la OMS (2023), el acceso a agua potable segura es esencial para prevenir enfermedades transmitidas por el agua, como la diarrea, el cólera y la disentería, que afectan a millones de personas en todo el mundo, especialmente en comunidades vulnerables y rurales, reduciendo significativamente la morbilidad y la mortalidad asociadas a estas enfermedades, lo que a su vez contribuye a mejorar la calidad de vida y el bienestar de las comunidades (Banguero, 2020).

Por medio de este informe de prácticas se evaluó la efectividad de las pastillas PURIFIC-TABS para la potabilización del agua cruda en el corregimiento de Guacoche, bajo los lineamientos de la Resolución 2115 de 2007, siendo un estudio relevante, ya que busca ofrecer una alternativa sostenible y económica para el tratamiento de agua en zonas rurales con pocos recursos, por ende, se ofreció una solución accesible y asequible, que además permita reducir la incidencia de enfermedades relacionadas con el agua y mejorar la salud y bienestar de los habitantes de la comunidad. Además, esta alternativa sostenible puede ser replicada en otras comunidades con características similares, lo que la convierte en una investigación con un gran potencial de impacto social y ambiental.

Finalmente, como practicante, pude contribuir al desarrollo de una alternativa sostenible y económica para el tratamiento de agua cruda en el corregimiento de Guacoche, que pueda ser replicada en otros contextos y beneficiar a comunidades rurales, sentando las bases para una solución innovadora y accesible que puede ser

adoptada por otras comunidades, contribuyendo así a la mejora de la calidad de vida y la salud pública en zonas donde el acceso a agua potable es limitado y dejando referencias para futuros estudios e investigaciones relacionadas.



3. OBJETIVOS DE LA PRÁCTICA ACADÉMICA

3.1 OBJETIVO GENERAL

Evaluar la efectividad de las PURIFIC-TABS para la potabilización de agua cruda en el corregimiento de Guacoche, bajo los lineamientos de la resolución 2115 de 2007

3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Caracterizar física, química, microbiológica (alcalinidad, aluminio total, calcio total, cloro libre residual, cloruro, coliformes totales, color verdadero, dureza cálcica, Escherichia coli, magnesio total, olor y sabor, PH, temperatura y turbidez) a muestras de agua cruda del corregimiento de Guacoche bajo los lineamientos de la Resolución 2115 de 2007.
- Establecer el esquema de potabilización de las muestras de agua mediante las pastillas PURIFIC-TABS.
- Determinar la efectividad de potabilización de las pastillas PURIFIC-TABS para la remoción de contaminantes fisicoquímicos y microbiológicos en agua cruda del corregimiento de Guacoche, bajo los lineamientos de la resolución 2115 de 2007



4. MARCO REFERENCIAL

4.1 INFORMACIÓN GENERAL DE LA EMPRESA

Tabla 1. Información de la empresa

Razón social	Secretaria de salud de Valledupar
NIT	800.098.911-8
Dirección	Cra. 16 #16-43
Municipio	Valledupar
Departamento	Cesar
Nombre del representante legal	Ernesto Miguel Orozco Durán

Fuente: Elaboración propia

- **Función principal**

La Secretaría Local de Salud de Valledupar es una dependencia adscrita a la Alcaldía Municipal, responsable de formular, coordinar, ejecutar y evaluar las políticas, planes, programas y proyectos en materia de salud pública, vigilancia epidemiológica, saneamiento básico y aseguramiento en salud, conforme a los lineamientos del Ministerio de Salud y Protección Social (secretaria de Salud, Valledupar, 2024).

- **Misión**

La Secretaría Local de Salud de Valledupar tiene como misión liderar, coordinar y ejecutar políticas de salud pública que garanticen el acceso equitativo, la calidad en los servicios y la promoción de estilos de vida saludables para mejorar las condiciones de

salud de la población del municipio, con enfoque diferencial y de equidad (secretaría de Salud, Valledupar, 2024).

- **Visión**

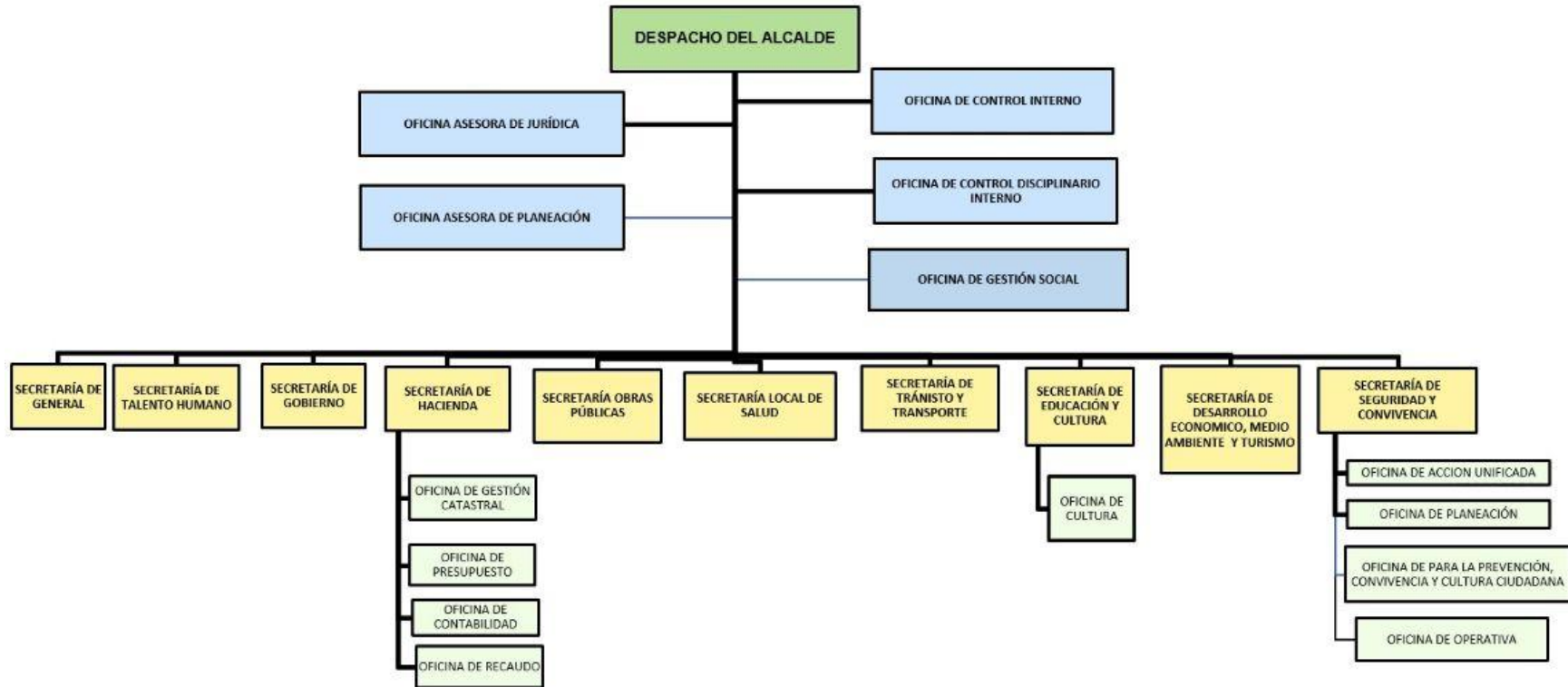
Para el año 2030, la Secretaría Local de Salud de Valledupar será reconocida por su gestión eficiente, transparente e inclusiva, posicionándose como un referente regional en la promoción de la salud, prevención de enfermedades y fortalecimiento de los servicios de salud pública (secretaría de Salud, Valledupar, 2024).

Objetivos estratégicos

- Promover y garantizar el acceso equitativo a los servicios de salud pública.
- Fortalecer los programas de prevención y control de enfermedades transmisibles y no transmisibles (secretaría de Salud, Valledupar, 2024).
- Implementar estrategias de promoción de la salud y participación comunitaria.
- Velar por el cumplimiento de la normatividad sanitaria en establecimientos y eventos públicos (secretaría de Salud, Valledupar, 2024).
- Articular acciones con los entes territoriales y organismos de control para mejorar la calidad en la prestación del servicio (secretaría de Salud, Valledupar, 2024).
- Desarrollar sistemas de información eficientes para la toma de decisiones en salud pública (secretaría de Valledupar, 2023).

Figura 1.

Organigrama de la alcaldía de Valledupar, dirección general de la secretaria de salud municipal



Fuente: Alcaldia de Valledupar, 2023

4.2 MARCO CONTEXTUAL

Valledupar es un municipio colombiano ubicado en el departamento del Cesar, en la región del Caribe colombiano. Es conocido como la "Ciudad de la Leyenda" y es el capital del departamento. Valledupar tiene una población de aproximadamente 500.000 habitantes y es un importante centro cultural, económico y turístico de la región (Alcaldía de Valledupar, 2023).

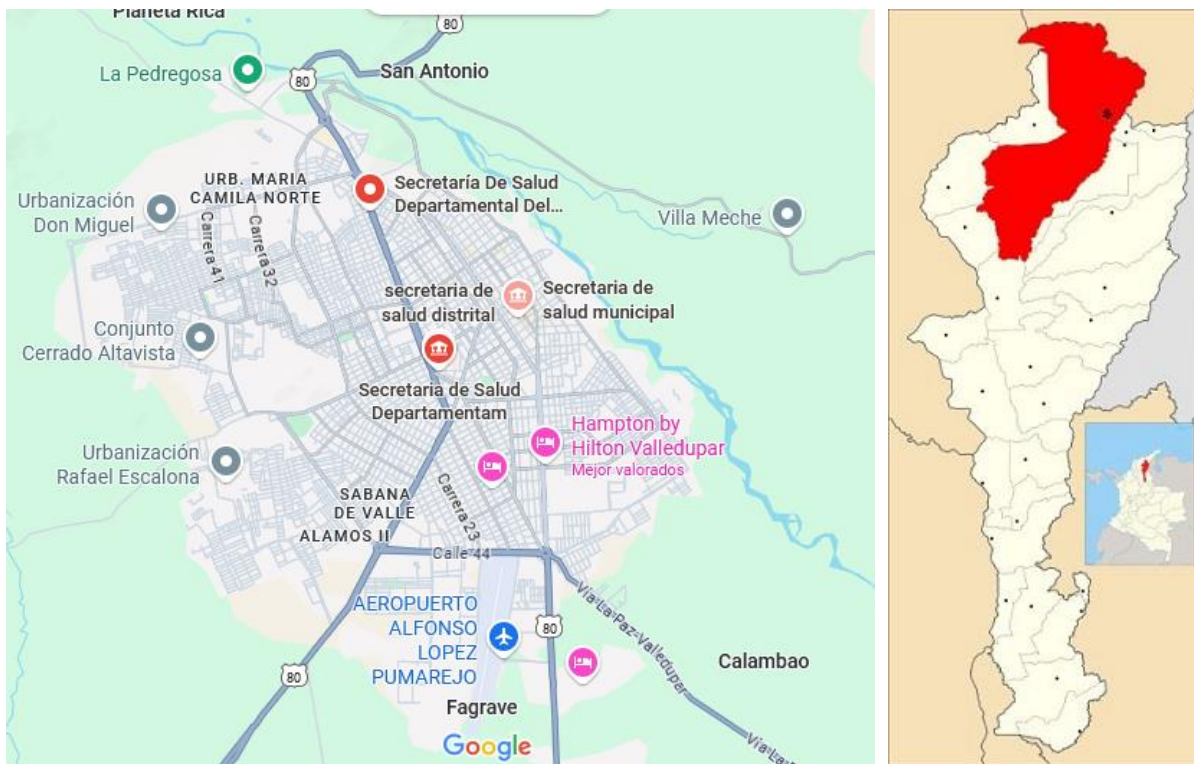
La ciudad se encuentra en el valle del río Guatapurí, rodeada de montañas y valles. Su clima es cálido y húmedo, con temperaturas promedio de 28°C. Valledupar es famosa por su rica cultura vallenata, que se expresa en su música, danza, gastronomía y artesanías (Alcaldía de Valledupar, 2023).

La economía de Valledupar se basa en la agricultura, la ganadería y el comercio. La ciudad es un importante productor de cultivos como el arroz, el maíz y la yuca, y también es conocida por su producción de carne de res y leche. El turismo también es una actividad económica importante, con atractivos como el Festival de la Leyenda Vallenata, el Parque de la Leyenda y el Río Guatapurí (Alcaldía de Valledupar, 2023).

Por su parte, la secretaria de salud de Valledupar se encuentra ubicada en la dirección Calle 16 No. 9 – 59, Valledupar, Cesar – Colombia

Figura 2.

Ubicación de la secretaria Local de salud, Valledupar



Fuente: Tomado de Google maps, 2025

4.3 MARCO CONCEPTUAL

Aluminio total: El aluminio puede encontrarse en fuentes de agua como resultado de procesos naturales de erosión o por el uso de sales de aluminio en la coagulación. Aunque en bajas concentraciones no representa riesgo, niveles elevados pueden estar asociados a toxicidad y alteraciones neurológicas (López et al., 2019).

Alcalinidad: La alcalinidad representa la capacidad del agua para neutralizar ácidos y mantener su pH estable. Está asociada principalmente a la presencia de carbonatos, bicarbonatos e hidróxidos, y su importancia radica en la estabilidad química del agua y la eficacia de los procesos de desinfección (Rodríguez & Peña, 2018).

Calcio total y dureza cálcica: El calcio es uno de los minerales más abundantes en el agua y constituye el principal contribuyente a la dureza. La dureza cálcica se asocia

con la presencia de carbonatos y sulfatos de calcio. Si bien no representa un riesgo directo a la salud, afecta el sabor del agua y la eficiencia de los procesos de potabilización (Romero & Díaz, 2016).

Calidad del agua: La calidad del agua hace referencia a las condiciones físicas, químicas y microbiológicas que determinan su aptitud para el consumo humano. Estos parámetros se evalúan bajo criterios normativos que aseguran la inocuidad del recurso, evitando riesgos para la salud de la población (World Health Organization [WHO], 2017).

Cloro libre residual: El cloro libre residual es un indicador clave de la desinfección del agua. Representa la cantidad de cloro que permanece después del proceso de desinfección, garantizando la eliminación continua de microorganismos durante el almacenamiento y la distribución (OMS, 2017).

Coliformes totales: Los coliformes totales son un grupo de bacterias utilizadas como indicadores de contaminación del agua. Su presencia refleja fallas en el proceso de tratamiento o contaminación secundaria durante la distribución (Torres & Martínez, 2020).

Color verdadero y turbidez: El color verdadero y la turbidez son parámetros físicos asociados a la presencia de compuestos orgánicos, minerales y partículas en suspensión. Aunque no siempre representan un riesgo sanitario directo, afectan la aceptación organoléptica del agua e interfieren en los procesos de desinfección (Hernández & Parra, 2020).

Escherichia coli: La presencia de *Escherichia coli* en agua de consumo indica contaminación fecal reciente, lo que supone un riesgo elevado de transmisión de

enfermedades gastrointestinales. Por esta razón, su detección está regulada de forma estricta en las normas internacionales y nacionales de calidad del agua (WHO, 2017).

Esquema de potabilización con tabletas cloradas: El uso de tabletas cloradas constituye una alternativa práctica y de bajo costo para la desinfección del agua en comunidades rurales. Su efectividad depende de factores como la turbidez, el tiempo de contacto, la dosis utilizada y la calidad del agua inicial (UNICEF, 2021).

Magnesio total: El magnesio, junto con el calcio, es responsable de la dureza total del agua. Aunque en concentraciones moderadas es esencial para la salud, en exceso puede generar sabor amargo y problemas de incrustaciones en sistemas de distribución (Restrepo et al., 2021).

Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial, 2007).

Olor y sabor: El olor y sabor del agua son parámetros organolépticos que reflejan la presencia de contaminantes orgánicos, compuestos metálicos o sustancias químicas. Aunque no siempre afectan directamente la salud, su alteración reduce la aceptabilidad del agua potable (WHO, 2017).

pH: El pH del agua indica su grado de acidez o alcalinidad. Un rango adecuado (6,5 a 9,0) es fundamental para la potabilidad, ya que valores extremos pueden afectar los procesos de desinfección y la salud del consumidor (OPS, 2019).

Potabilización del agua: La potabilización es el conjunto de procesos físicos, químicos y biológicos aplicados al agua con el fin de hacerla apta para el consumo humano. Implica la remoción de microorganismos patógenos, sólidos suspendidos, compuestos químicos tóxicos y sustancias que alteran sus características organolépticas. Este proceso garantiza la prevención de enfermedades de transmisión

hídrica y el cumplimiento de normas de calidad del agua (Organización Panamericana de la Salud [OPS], 2019).

PURIFIC-TABS: Las PURIFIC-TABS son tabletas potabilizadoras diseñadas para la desinfección del agua en situaciones donde no es posible acceder a un sistema convencional de tratamiento. Están compuestas por compuestos liberadores de cloro que eliminan microorganismos patógenos y permiten obtener agua segura para consumo humano (Cruz & Mejía, 2022).

4.4 MARCO LEGAL

A continuación, se presenta la normatividad de las prácticas.

Tabla 2. *Reglamento normativo*

Norma	Descripción	Aplicación al proyecto
Constitución Política de Colombia (1991) – Art. 79 y 80	Reconoce el derecho de todas las personas a gozar de un ambiente sano y establece el deber del Estado de proteger la diversidad e integridad del ambiente, así como conservar las áreas de especial importancia ecológica.	Fundamenta el derecho de la comunidad de Guacoche a acceder a agua potable segura como parte de un ambiente sano. Orienta las acciones del proyecto hacia la protección de la salud y el ambiente.

Ley 9 de 1979 – Código Sanitario Nacional	Establece disposiciones para la protección de la salud pública en aspectos de saneamiento básico, agua potable y control de factores de riesgo.	Proporciona la base legal para exigir la potabilización del agua destinada al consumo humano en Guacoche, mediante tecnologías como PURIFIC-TABS.
Ley 142 de 1994 – Régimen de Servicios Públicos Domiciliarios	Regula los servicios públicos, entre ellos el de acueducto, garantizando la prestación eficiente y continua de agua potable.	Vincula al proyecto con la necesidad de garantizar calidad en la prestación del servicio de agua potable a comunidades rurales.
Ley 373 de 1997 – Uso eficiente y ahorro de agua	Promueve programas y acciones para el uso eficiente y ahorro del agua, garantizando sostenibilidad en el tiempo.	Refuerza la importancia de implementar tecnologías económicas y sostenibles (PURIFIC-TABS) para asegurar el acceso al recurso hídrico.
Ley 1523 de 2012 – Gestión del Riesgo de Desastres	Establece que la gestión del riesgo incluye la reducción de vulnerabilidad frente a eventos que afecten la disponibilidad de agua potable.	Apoya el proyecto al reducir riesgos sanitarios asociados al consumo de agua contaminada.

<p>Ley 1753 de 2015 – Plan Nacional de Desarrollo</p>	<p>Integra el enfoque de acceso al agua potable como un derecho fundamental para el desarrollo humano.</p>	<p>Justifica la intervención en comunidades vulnerables como Guacoche, priorizando la salud pública mediante la potabilización del agua.</p>
<p>Decreto 1575 de 2007</p>	<p>Sistema para la protección y control de la calidad del agua para consumo humano. Establece parámetros de vigilancia y control.</p>	<p>Proporciona el marco regulatorio específico que rige la calidad del agua y guía los procesos de muestreo, análisis y control dentro del proyecto.</p>
<p>Resolución 2115 de 2007</p>	<p>Establece los criterios de calidad del agua potable, parámetros físicos, químicos y microbiológicos, y frecuencias de control y vigilancia.</p>	<p>Norma principal de aplicación: el proyecto evaluará la efectividad de PURIFIC-TABS bajo los parámetros establecidos en esta resolución (pH, turbidez, coliformes, etc.).</p>
<p>Resolución 4716 de 2010</p>	<p>Regula aspectos relacionados con la vigilancia y control de la calidad del agua para</p>	<p>Refuerza el monitoreo y seguimiento en la comunidad de Guacoche para garantizar el cumplimiento de estándares de agua potable.</p>

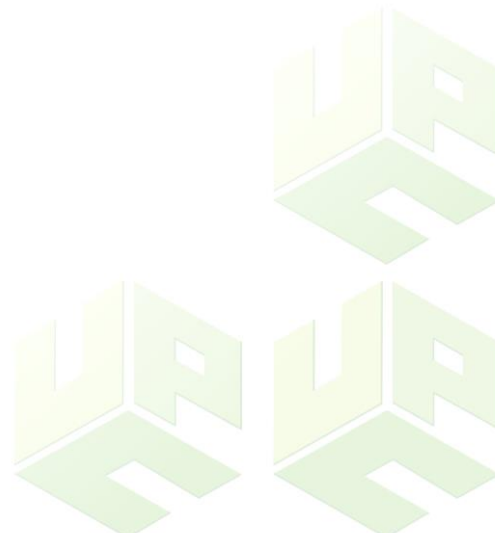
consumo humano en el
territorio nacional.

**Resolución 811
de 2008**

Reglamenta aspectos
técnicos para el control de la
calidad del agua en
sistemas de abastecimiento
rurales.

Es especialmente aplicable, dado
que Guacoche es un corregimiento
rural, y orienta los procedimientos
de evaluación y control.

Fuente: elaboración propia



5. ASPECTOS METODÓLOGICOS DE LA PRÁCTICA

5.1 CAMPO DE APLICACIÓN

Conforme al Acuerdo N°003 del 08 de julio de 2021 establecido por el Consejo de la Facultad de Ingeniería y Tecnológicas, la línea, sublínea y área temática a la cual se adscribe esta práctica académica:

Línea: Sostenibilidad y Gestión Ambiental

Sublínea: Gestión integral del recurso hídrico

5.2. FUNCIONES ESPECÍFICAS A DESARROLLAR.

- Apoyo a la dimensión salud ambiental en las mesas de trabajo para la vigilancia, monitoreo y control del agua en el municipio.
- apoyo en la toma de muestras de agua en la zona rural para el análisis por parte del laboratorio de salud pública departamental.
- Apoyo en la toma de muestras de agua potable en los puntos concertados con la empresa de servicios públicos, en el casco urbano de Valledupar, para el análisis por parte del laboratorio de salud pública departamental.
- Apoyo en la realización del informe trimestral del índice de riesgo de calidad del agua IRCA según la resolución 4716 de 2010 en Valledupar.
- seguimiento y apoyo en la actualización de la calidad del agua para el consumo humano teniendo en cuenta el mapa de riesgo del Valledupar, según la resolución 4716 de 2010.
- Apoyo en la ejecución de visitas de inspección, vigilancia y control sanitario, acorde con lo descrito en la Ley 9 de 1979, y demás normas vigentes sobre el

establecimiento de interés sanitario y/o establecimientos con estructuras acuáticas estacionales y no recreativas por parte de la dimensión salud ambiental.

- Apoyo en la gestión y resolución de peticiones, quejas y reclamos relacionados con la dimensión.
- Apoyo en los procesos, gestiones y medidas tendientes a la actualización de los sistemas de información, bases de datos y archivos de los sujetos de inspección, vigilancia y control sanitario de igual manera a las peticiones quejas y reclamos.

5.3. RESPONSABLE DE LA SUPERVISIÓN EN LA EMPRESA.

Los datos del supervisor asignado según la empresa son:

Tabla 3. Identificación del Perfil del Supervisor Asignado

Nombre del Supervisor	Jose Alfredo Lacouture Rivera
Perfil Profesional/ estudios realizados	<p>Profesional Universitario-Dimensión salud ambiental. Coordinador de Saneamiento Ambiental con dominio de la prevención y curación de enfermedades de los animales, así como el control y erradicación de las enfermedades infectocontagiosas, de las enfermedades zoonóticas, al igual que de los procesos de producción animal, la salud pública y la investigación.</p> <p>Universitarios: Médico Veterinario y Zootecnista Universidad Agraria Del Ecuador.</p>

	Cargo: Gerente. Empresa: inversiones Álvaro Lacouture & CIA S.C.S. Lugar: Valledupar, Cesar Tiempo: 01 de enero 1998/31 de diciembre 2003.
Experiencia Profesional	Cargo: Médico Empresa: Instituto Colombiano Agropecuario ICA. Lugar: Valledupar, Cesar Tiempo: 19 de marzo 1997/08 de agosto 1997.
	Experiencia Profesional Cargo: Coordinador de saneamiento ambiental, Secretaría Local de Salud. Empresa: Alcaldía de Valledupar. Lugar: Valledupar, Cesar. Tiempo: 26 de junio 2006/Actual. Teléfono: 588576
Tipo de Contratación	Nombramiento provisional N° Matricula Profesional 08478

Nota: La tabla presenta información del supervisor a cargo

5.4 DESCRIPCION DE LA METODOLOGIA

Tabla 4. Metodología empleada

Actividad	Método/ instrumento/ técnicas	Producto
1 Toma de muestras de agua	Método: Toma de muestras de agua de Guachоче, Cesar, utilizando botellas de plástico estériles y siguiendo los protocolos de seguridad y manipulación de muestras.	Se obtuvo un mínimo de 2 muestras de agua cruda en

Se tomaron dos muestras de agua, una muestra para la caracterización inicial tanto fisicoquímica como microbiológica, y otra muestra que fue caracterizada después de aplicar el tratamiento con las tabletas.

Guacoche, Cesar, debidamente etiquetadas y almacenadas

Técnica: Se utilizaron técnicas de muestreo aleatorio y sistemático para garantizar la representatividad de las muestras.

en condiciones adecuadas para su posterior análisis.

Caracterización fisicoquímica de las muestras de agua

Método: Se realizaron análisis fisicoquímicos en las muestras de agua cruda, utilizando técnicas y equipos especializados.

- Técnica: Se utilizaron las siguientes técnicas y equipos:

- pH: pH-metro digital
- Alcalinidad: Titración con ácido clorhídrico
- Turbidez: Turbidímetro
- Olor: Evaluación organoléptica
- Acidez: Titración con hidróxido de sodio
- Oxígeno disuelto: Oxímetro

Se obtuvieron los resultados de los análisis fisicoquímicos, que serán registrados en una tabla o gráfico para su posterior análisis y comparación con la norma.



Caracteriza Para realizar la caracterización microbiológica de
ción las muestras de agua y detectar la presencia de
microbiológi E. coli y coliformes, se utilizará el método de
ca de las filtración por membrana, según lo establecido en
muestras de la Resolución 2115 de 2007 del Ministerio de la
agua Protección Social y el Ministerio de Ambiente.

- Técnica: La técnica de filtración por membrana consiste en pasar un volumen determinado de agua a través de una membrana filtrante con poros de tamaño específico que retienen las bacterias presentes en la muestra.

- Análisis: Luego de la filtración, la membrana se coloca en un medio de cultivo selectivo para E. coli y coliformes, y se incuba a una temperatura específica para promover el crecimiento de las bacterias.

- Conteo de colonias: Después de la incubación, se cuentan las colonias de E. coli y coliformes que han crecido en la membrana, y se calcula la concentración de estas bacterias en la muestra de agua original.



Comparación de resultados con la norma	Método: Se compararon los resultados de los análisis fisicoquímicos y microbiológicos con los límites máximos permitidos por la Resolución 2115 de 2007. Técnica: Se utilizó una tabla o gráfico para comparar los resultados obtenidos con los límites máximos permitidos por la norma.	Se obtuvo un informe que indique si las muestras de agua cruda cumplen o no con los límites máximos permitidos por la Resolución 2115 de 2007.
Selección de pastillas	Método: Seleccionar pastillas adecuadas para el tratamiento de agua, considerando factores como la calidad del agua, el tipo y cantidad de contaminantes presentes, y las especificaciones del fabricante. Técnica: Investigar y comparar diferentes marcas y tipos de pastillas para, considerando su eficacia, seguridad y costo.	Seleccionar la pastilla pura más adecuada para el tratamiento de agua.
Preparación de las muestras de	Método: Preparar las muestras de agua cruda para su tratamiento con pastillas para, siguiendo los protocolos de seguridad y manipulación de	Muestras de agua cruda preparadas



<p>agua para el tratamiento</p>	<p>muestras. Técnica: Medir y registrar el volumen de cada muestra, y agregar la cantidad recomendada de pastilla pura según las instrucciones del fabricante.</p>	<p>para su tratamiento con pastillas pura.</p>
<p>Aplicación del tratamiento con pastillas pura</p>	<p>Método: Aplicar el tratamiento con pastillas pura a las muestras preparadas, siguiendo las instrucciones del fabricante y los protocolos de seguridad. Técnica: Agregar la pastilla pura a cada muestra y agitar suavemente para asegurar la dispersión uniforme del producto.</p>	<p>Muestras de agua tratadas con pastillas pura.</p>
<p>caracterizac ión final de las muestras</p> <p>3</p>	<p>Método: Evaluar la eficacia del tratamiento con pastillas pura en la remoción de contaminantes y la mejora de la calidad del agua. Técnica: Realizar análisis fisicoquímicos y microbiológicos en las muestras tratadas y comparar los resultados con los obtenidos en las muestras originales</p>	<p>Informe que resume los resultados de la evaluación de la eficacia del tratamiento con pastillas pura.</p>

Nota: Elaborado por el autor, 2025

Asimismo, se realizó la matriz de presupuesto empleado en la práctica:

Tabla 5. Presupuesto empleado

Ítem	Actividad relacionada	Recurso requerido	Descripción	Cantidad	Unidad	Valor unitario (COP)	Valor total (COP)
1	Toma de muestras	Botellas estériles	Recipientes para muestreo de agua	4	Unidad	5.000	20.000
2	Toma de muestras	Transporte	Desplazamiento a Guacoeche	1	Servicio	120.000	120.000
3	Caracterización fisicoquímica	Reactivos químicos	Reactivos para pH, alcalinidad, acidez, dureza	1	Kit	150.000	150.000
4	Caracterización fisicoquímica	Uso de equipos	pH-metro, turbidímetro, oxímetro (uso laboratorio)	1	Servicio	100.000	100.000
5	Caracterización microbiológica	Membranas filtrantes	Análisis E. coli y coliformes	10	Unidad	8.000	80.000
6	Caracterización microbiológica	Medios de cultivo	Material microbiológico	1	Kit	120.000	120.000



7	Tratamiento	Pastillas PURIFIC-TABS	Insumo principal del estudio	1	Caja	60.000	60.00 0
8	Preparación y tratamiento	Guantes, tapabocas	Elementos de bioseguridad	1	Paquete	30.000	30.00 0
9	Caracterización final	Análisis laboratorio	Repetición análisis físicoquímicos y microbiológicos	1	Servicio	200.000	200.0 00
10	Elaboración de informes	Papelería	Impresiones y materiales	1	Paquete	25.000	25.00 0
11	Recurso humano	Investigador/practicante	Apoyo técnico en actividades	1	Persona	0 (práctica académica)	0

Nota: Elaborado por el autor, 2025

6. RESULTADOS Y ANÁLISIS

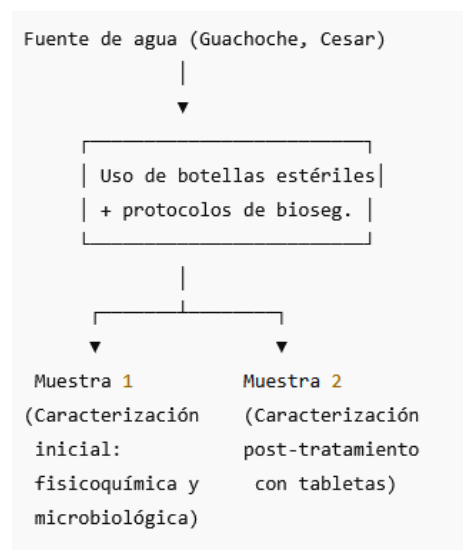
6.1 Caracterización física, química, microbiológica (alcalinidad, aluminio total, calcio total, cloro libre residual, cloruro, coliformes totales, color verdadero, dureza cálcica, Escherichia coli, magnesio total, olor y sabor, PH, temperatura y turbidez) a muestras de agua cruda del corregimiento de Guacoche bajo los lineamientos de la Resolución 2115 de 2007.

6.1.1 Toma de muestras de agua

La recolección de muestras se llevó a cabo en el corregimiento de Guachoche, Cesar, utilizando botellas plásticas estériles previamente acondicionadas, siguiendo estrictamente los protocolos de bioseguridad y manipulación de muestras. Se tomaron muestras simples para su análisis. El siguiente esquema presenta el proceso de recolección usado para la toma de muestras de agua garantizando parámetros de representatividad

Figura 3.

Esquema empleado para la toma de muestras de agua



Nota: Elaborado por el autor, 2025

Para garantizar la representatividad del recurso hídrico, se emplearon técnicas de muestreo aleatorio y sistemático, asegurando que las muestras recogidas reflejaran las condiciones reales de la fuente de agua, se usó de base la guía para la toma de muestras de agua del IDEAM, 2018.

Se tomaron dos muestras independientes:

- Muestra 1: destinada a la caracterización inicial del agua, tanto en parámetros fisicoquímicos como microbiológicos.
- Muestra 2: utilizada para realizar la caracterización posterior al tratamiento con las tabletas purificadoras.

Figura 4.

Fotografías de la toma de muestras de agua



Nota: Fotografías tomadas por el autor, 2025



6.1.2 Caracterización física, química y microbiológica de las muestras de agua

- **Caracterización fisicoquímica de las muestras de agua**

La caracterización fisicoquímica se realizó a partir de las muestras de agua cruda recolectadas en la vereda Guachoche, Cesar, siguiendo los protocolos establecidos para garantizar precisión y confiabilidad en los resultados. Las muestras de agua fueron trasladadas al laboratorio Nancy Florez de la ciudad de Valledupar, los resultados se presentan a continuación.

Tabla 6. Caracterización fisicoquímica de las muestras de agua

Parámetro	Método	Lcm	Res. 2115 de 2007	Resultado
Alcalinidad mg CaCO ₃ /L a pH 4,4	SM 2330 B	0,5	200	16,1
Aluminio total Al/L	SM 3030K 23 rd; EPA 6010 D, 2018	1	0,2	0,17
Calcio total mg Ca/L	SM 3030 K 3rd, 2017; EPA 6010 D, 2018	2	60	3,11
Cloro libre residual mg Cl ₂ /L	HACH DPD	5	0,3-2,0	0,02
Cloruro mg Cl/L	SM 4500 CLB	1	250	<2,00
Color verdadero UC	SM 2120 C	1	Nr	24,4
Dureza cálcica mg CaCO ₃ /L	SM 3500 Ca B	-	Nr	25,5
Magnesio total Mg/L	SM 3030 K 3rd, 2017; EPA 6010 D, 2018	-	36	1,20
Olor	Organoléptico	-		Característico

pH a temperatura 20°C	SM 4500-H+ B	-	6,5 a 9,0	7,03
Sabor	Organoléptico	-	-	Característico
Temperatura °C	SM 2550 B	-	-	20,0
Turbidez NTU	SM 2130 B	0,5	2	1,5

Nota: Información proporcionada por el laboratorio

- **Caracterización microbiológica de las muestras de agua**

La caracterización microbiológica tuvo como finalidad identificar la presencia de coliformes totales y *Escherichia coli*, indicadores de contaminación de origen fecal, fundamentales para determinar la potabilidad del agua. Las muestras de agua fueron trasladadas al laboratorio Nancy Florez de la ciudad de Valledupar, los resultados se presentan a continuación.

Tabla 7. *Caracterización microbiológica de las muestras de agua*

Parámetro	Método	Lcm	Res. 2115 de 2007	Resultado
Coliformes totales NMP/100 ml	SM 9223 B	1	0	2419,6X10 ¹
<i>Escherichia coli</i> NMP/100 ml	SM 9223 B	1	0	6,2x10 ¹

Información proporcionada por el laboratorio

- **Caracterización de trihalometanos de las muestras**

Con el propósito de establecer las condiciones iniciales de calidad del agua antes de la aplicación de las pastillas Purific Tabs, se realizó una caracterización de compuestos orgánicos volátiles correspondientes al grupo de los trihalometanos (THM), considerados subproductos potencialmente asociados a procesos de desinfección y a la

presencia de materia orgánica en el recurso hídrico. La toma de muestra se efectuó durante el mes de marzo de 2026, periodo correspondiente a temporada lluviosa, condición ambiental que puede generar variaciones en la composición fisicoquímica del agua debido al incremento de escorrentías, arrastre de sedimentos y aporte de materia orgánica.

Posteriormente, la muestra fue remitida al Laboratorio Nancy Flórez, ubicado en la ciudad de Valledupar, donde se realizaron los análisis mediante la metodología EPA 5021 A y EPA 8021 B empleando cromatografía de gases, técnica ampliamente utilizada para la determinación de compuestos orgánicos volátiles en matrices acuosas.

Tabla 8. *Resultados de la caracterización de trihalometanos*

Parámetro analizado	Método – Técnica	LCM (µg/L)	Fecha de análisis	Resultado
Bromodiclorometano	EPA 5021 A, EPA 8021 B – Cromatografía de Gases	5	31/03/2026	<5
Bromoformo	EPA 5021 A, EPA 8021 B – Cromatografía de Gases	5	31/03/2026	<5
Cloroformo	EPA 5021 A, EPA 8021 B – Cromatografía de Gases	5	31/03/2026	<5
Dibromodiclorometano	EPA 5021 A, EPA 8021 B – Cromatografía de Gases	5	31/03/2026	<5

Fuente: Información proporcionada por el laboratorio Nancy Florez

Los resultados obtenidos en la caracterización inicial de trihalometanos evidenciaron concentraciones inferiores al límite de cuantificación del método analítico (<5 µg/L) para bromodiclorometano, bromoformo, cloroformo y dibromodichlorometano. Estos hallazgos permiten inferir una baja presencia de compuestos orgánicos volátiles derivados de procesos de cloración o de reacciones entre materia orgánica natural y agentes oxidantes presentes en el agua. De acuerdo con la Organización Mundial de la Salud, los trihalometanos son subproductos comúnmente asociados a procesos de desinfección con cloro, especialmente en aguas con elevada carga orgánica, altas temperaturas o tiempos prolongados de contacto (OMS, 2017). En este caso, la ausencia de concentraciones detectables sugiere que la muestra analizada no presentaba condiciones favorables para la formación significativa de dichos compuestos antes de la aplicación de Purific Tabs.

Resultados similares fueron reportados por Krasner et al. (2006), quienes señalan que las bajas concentraciones de materia orgánica natural y tiempos reducidos de contacto con agentes clorados limitan significativamente la formación de trihalometanos en aguas destinadas al consumo humano. De igual manera, Richardson et al. (2007) encontraron que las concentraciones de subproductos de desinfección suelen mantenerse bajas en fuentes hídricas con menor carga contaminante y adecuada oxigenación, condiciones que disminuyen las reacciones químicas precursoras de estos compuestos.

Asimismo, debe considerarse que el muestreo fue realizado durante temporada lluviosa, periodo en el cual suelen incrementarse los aportes de sedimentos, materia orgánica y escorrentías superficiales hacia las fuentes hídricas. Diversos autores señalan

que estas condiciones pueden favorecer la formación potencial de subproductos de desinfección cuando existe aplicación de agentes clorados (Rodríguez et al., 2004). Sin embargo, los resultados obtenidos indican que, pese a las condiciones ambientales propias de la época invernal, los niveles de trihalometanos permanecieron por debajo del límite de detección analítica, lo cual representa una condición favorable desde el punto de vista sanitario y ambiental. En concordancia con lo anterior, estudios realizados por Gallard y von Gunten (2002) demostraron que la formación de trihalometanos depende no solo de la presencia de materia orgánica, sino también de variables como el pH, la temperatura y la concentración de cloro residual, factores que posiblemente no alcanzaron niveles críticos en la muestra analizada.

Adicionalmente, la baja concentración de cloroformo y demás trihalometanos reviste importancia debido a que algunos estudios han asociado exposiciones prolongadas a estos compuestos con posibles efectos adversos sobre la salud humana, particularmente riesgos carcinogénicos y alteraciones hepáticas o renales (Richardson et al., 2007). En este sentido, Villanueva et al. (2004) reportaron asociaciones entre la exposición continua a subproductos de cloración y el incremento del riesgo de cáncer de vejiga en poblaciones expuestas a agua potable clorada durante largos periodos. Por esta razón, la evaluación previa de estos parámetros constituye un elemento relevante dentro de la caracterización de calidad del agua antes de implementar tratamientos de potabilización.

6.1.3 Análisis y comparación de resultados con la resolución 2115 de 2007

Se compararon los resultados de los análisis fisicoquímicos, microbiológicos y de trihalometanos con los límites máximos permitidos por la Resolución 2115 de 2007.

- **Comparación resultados fisicoquímicos y microbiológicos**

Tabla 9. Comparación de resultados con la RES 2115 DE 2007

Parámetro	Cumplimiento resolución 2115 de 2007
Alcalinidad mg CaCO ₃ /L a pH 4,4	Cumple
Aluminio total Al/L	Cumple
Calcio total mg Ca/L	Cumple
Cloro libre residual mg Cl ₂ /L	No cumple
Cloruro mg Cl/L	Cumple
Color verdadero UC	No aplica
Dureza cálcica mg CaCO ₃ /L	No aplica
Magnesio total Mg/L	Cumple
Olor	No aplica
pH a temperatura 20°C	Cumple
Sabor	No aplica
Temperatura °C	No aplica
Turbidez NTU	Cumple
Coliformes totales NMP/100 ml	No cumple
Escherichia coli NMP/100 ml	No cumple

Nota: Elaborado por el autor, 2025

Los resultados obtenidos evidencian que el agua tomada en la vivienda del corregimiento de Guacoche no cumple con los lineamientos establecidos en la Resolución 2115 de 2007 en los parámetros de cloro libre residual, turbidez, coliformes totales y *Escherichia coli*, mientras que en el resto de parámetros fisicoquímicos y

organolépticos se encuentra dentro de los límites permitidos.

En primer lugar, la ausencia o concentración insuficiente de cloro libre residual (<0,3 mg/L) refleja que el agua no cuenta con una desinfección adecuada para garantizar la inactivación de microorganismos patógenos. El cloro residual es un indicador esencial de seguridad en los sistemas de abastecimiento, ya que asegura tanto la inactivación inicial de patógenos como la protección frente a posibles recontaminaciones en la red de distribución (OMS, 2017). En este sentido, la Organización Mundial de la Salud señala que la ausencia de residual desinfectante aumenta significativamente el riesgo de recontaminación microbiológica durante el almacenamiento y transporte del agua, especialmente en sistemas rurales con infraestructura limitada (WHO, 2017). De manera similar, LeChevallier et al. (1996) evidenciaron que sistemas de distribución con bajos niveles de cloro residual presentan mayor frecuencia de crecimiento bacteriano y deterioro de la calidad microbiológica del agua.

Por otra parte, la presencia de coliformes totales y *Escherichia coli* constituye una señal inequívoca de contaminación fecal reciente, lo cual compromete directamente la potabilidad del agua y representa un riesgo sanitario significativo. *E. coli* es ampliamente reconocida como indicador microbiológico de contaminación fecal, ya que su detección se asocia con la posible presencia de otros patógenos entéricos (Edberg et al., 2000). En concordancia, Edberg et al. (2000) destacan que la detección de *E. coli* en agua potable debe interpretarse como evidencia de contaminación reciente y falla en las barreras de tratamiento o distribución. Asimismo, Payment et al. (1991) demostraron que la exposición a agua contaminada microbiológicamente se asocia con una mayor incidencia de enfermedades gastrointestinales en poblaciones expuestas, incluso

cuando los niveles de contaminación no son elevados.

En este sentido, el consumo de agua con contaminación microbiológica está directamente relacionado con enfermedades gastrointestinales, que en zonas rurales y poblaciones vulnerables pueden tener consecuencias severas, especialmente en niños, adultos mayores e individuos inmunocomprometidos (LeChevallier & Au, 2004). Adicionalmente, estudios epidemiológicos han confirmado que la presencia de coliformes en agua potable se correlaciona con brotes de diarrea y otras enfermedades de transmisión hídrica en comunidades con deficiencias en el tratamiento y monitoreo del agua (Craun et al., 2010).

Por lo tanto, aunque el agua cumple con las características fisicoquímicas y organolépticas evaluadas, su no conformidad microbiológica y la ausencia de cloro residual libre permiten clasificarla como no apta para el consumo humano, representando un riesgo sanitario que requiere acciones correctivas inmediatas en el sistema de desinfección y control de calidad.

- **Comparación de resultados trihalometanos**

Tabla 10. Comparación de resultados con la RES 2115 DE 2007

Parámetro analizado	Resultado obtenido (µg/L)	Límite máximo permitido según Resolución 2115 de 2007 (µg/L)	Cumplimiento normativo
Bromodiclorometano	<5	200*	Sí cumple
Bromoformo	<5	200*	Sí cumple
Cloroformo	<5	200*	Sí cumple

Dibromodichlorometano	<5	200*	Sí cumple
-----------------------	----	------	-----------

Nota: *La Resolución 2115 de 2007 establece un valor máximo aceptable de 200 µg/L para Trihalometanos Totales (THMs) en agua para consumo humano.

De acuerdo con la Resolución 2115 de 2007, que establece los criterios de calidad del agua para consumo humano en Colombia, el valor máximo aceptable para trihalometanos totales (THMs) corresponde a 0,2 mg/L (200 µg/L). En comparación con dicho parámetro normativo, los resultados obtenidos en la presente caracterización evidenciaron concentraciones inferiores a 5 µg/L para bromodichlorometano, bromoformo, cloroformo y dibromodichlorometano, indicando niveles considerablemente inferiores al límite establecido por la legislación nacional. Estos hallazgos sugieren que, previo a la aplicación de las pastillas Purific Tabs, el agua analizada no presentaba concentraciones significativas de subproductos de desinfección asociados a riesgos potenciales para la salud humana, constituyendo una condición favorable en términos de calidad química del recurso hídrico.

6.2 Establecer el esquema de potabilización de las muestras de agua mediante las pastillas PURIFIC-TABS.

6.2.1 Selección de las pastillas de potabilización

Para el desarrollo del esquema de potabilización de las muestras de agua se utilizaron pastillas PURIFIC-TABS, debido a su viabilidad técnica, económica y operativa en contextos rurales, así como a su disponibilidad en el mercado local, lo que permitió su implementación bajo condiciones reales de uso domiciliario en el corregimiento de Guacoche.

La selección de este insumo no respondió a un proceso de comparación experimental entre diferentes marcas o tecnologías de potabilización, dado que el objetivo del estudio no contempló la evaluación comparativa de alternativas de desinfección, sino la implementación y análisis de un esquema de potabilización aplicable a la comunidad, considerando las limitaciones de acceso, recursos y capacidades técnicas del territorio.

PURIFIC-TABS contiene como principio activo dicloroisocianurato de sodio, un compuesto ampliamente utilizado en procesos de desinfección de agua para consumo humano, con eficacia comprobada en la eliminación de microorganismos patógenos, especialmente *Escherichia coli* y coliformes totales, los cuales fueron los principales parámetros microbiológicos incumplidos en las muestras de agua analizadas.

Adicionalmente, su presentación en tabletas de dosificación individual facilita su uso en el ámbito domiciliario sin requerir equipos especializados, permitiendo alcanzar concentraciones de cloro libre residual dentro del rango establecido por la Resolución 2115 de 2007 (0,3–2,0 mg/L), siempre que se respeten las instrucciones de uso del fabricante.

Desde el punto de vista sensorial y de seguridad, PURIFIC-TABS presenta una aceptabilidad adecuada en términos de olor y sabor, y su aplicación controlada no implica la adición de compuestos nocivos en concentraciones que representen un riesgo inmediato para la salud humana, lo que la convierte en una alternativa pertinente y funcional para el tratamiento domiciliario del agua en comunidades rurales.

6.2.2 Aplicación de las pastillas a las muestras de agua

- **Preparación de las muestras de agua**

www.unicesar.edu.co

Teléfono conmutador PBX: (+57 605 588 5592)

Balneario Hurtado, Vía a Patillal

Valledupar – Cesar, Colombia

Las muestras de agua fueron recolectadas siguiendo los protocolos establecidos para la manipulación de agua destinada a potabilización, garantizando condiciones higiénicas y evitando la contaminación cruzada. Posteriormente, el volumen de cada muestra fue medido con precisión mediante recipientes volumétricos y registrado en una bitácora técnica para asegurar la trazabilidad de la información. Con base en el volumen medido, se estableció la dosis teórica de pastillas PURIFIC-TABS conforme a las especificaciones del fabricante, las cuales indican una dosificación estándar de una (1) tableta por cada 10 litros de agua cruda, con un tiempo de contacto mínimo de 30 minutos.

- **Criterio de dosificación**

El principio activo de las PURIFIC-TABS (33 mg de dicloroisocianurato de sodio – NaDCC) permite alcanzar concentraciones de cloro libre residual dentro del rango recomendado por la Resolución 2115 de 2007 (0,3–2,0 mg/L) cuando se aplica la dosis indicada por el fabricante.

Para fines metodológicos, se estableció como meta operativa un cloro libre residual entre 0,5 y 1,0 mg/L, valor comúnmente aceptado para garantizar la desinfección microbiológica sin generar afectaciones sensoriales significativas. Es importante aclarar que, aunque es posible ajustar la dosificación en función del volumen de agua tratado, en la práctica experimental del presente estudio solo se aplicó una prueba de potabilización, correspondiente a una muestra de 10 litros de agua, utilizando una (1) tableta PURIFIC-TABS, de acuerdo con la recomendación del fabricante.

Por tanto, no se realizaron ensayos experimentales con variaciones de volumen ni de dosis, y cualquier referencia a ajustes de dosificación debe entenderse como un criterio teórico de aplicación, no como resultados derivados de pruebas experimentales.

- **Aplicación del tratamiento con pastillas PURIFIC-TABS**

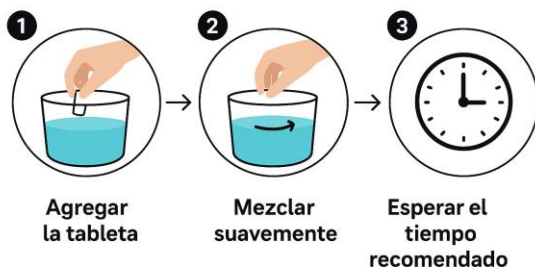
La fase de aplicación del tratamiento consistió en la incorporación controlada de las pastillas PURIFIC-TABS en cada una de las muestras previamente preparadas.

Para ello, se colocó la tableta en el interior del recipiente que contenía el volumen de agua registrado, asegurando su completa disolución. A continuación, se procedió a agitar suavemente el agua mediante movimientos circulares manuales, con el objetivo de facilitar la dispersión homogénea del cloro liberado y optimizar el contacto con los posibles agentes microbiológicos presentes. Este procedimiento se realizó bajo condiciones controladas de seguridad, evitando el contacto directo con la sustancia activa y siguiendo las recomendaciones del fabricante en cuanto a tiempos de espera para garantizar la desinfección efectiva.

Figura 5.

Proceso de aplicación

Aplicación del tratamiento con pastillas



Nota: Elaborado por el autor, 2025

www.unicesar.edu.co

Teléfono conmutador PBX: (+57 605 588 5592)

Balneario Hurtado, Vía a Patillal

Valledupar – Cesar, Colombia

6.3 Determinación la efectividad de potabilización de las pastillas PURIFIC-TABS para la remoción de contaminantes fisicoquímicos y microbiológicos en agua cruda del corregimiento de Guacoche, bajo los lineamientos de la resolución 2115 de 2007

6.3.1 Caracterización final de las muestras de agua

- **Caracterización fisicoquímica y microbiológica final**

La caracterización fisicoquímica y microbiológica se realizó a partir de las muestras de agua ya tratada con las pastillas PURIFIC-TABS recolectadas en la vereda Guacoche, Cesar, siguiendo los protocolos establecidos para garantizar precisión y confiabilidad en los resultados, y los parámetros descritos en la fase 1. Las muestras de agua fueron trasladadas al laboratorio Nancy Florez de la ciudad de Valledupar, los resultados se presentan a continuación.

Tabla 11. Resultados fisicoquímicos y microbiológicos antes y después de la aplicación de las tabletas

Parámetro	Caracterización inicial	Caracterización final	Res. 2115 de 2007	Cumplimiento
Alcalinidad mg CaCO ₃ /L a pH 4,4	16,1	30	200	Cumple
Aluminio total Al/L	0,17	<0,1	0,2	Cumple
Calcio total mg Ca/L	3,11	2,95	60	Cumple
Cloro libre residual mg Cl ₂ /L	0,02	0,01	0,3-2,0	No cumple
Cloruro mg Cl/L	<2,00	4,78	250	Cumple

Color verdadero UC	24,4	15	Nr	No aplica
Dureza cálcica mg CaCO ₃ /L	25,5	7,68	Nr	No aplica
Magnesio total Mg/L	1,20	1	36	Cumple
Olor	Característico	Aceptable		No aplica
pH a temperatura 20°C	7,03	7,05	6,5 a 9,0	Cumple
Sabor	Característico	Aceptable	-	No aplica
Temperatura °C	20,0	26,9	-	No aplica
Turbidez NTU	1,50	2,90	2	No cumple
Coliformes totales NMP/100 ml	2419,6X10 ¹	<1	0	Cumple
Escherichia coli NMP/100 ml	6,2x10 ¹	<1	0	Cumple

Nota: Elaborado por el autor, 2025

Tras la aplicación de las tabletas PURIFIC-TABS al agua cruda, se observó un comportamiento diferenciado en los parámetros evaluados.

Turbidez

Tras la aplicación de las tabletas Purific Tabs, se observó que la turbidez del agua aumentó de 1,50 NTU (caracterización inicial) a 2,90 NTU, superando el límite máximo establecido por la normativa de 2 NTU. Este resultado indica que, aunque el producto está diseñado para la desinfección del agua, no garantiza una remoción efectiva de partículas suspendidas.

Una posible explicación es que las tabletas liberan compuestos clorados destinados a la desinfección microbiológica, pero no contienen agentes coagulantes que permitan la remoción de sólidos suspendidos, coloides o materia orgánica. En este sentido, la OMS (2017) señala que la turbidez está directamente asociada a la presencia

de partículas que no son eliminadas mediante desinfección química, sino mediante procesos previos de coagulación y filtración. De manera similar, la US EPA (2009) indica que los desinfectantes basados en cloro no reducen la turbidez y, en algunos casos, la interacción con materia orgánica puede generar subproductos o redistribución de partículas finas, incrementando ligeramente los valores de NTU.

La turbidez es un parámetro crítico debido a que interfiere con la eficacia de la desinfección, ya que las partículas en suspensión pueden proteger a los microorganismos de la acción del cloro. Estudios como los de LeChevallier et al. (1981) demostraron que niveles elevados de turbidez reducen significativamente la inactivación de bacterias por cloración, disminuyendo la efectividad del tratamiento. En concordancia, la OMS (2017) establece que el agua potable debe presentar valores inferiores a 2 NTU para garantizar una desinfección eficiente y segura.

Cloro libre residual

El valor inicial registrado fue de 0,02 mg/L y el valor final descendió a 0,01 mg/L, ambos muy por debajo del rango establecido por la Resolución 2115 de 2007 (0,3–2,0 mg/L). Este resultado indica un incumplimiento normativo en cuanto a la presencia de cloro libre residual en el agua tratada.

Este comportamiento ha sido reportado en otros estudios, donde se evidencia que la demanda de cloro por parte de la materia orgánica y la alta carga microbiológica reduce rápidamente la concentración de desinfectante disponible. Según Torres y Martínez (2020), en aguas con alta carga orgánica el cloro libre residual tiende a consumirse

rápido debido a reacciones de oxidación, lo que impide mantener niveles protectores sostenidos. De manera similar, White (2010) explica que la “demanda de cloro” es uno de los principales factores que limita la persistencia del desinfectante en sistemas de tratamiento de agua.

Coliformes totales

El valor inicial fue de $2419,6 \times 10^1$ NMP/100 ml, evidenciando una carga microbiológica extremadamente elevada. Después del tratamiento, el resultado fue <1 NMP/100 ml, lo que refleja una eliminación prácticamente total de los coliformes, cumpliendo con el criterio de agua apta para consumo en este parámetro.

Este comportamiento es consistente con lo reportado por Fewtrell y Bartram (2001), quienes señalan que la cloración adecuada puede lograr reducciones superiores al 99% de bacterias coliformes en condiciones controladas. Sin embargo, estos autores también advierten que la eficacia depende de factores como el tiempo de contacto, la temperatura y la calidad del agua cruda.

Escherichia coli

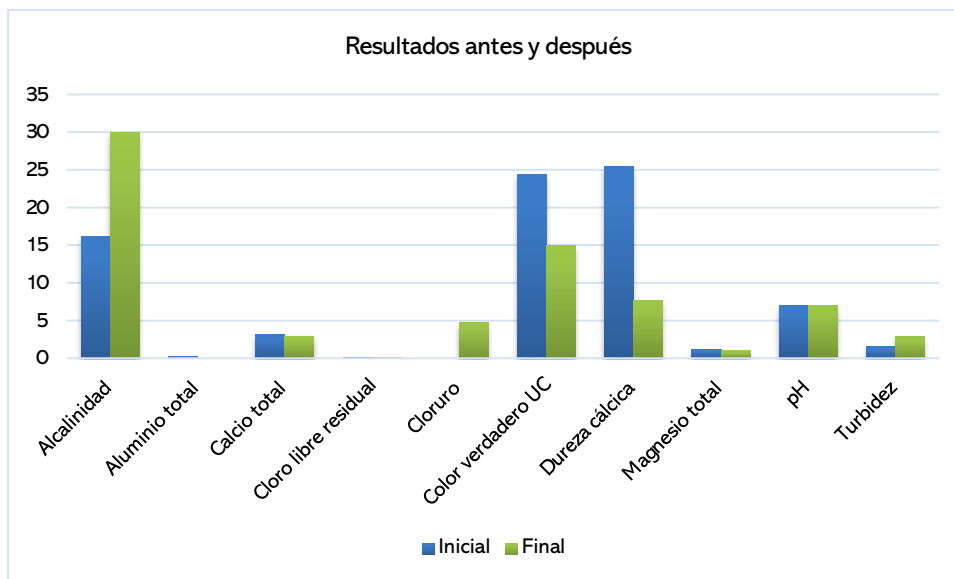
El valor inicial fue de $6,2 \times 10^1$ NMP/100 ml, superando ampliamente el límite permitido. Tras la aplicación del tratamiento, se redujo a <1 NMP/100 ml, demostrando una desinfección completa frente a este indicador de contaminación fecal.

Este resultado concuerda con Edberg et al. (2000), quienes afirman que *Escherichia coli* es altamente sensible a la cloración cuando se alcanzan condiciones

adecuadas de dosis y tiempo de contacto, siendo uno de los indicadores más confiables para evaluar la efectividad del proceso de desinfección.

Los resultados demuestran que las tabletas Purific Tabs son altamente eficaces en la eliminación de microorganismos patógenos, logrando la potabilización microbiológica del agua. Sin embargo, el incumplimiento en el cloro libre residual representa un factor crítico, ya que impide asegurar una protección continua frente a recontaminaciones durante el almacenamiento y transporte del agua.

Figura 6. Resultado fisicoquímicos s antes y después



Nota: Elaborado por el autor, 2025

Sin embargo, las tabletas también generaron cambios en los parámetros fisicoquímicos, aunque seguían cumpliendo con la normatividad.

En primer lugar, la alcalinidad aumentó de 16,1 a 30 mg CaCO₃/L, lo cual puede asociarse a la liberación de compuestos alcalinos durante la disolución de la tableta. Este aumento es beneficioso, ya que una mayor alcalinidad contribuye a la estabilidad del pH

y capacidad de amortiguación del agua tratada, favoreciendo la acción desinfectante del cloro (Garzón & Pacheco, 2019).

En cuanto al aluminio total, se observó una reducción de 0,17 a <0,1 mg/L, lo cual es positivo, pues niveles elevados de aluminio se relacionan con riesgos para la salud y con problemas de sabor y color en el agua (Garavito, 2020). Por su parte, el calcio total mostró una ligera disminución (de 3,11 a 2,95 mg/L), mientras que el magnesio total bajó de 1,20 a 1 mg/L. Esto indica una reducción mínima en los minerales disueltos, sin implicaciones relevantes para la potabilidad, aunque sí con un descenso notorio de la dureza cálcica (25,5 a 7,68 mg CaCO₃/L). Esta disminución puede deberse a la interacción de los iones calcio con los compuestos clorados, lo que redujo la dureza del agua, manteniéndola en rangos aceptables para consumo humano (Garcés, 2018).

Respecto al color verdadero, se registró una reducción de 24,4 a 15 UC, lo que refleja una mejora en las características organolépticas del agua, posiblemente por la oxidación de materia orgánica y compuestos colorantes por efecto del cloro. Sin embargo, la turbidez aumentó de 1,50 a 2,90 NTU, un resultado contrario a lo esperado. Este incremento puede atribuirse a la liberación de partículas sólidas no disueltas presentes en la tableta o a reacciones de oxidación que generaron subproductos visibles (Garzón & Pacheco, 2019). Aunque el valor sigue siendo bajo, se recomienda controlarlo para evitar que interfiera con la desinfección y percepción de calidad por los consumidores.

Finalmente, el pH se mantuvo prácticamente estable (7,03 a 7,05), dentro del rango normativo y adecuado para la acción del cloro, lo que garantiza que la desinfección no se vio afectada por alteraciones significativas en este parámetro (Garavito, 2020).

- **Caracterización de trihalometanos final**

www.unicesar.edu.co

Teléfono conmutador PBX: (+57 605 588 5592)

Balneario Hurtado, Vía a Patillal

Valledupar – Cesar, Colombia

Con el fin de evaluar el posible efecto de las pastillas Purific Tabs sobre la formación de compuestos orgánicos volátiles tipo trihalometanos (THM), se realizó una caracterización final del agua tratada mediante análisis por cromatografía de gases, utilizando las metodologías EPA 5021 A y EPA 8021 B. La evaluación permitió identificar las concentraciones de bromodiclorometano, bromoformo, cloroformo y dibromodiclorometano, compuestos considerados subproductos potenciales de procesos de desinfección con agentes clorados.

Tabla 12. *Caracterización final de trihalometanos*

Parámetro	Caracterización inicial (µg/L)	Caracterización final (µg/L)	Res. 2115 de 2007 (µg/L)	Cumplimiento
Bromodiclorometano	<5	<5	200*	Cumple
Bromoformo	<5	<5	200*	Cumple
Cloroformo	<5	41,0593	200*	Cumple
Dibromodiclorometano	<5	<5	200*	Cumple

Nota: *La Resolución 2115 de 2007 establece un valor máximo aceptable de 200 µg/L para Trihalometanos Totales (THMs) en agua para consumo humano.

Los resultados obtenidos evidenciaron concentraciones inferiores al límite de cuantificación (<5 µg/L) para bromodiclorometano, bromoformo y dibromoclorometano. Sin embargo, para cloroformo se registró una concentración de 41,0593 µg/L después de la aplicación de Purific Tabs, lo que sugiere la formación de este compuesto como resultado de la reacción entre el agente desinfectante y la materia orgánica presente en el agua. A pesar de este incremento, el valor reportado se encuentra por debajo del límite máximo permisible establecido en la Resolución 2115 de 2007 para trihalometanos

totales (200 µg/L), cumpliendo con la normativa colombiana vigente para agua destinada al consumo humano.

La formación predominante de cloroformo observada en este estudio es coherente con lo reportado en la literatura científica, donde se ha demostrado que este compuesto suele ser el trihalometano más abundante durante procesos de desinfección con cloro o agentes clorados. Según Richardson et al. (2007), el cloroformo es el principal subproducto de la reacción entre el cloro libre y la materia orgánica natural, especialmente ácidos húmicos y fúlvicos presentes en aguas superficiales. De manera similar, Krasner et al. (2006) indican que, dentro del grupo de trihalometanos, el cloroformo tiende a presentarse en mayores concentraciones debido a su mayor estabilidad y a las rutas de formación más favorecidas en procesos de cloración convencional.

Adicionalmente, estudios como los de Villanueva et al. (2004) han señalado que, aunque los niveles de cloroformo observados en agua potable suelen estar dentro de los límites regulatorios, su presencia es relevante desde el punto de vista de salud pública debido a la exposición crónica a través del consumo, inhalación y absorción dérmica. No obstante, en el presente estudio, la concentración obtenida (41,0593 µg/L) se mantiene muy por debajo del valor máximo permitido por la normativa colombiana (200 µg/L), lo que indica un nivel de riesgo bajo bajo condiciones de consumo habituales.

Asimismo, la ausencia de otros trihalometanos cuantificables sugiere que las condiciones del agua favorecieron una formación selectiva hacia el cloroformo, lo cual también ha sido descrito por Gallard y von Gunten (2002), quienes explican que la distribución de subproductos depende de factores como el tipo de materia orgánica, el

pH, la dosis de cloro y el tiempo de contacto. En este sentido, los resultados obtenidos evidencian que el tratamiento con Purific Tabs generó transformaciones químicas propias de los procesos de desinfección, sin superar los umbrales normativos establecidos.

Finalmente, estos hallazgos permiten concluir que, aunque existe formación de cloroformo como subproducto de la desinfección, el agua tratada mantiene condiciones compatibles con los estándares de calidad exigidos, lo cual constituye un insumo clave para la evaluación integral de la eficiencia y seguridad del tratamiento aplicado.



7. CONCLUSIONES

Los resultados obtenidos evidencian que el agua tomada en la vivienda del corregimiento de Guacoche no cumple con los criterios de calidad establecidos en la Resolución 2115 de 2007 en los parámetros microbiológicos y de desinfección, específicamente en cloro libre residual (0,3 mg/L mínimo exigido), coliformes totales ($2419,6 \times 10^1$ NMP/100 mL) y *Escherichia coli* ($6,2 \times 10^1$ NMP/100 mL). La normativa establece que tanto los coliformes totales como *E. coli* deben estar ausentes en 100 mL de muestra, debido a que su presencia indica contaminación de origen fecal y posible circulación de microorganismos patógenos. El incumplimiento en estos parámetros representa un riesgo sanitario significativo, ya que puede favorecer la transmisión de enfermedades gastrointestinales, infecciones entéricas y otras patologías asociadas al consumo de agua contaminada.

En contraste, los parámetros fisicoquímicos y organolépticos evaluados (como pH, color, olor, sabor) se encontraron dentro de los rangos aceptables establecidos por la normativa, lo que indica que, desde el punto de vista sensorial y de características fisicoquímicas básicas, el agua no presenta alteraciones perceptibles ni condiciones extremas que afecten su aceptabilidad. Por ejemplo, un pH dentro del rango de 6,5 a 9,0 favorece la estabilidad química del agua y la eficacia del cloro como desinfectante; igualmente, niveles adecuados de turbiedad permiten una mejor acción del proceso de desinfección, ya que una turbiedad elevada puede proteger a los microorganismos del contacto con el cloro. Sin embargo, el cumplimiento de estos parámetros no garantiza por sí solo la potabilidad, ya que la seguridad microbiológica es el criterio prioritario en salud pública.

La selección de las pastillas PURIFIC-TABS y la aplicación de los procedimientos descritos representaron una estrategia técnica viable para el tratamiento de las muestras de agua, ya que permitieron la eliminación efectiva de los agentes microbiológicos inicialmente detectados. Posterior al tratamiento, los valores de coliformes totales y *E. coli* se redujeron a <1 NMP/100 mL, cumpliendo con el criterio de ausencia exigido por la normativa. Esto demuestra que el principio activo de las pastillas (basado en liberación de cloro) logró una inactivación eficiente de los microorganismos indicadores de contaminación fecal. Además, el procedimiento aplicado garantizó condiciones de dosificación controlada y tiempos de contacto adecuados, asegurando una desinfección homogénea y reproducible.

Adicionalmente, la evaluación de compuestos orgánicos volátiles tipo trihalometanos evidenció que, antes del tratamiento, las concentraciones de bromodiclorometano, bromoformo, cloroformo y dibromodiclorometano se encontraban por debajo del límite de cuantificación del método (<5 $\mu\text{g/L}$). Posterior a la aplicación de las pastillas PURIFIC-TABS, únicamente se evidenció un incremento en la concentración de cloroformo (41,0593 $\mu\text{g/L}$), mientras que los demás compuestos permanecieron por debajo del límite detectable. Este comportamiento confirma la formación de subproductos derivados de la desinfección clorada, fenómeno ampliamente reportado en aguas con presencia de materia orgánica natural. Sin embargo, pese al aumento observado en la concentración de cloroformo, los valores obtenidos se mantuvieron considerablemente por debajo del límite máximo permitido por la Resolución 2115 de 2007 para trihalometanos totales (200 $\mu\text{g/L}$), evidenciando cumplimiento de la normativa colombiana vigente para agua destinada al consumo humano. En consecuencia, los

resultados permiten concluir que la aplicación de PURIFIC-TABS logró una desinfección microbiológica eficiente sin generar concentraciones críticas de subproductos potencialmente tóxicos, constituyéndose en una alternativa técnicamente viable para el tratamiento de agua en contextos rurales o de abastecimiento domiciliario.

No obstante, aunque la reducción microbiológica fue excelente, la concentración final de cloro libre residual (0,01 mg/L) permaneció por debajo del rango normativo exigido (0,3–2,0 mg/L), lo que sugiere que el cloro disponible fue consumido rápidamente en el proceso de oxidación de la materia orgánica o en la inactivación microbiana, sin lograr mantener un residual suficiente que brinde protección continua frente a posibles recontaminaciones durante el almacenamiento y consumo. La ausencia de un residual adecuado implica que, aunque el tratamiento fue efectivo de manera inmediata, no garantiza una protección sostenida en el tiempo, lo cual es un aspecto fundamental en sistemas de abastecimiento domiciliario. En este sentido, se evidencia la necesidad de ajustar la dosificación, el tiempo de contacto o implementar controles adicionales que aseguren el mantenimiento del cloro residual dentro del rango establecido por la normativa vigente.



8. RECOMENDACIONES

Se recomienda realizar ensayos dosis–respuesta en condiciones reales de campo, variando el número de tabletas por volumen de agua y evaluando diferentes concentraciones iniciales de cloro activo, incluyendo mediciones seriadas de cloro libre residual (a los 30 minutos, 2 horas y 24 horas) con el fin de identificar la dosis óptima que garantice simultáneamente:

- Eliminación microbiológica total (*E. coli* y coliformes totales = 0 NMP/100 mL).
- Mantenimiento de un cloro libre residual $\geq 0,3$ mg/L conforme a la Resolución 2115 de 2007.
- Estabilidad del residual frente a posibles recontaminaciones durante almacenamiento domiciliario.

Asimismo, se recomienda que futuros estudios incluyan campañas de muestreo en diferentes épocas del año, específicamente en temporada seca y temporada de lluvias, con al menos tres o cuatro jornadas de muestreo por temporada, distribuidas en momentos representativos de cada periodo climático. En cada jornada se sugiere recolectar muestras de agua cruda y tratada, evaluar parámetros fisicoquímicos (turbidez, pH, color aparente) y microbiológicos, así como determinar la demanda de cloro y el comportamiento del cloro libre residual en el tiempo.

Esta recomendación se fundamenta en que la variabilidad estacional puede modificar significativamente la carga de materia orgánica, la turbidez y la demanda de cloro del agua cruda. En temporada de lluvias, el arrastre de sedimentos y materia orgánica desde las fuentes superficiales puede incrementar la demanda química de cloro y reducir la persistencia del residual, mientras que en temporada seca pueden

presentarse concentraciones distintas de contaminantes debido a la disminución del caudal y mayor concentración de solutos.

Se recomienda que futuras investigaciones profundicen en la evaluación de subproductos derivados de la desinfección, especialmente trihalometanos (THMs), mediante monitoreos realizados en diferentes periodos climáticos y condiciones de almacenamiento del agua, con el fin de determinar la variabilidad en su formación posterior a la aplicación de agentes clorados como PURIFIC-TABS. Asimismo, sería pertinente analizar la relación entre la concentración de materia orgánica natural, el tiempo de contacto y la dosificación del desinfectante, debido a que estos factores pueden influir directamente en la generación de compuestos como el cloroformo. Este tipo de estudios permitiría optimizar los procesos de desinfección domiciliaria, garantizando no solo la eliminación microbiológica, sino también la minimización de riesgos asociados a la formación de subproductos potencialmente nocivos para la salud humana.

Se recomienda realizar estudios complementarios para determinar la demanda de cloro del agua cruda, incluyendo:

- Medición sistemática de turbidez.
- Determinación de Demanda Química de Oxígeno (DQO).
- Determinación de Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO5), cuando sea posible.
- Cuantificación de carbono orgánico total (COT), en estudios de mayor profundidad.

Estos parámetros permitirían explicar la rápida disminución del cloro libre residual observada (0,01 mg/L final), identificando si la pérdida se debe principalmente a

oxidación de materia orgánica, reacciones con compuestos reductores o consumo microbiológico inicial.

Se recomienda investigar los tiempos de contacto óptimos para maximizar la eficacia del tratamiento, evaluando diferentes escenarios de almacenamiento:

- Recipientes abiertos vs. recipientes cerrados.
- Temperaturas ambientales variables.
- Diferentes tipos de envases (plástico, metal, cerámica).

El seguimiento del cloro residual en intervalos temporales permitirá determinar la estabilidad del desinfectante y establecer recomendaciones prácticas para la comunidad sobre tiempos seguros de consumo.

Se recomienda comparar la eficacia de PURIFIC-TABS con:

- Otras formulaciones comerciales de cloro.
- Esquemas combinados de tratamiento (por ejemplo, floculación–sedimentación seguida de cloración).
- Métodos alternativos como filtración lenta o desinfección solar en contextos rurales.

Este análisis comparativo sería especialmente relevante en aguas con alta turbidez o elevada carga orgánica, donde la cloración directa puede resultar menos eficiente o requerir mayores dosis.

Se recomienda implementar programas de capacitación comunitaria enfocados en:

- Dosificación correcta según volumen.
- Tiempo mínimo de contacto antes del consumo.



- Manejo seguro de tabletas cloradas.
- Almacenamiento higiénico del agua tratada.
- Importancia del mantenimiento del cloro residual.

La sostenibilidad del tratamiento domiciliario no depende únicamente de la eficacia técnica, sino también del conocimiento y apropiación comunitaria del proceso.

Se sugiere que futuras investigaciones amplíen el tamaño muestral, incluyan monitoreo longitudinal durante varios meses y consideren análisis integrales que combinen evaluación microbiológica, fisicoquímica y de subproductos de desinfección, permitiendo así una caracterización completa del riesgo sanitario asociado al consumo de agua tratada en contextos rurales.



REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Banguero, B. (2020). Diseño de un sistema de potabilización y abastecimiento de agua. Buga, Colombia: Universidad Antonio Nariño.
- Craun, G. F., Brunkard, J. M., Yoder, J. S., Roberts, V. A., Carpenter, J., Wade, T., Calderon, R. L., Roberts, J. M., Beach, M. J., & Roy, S. L. (2010). Causes of outbreaks associated with drinking water in the United States from 1971 to 2006. *Clinical Microbiology Reviews*, 23(3), 507–528.
- Cruz, M., & Mejía, D. (2022). Evaluación del uso de tabletas potabilizadoras en comunidades rurales de Colombia. *Revista Ingeniería y Salud Ambiental*, 18(2), 45-56.
- Diaz Castañeda, J., & Rang, J. (2022). Diseño de Planta de Tratamiento y Distribución de Agua Potable para la Vereda Francisco de Paula en el Municipio de Barbosa Santander. Bucaramanga: División de Ingenierías y Arquitectura, Universidad Santo Tomás.
- Edberg, S. C., Rice, E. W., Karlin, R. J., & Allen, M. J. (2000). *Escherichia coli*: the best biological drinking water indicator for public health protection. *Journal of Applied Microbiology*, 88(S1), 106S–116S.
- Fewtrell, L., & Bartram, J. (2001). *Water quality: Guidelines, standards and health*. World Health Organization.
- Gallard, H., & von Gunten, U. (2002). Chlorination of natural organic matter: kinetics of chlorination and of THM formation. *Water Research*, 36(1), 65–74.

Guerrero Fernández de Córdoba, D., & Rodríguez Mejía, J. (2023). Evaluación Hidráulica y Propuesta de Rediseño de las Unidades de Mezcla Rápida y Floculación de la Planta de Tratamiento de Agua Potable (PTAP) de Nero. Cuenca, Ecuador: Facultad de Ingeniería, Universidad de Cuenca.

Hernández, J., & Parra, A. (2020). Parámetros físicos del agua y su impacto en la potabilización. *Revista Colombiana de Agua y Salud*, 12(1), 22-34.

Krasner, S. W., Weinberg, H. S., Richardson, S. D., Pastor, S. J., Chinn, R., Scrimanti, M. J., Onstad, G. D., & Thurston, A. D. (2006). Occurrence of a new generation of disinfection byproducts. *Environmental Science & Technology*, 40(23), 7175–7185.

LeChevallier, M. W., & Au, K. K. (2004). *Water Treatment and Pathogen Control: Process Efficiency in Achieving Safe Drinking Water*. World Health Organization.

López, R., Gutiérrez, A., & Navarro, J. (2019). Presencia de metales en agua y riesgos para la salud humana. *Ciencia y Medio Ambiente*, 25(3), 113-124.

Ministerio de la Protección Social & Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial. (2007). Resolución 2115 de 2007: Por la cual se señalan características, instrumentos básicos y frecuencias del sistema de control y vigilancia para la calidad del agua para consumo humano. *Diario Oficial de Colombia*.

Organización Mundial de la Salud (OMS). (2017). *Guidelines for drinking-water quality* (4th ed.). Geneva: WHO.

Organización Mundial para la Salud. (13 de Septiembre de 2023). Agua para consumo humano. Obtenido de Organización Mundial para la Salud: <https://www.who.int/es/news-room/fact-sheets/detail/drinking-water>

Organización Panamericana de la Salud (OPS). (2019). Calidad del agua y salud pública: Lineamientos técnicos para las Américas. OPS.

Pan American Health Organization. (Octubre de 2023). Institutional Repository for Information Sharing. Obtenido de <https://iris.paho.org/handle/10665.2/49654?locale-attribute=es>

Payment, P., Richardson, L., Siemiatycki, J., Dewar, R., Edwardes, M., & Franco, E. (1991). A randomized trial to evaluate the risk of gastrointestinal disease due to consumption of drinking water. *American Journal of Epidemiology*, 134(11), 1273–1280.

Restrepo, H., Cárdenas, M., & Suárez, L. (2021). Minerales en agua y su relación con la salud y la potabilidad. *Revista de Salud Ambiental*, 14(2), 77-89.

Richardson, S. D., Plewa, M. J., Wagner, E. D., Schoeny, R., & DeMarini, D. M. (2007). Occurrence, genotoxicity, and carcinogenicity of regulated and emerging disinfection by-products in drinking water. *Mutation Research*, 636(1-3), 178–242.

Rodríguez, C., & Peña, S. (2018). Importancia de la alcalinidad y el pH en los sistemas de potabilización de agua. *Ingeniería Sanitaria y Ambiental*, 19(1), 55-64.

Rodríguez, M. J., Serodes, J., & Levallois, P. (2004). Behavior of trihalomethanes and haloacetic acids in a drinking water distribution system. *Water Research*, 38(20), 4367–4382.

- Romero, J., & Díaz, F. (2016). Dureza del agua y su impacto en procesos de potabilización. *Revista Ingeniería del Agua*, 7(1), 89-101.
- Sánchez Baque, J., & Román Ullauri, S. (2020). Diseño de una planta de tratamiento de aguas residuales industriales para una empresa para una Empresa Empacadora y Exportadora de Camarón en la Ciudad de Guayaquil. Guayaquil: Universidad Politécnica Salesiana.
- Torres, M., & Martínez, J. (2020). Demanda de cloro y eficiencia de desinfección en aguas con alta carga orgánica. *Revista de Ingeniería Sanitaria y Ambiental*.
- UNICEF. (18 de Junio de 2019). 1 de cada 3 personas en el mundo no tiene acceso a agua potable. Obtenido de UNICEF: <https://www.unicef.org/es/comunicados-prensa/1-de-cada-3-personas-en-el-mundo-no-tiene-acceso-a-agua-potable>
- UNICEF. (2021). Manual de desinfección del agua con tabletas cloradas en comunidades vulnerables. UNICEF.
- US EPA (Environmental Protection Agency). (2009). National Primary Drinking Water Regulations.
- Villanueva, C. M., Cantor, K. P., Grimalt, J. O., Malats, N., Silverman, D., Tardon, A., Garcia-Closas, R., Serra, C., Carrato, A., Castaño-Vinyals, G., Marcos, R., Rothman, N., Real, F. X., Dosemeci, M., & Kogevinas, M. (2004). Bladder cancer and exposure to water disinfection by-products through ingestion, bathing, showering, and swimming in pools. *American Journal of Epidemiology*, 165(2), 148–156.
- White, G. C. (2010). Handbook of chlorination and alternative disinfectants. Wiley.

WHO (World Health Organization). (2011). Guidelines for drinking-water quality (4th ed.).

Geneva: World Health Organization.


WHO (World Health Organization). (2017). Guidelines for drinking-water quality: chlorine

residuals. Geneva: World Health Organization.



ANEXOS

Anexo 1. Ficha técnica del producto

INFORMACIÓN DEL PRODUCTO			
Nombre Producto	Purificador de Agua	Marca	PURIFIC-TABS
Referencia	PT6	Clasificación Riesgo	No Aplica
Expediente / NSO	No Aplica	FV NSO	No Aplica
Descripción del Producto			
<p>Tabletas formuladas y especialmente diseñadas para potabilizar agua de cualquier fuente que no haya tenido tratamiento. Las tabletas están elaboradas con dicloro isocianurato de sodio (NaDCC) potente desinfectante aprobado por la FDA y la EPA, genera Ácido Hipocloroso molécula con alta estabilidad y eficiencia, las tableta no generan sabores diferentes al agua pura, son de rápida acción y amplio espectro de actividad contra microorganismos, bacterias, esporas, hongos y virus que provocan enfermedades graves como la diarrea, la disentería, la hepatitis entre otros.</p>			
Indicaciones de Uso		Precauciones	
<p>Potabiliza agua que no esté turbia de ríos, lluvias y pozos o nacimientos de agua. 1 tableta rinde de 3-5 litros. 30 tabletas rinden de 90 a 150 litros agua tratada.</p>		<p>1. No mezclarla con otras sustancias químicas, en caso de contacto con los ojos aplicar chorro de agua por 5 min. Si persiste la irritación acuda al médico con la Hoja de Seguridad. 2. Mantenga fuera del alcance de los niños y animales. 3. No Ingerir</p>	
Almacenamiento	Mantenga el empaque/envase cerrado. Almacenar a temperatura ambiente, no almacenar con disolventes, compuestos ácidos, cáusticos, no almacenar en ambientes húmedos. No lo exponga directamente a los rayos del sol.		
Vida Útil	2 años		
Empaque	Presentación: Envase x 30 tabletas		
CARACTERÍSTICAS DEL PRODUCTO			
Imagen del Producto	Propiedades Físico - Químicas		
	Apariencia tableta:	Tableta Blanca	
	Apariencia disuelta:	Neutro	
	Olor:	Neutro	
	Solubilidad en agua:	Total	
	PH (disuelta en agua):	6.5 +/- 0.5	
	Forma:	Redonda	
INSTRUCCIONES DE USO			
<p>1. Adicionar 1 tableta por cada 3 a 5 litros de agua a potabilizar. 2. Esperar 30 minutos. 3. Agitar el agua antes de ingerir. 4. Consumir el agua potabilizada.</p>			
COMPOSICIÓN			
Troclosoeno sódico, dihidrato		Ácido Adípico	Bicarbonato de Sodio

Nota: ficha técnica de las tabletas, 2025

Anexo 2. Caracterización inicial

www.unicesar.edu.co

Teléfono conmutador PBX: (+57 605 588 5592)

Balneario Hurtado, Vía a Patillal

Valledupar – Cesar, Colombia



Laboratorio Ambiental y de Alimentos
Nancy Flórez García
Confiable a toda prueba



COD: RO-104 Ver:14 del 08 de Marzo de 2024

INFORME DE ENSAYOS
N° 108773

INFORMACIÓN DEL CLIENTE

EMPRESA : SHARON AHUMADA SANMARTIN
DIRECCIÓN : CASIMIRO
CONTACTO : SHARON AHUMADA SANMARTIN
CARGO : PARTICULAR

NIT : 1001870871
CIUDAD : VALLEDUPAR
TELÉFONO : 3103284618

LUGAR DE MUESTREO : UBALDINE
PUNTO DE MUESTREO : VIVIENDA
TIPO DE MUESTRA : SIMPLE
PLAN DE MUESTREO : N.S
PROC DE MUESTREO : N.S

CÓDIGO : 2504142116
LOTE : N.A
REGISTRO INVIMA : N.A

MUESTREO : 2025/04/25
RECEPCIÓN : 2025/04/25
INICIO ENSAYOS : 2025/04/25
FINAL ENSAYOS : 2025/05/12
INFORME : 2025/05/12

Fisicoquímico

ANÁLISIS	MÉTODO - TÉCNICA	LCM	FECHA ANÁLISIS	ESPECIFICACIÓN	RESULTADO	INCERTIDUMBRE DEL ENSAYO	CUMPLIMIENTO
Alcalinidad mg CaCO ₃ /L a pH 4,4 (A)	SM 2320 B - Volumétrica	0,500	2025/04/25	200	16,1	0,013	CUMPLE
Aluminio total mg Al/L (A)	SM 3030 K, 23rd ed 2017;EPA 6010 D, Rev 5 Julio 2018 - Espectroscopía de Emisión	0,1	2025/05/03	0,2	0,17	0,016	CUMPLE
Calcio Total mg Ca/L (A)	SM 3030 K, 23rd ed 2017;EPA 6010 D, Rev 5 Julio 2018 - Espectroscopía de Emisión	1	2025/05/03	60	3,11	0,414	CUMPLE
Cloro Libre Residual mg Cl ₂ /L	HACH DPD - Fotométrico	-	2025/04/25	0,3-2,0	0,02	-	NO CUMPLE
Cloruro mg Cl/L (A)	SM 4500-Cl B - Volumétrica	2,00	2025/04/30	250	<2,00	-	CUMPLE
Color Verdadero UC (A)	SM 2120 C - Fotométrico	5	2025/04/25	N.R.	24,4	0,51	NO APLICA
Dureza Calcica mg CaCO ₃ /L (A)	SM 3500-Ca B - Volumétrico - EDTA	1	2025/05/10	N.R.	25,5	0,038	NO APLICA
Magnesio Total mg Mg/L (A)	SM 3030 K, 23rd ed 2017;EPA 6010 D, Rev 5 Julio 2018 - Espectroscopía de Emisión	1	2025/05/03	36	1,20	0,14	CUMPLE
Olor	Organoléptico - Organoléptico	-	2025/04/25	VER NOTAS	Característico	-	VER NOTAS
pH a temperatura (20,0 °C)	SM 4500-H+ B - Electrométrico	-	2025/04/25	6,5-9,0	7,03	-	CUMPLE
Sabor	Organoléptico - Organoléptico	-	2025/04/25	VER NOTAS	Característico	-	VER NOTAS
Temperatura °C	SM 2550 B - Electrométrico	-	2025/04/25	N.R.	20,0	-	NO APLICA
Turbidez NTU (A)	SM 2130 B - Nefelométrico	0,5	2025/04/25	2	1,50	0,005	CUMPLE

Microbiológico

ANÁLISIS	MÉTODO - TÉCNICA	LCM	FECHA ANÁLISIS	ESPECIFICACIÓN	RESULTADO	INCERTIDUMBRE DEL ENSAYO	CUMPLIMIENTO
Coliformes totales NMP/100 mL (A)	SM 9223 B - Sustrato enzimático multicelda	1	2025/04/25	0	2419,6x10 ⁻¹	2758	NO CUMPLE
Escherichia coli NMP/100 mL (A)	SM 9223 B - Sustrato enzimático multicelda	1	2025/04/25	0	6,2x10 ⁻¹	6,57	NO CUMPLE

Especificación: RESOLUCIÓN 2115/07 CALIDAD DE AGUA PARA CONSUMO HUMANO (MINISTERIO DE LA PROTECCIÓN SOCIAL, DE AMBIENTE, VIVIENDA Y DESARROLLO TERRITORIAL)

NOTA :



Anexo 4. Caracterización inicial de trihalometanos



Laboratorio Ambiental y de Alimentos
Nancy Flórez García
Confiable a toda prueba



LABORATORIO ACREDITADO
NIT: 900782-1-0124
Expiración: 12/09/2024
Renovación: 03/15/16-2024

COD: RO-104 Ver:16 del 18 de febrero del 2026.

INFORME DE ENSAYOS
N° 128725

INFORMACIÓN DEL CLIENTE

EMPRESA : SHARON AHUMADA SANMARTIN
DIRECCIÓN : CASIMIRO
CONTACTO : SHARON AHUMADA SANMARTIN
CARGO : PARTICULAR

NIT : 1001870871
CIUDAD : VALLEDUPAR
TELÉFONO : 3103284618

INFORMACIÓN DE LA MUESTRA

NOMBRE : AGUA SUPERFICIAL
LUGAR DE MUESTREO : GUACOCHÉ
PUNTO DE MUESTREO : P. SALUD 1
TIPO DE MUESTRA : SIMPLE
PLAN DE MUESTREO : N.S
PROC DE MUESTREO : N.S

HORA MUESTRA : 15:10
MUESTREO : 2026/03/25
RECEPCIÓN : 2026/03/25
INICIO ENSAYOS : 2026/03/31
FINAL ENSAYOS : 2026/04/14
INFORME : 2026/04/15

CÓDIGO : 2603161816
LOTE : N.A
REGISTRO INVIMA : N.A

Fisicoquímico					
ANÁLISIS	MÉTODO - TÉCNICA	LCM	FECHA ANÁLISIS	RESULTADO	INCERTIDUMBRE DEL ENSAYO
Compuestos Orgánicos Volátiles - Trihalometanos: Bromodiclorometano (µg/L Compuesto/L) (A)	EPA 5021 A, EPA 8021 B - Cromatografía de Gases	5	2026/03/31	<5	-
Compuestos Orgánicos Volátiles - Trihalometanos: Bromoformo (µg Compuesto/L) (A)	EPA 5021 A, EPA 8021 B - Cromatografía de Gases	5	2026/03/31	<5	-
Compuestos Orgánicos Volátiles - Trihalometanos: Cloroformo (µg Compuesto/L) (A)	EPA 5021 A, EPA 8021 B - Cromatografía de Gases	5	2026/03/31	<5	-
Compuestos Orgánicos Volátiles - Trihalometanos: Dibromodiclorometano (µg Compuesto/L) (A)	EPA 5021 A, EPA 8021 B - Cromatografía de Gases	5	2026/03/31	<5	-

NOTA :
La muestra a la que se refieren los resultados que figuran en este informe de ensayos, excepto la fecha de recepción, fecha de inicio de ensayo, fecha final de ensayos y fecha de informe han sido proporcionados por el cliente o un tercero de conformidad con las directrices del cliente. En consecuencia, los datos que figuran en el informe no constituyen una garantía de la representatividad de la muestra y por tanto se refieren única y exclusivamente a dicha muestra. El Laboratorio no es responsable del origen o la fuente de dónde ha sido extraída la muestra.

INFORMACIÓN DEL CLIENTE

EMPRESA : SHARON AHUMADA SANMARTIN
DIRECCIÓN : CASIMIRO
CONTACTO : SHARON AHUMADA SANMARTIN
CARGO : PARTICULAR

NIT : 1001870871
CIUDAD : VALLEDUPAR
TELÉFONO : 3103284618

INFORMACIÓN DE LA MUESTRA

NOMBRE : AGUA SUPERFICIAL
LUGAR DE MUESTREO : GUACOCHÉ
PUNTO DE MUESTREO : P. SALUD 1
TIPO DE MUESTRA : SIMPLE
PLAN DE MUESTREO : N.S
PROC DE MUESTREO : N.S

HORA MUESTRA : 15:10
MUESTREO : 2026/03/25
RECEPCIÓN : 2026/03/25
INICIO ENSAYOS : 2026/03/31
FINAL ENSAYOS : 2026/04/14
INFORME : 2026/04/15

CÓDIGO : 2603161816
LOTE : N.A
REGISTRO INVIMA : N.A



JUAN SEBASTIAN REINA
PQ-9496
Coordinador Técnico



YORLENIS FRAGOZO
Jefe de Informes

Fin de Informe



Anexo 5. Caracterización final de trihalometanos



Laboratorio Ambiental y de Alimentos
Nancy Flórez García
Confiable a toda prueba



LABORATORIO ACREDITADO
N° 450/TEC 47025
Resolución 1248 de 2004
Resolución 03-75 de 2003

COD: RO-104 Ver:16 del 18 de febrero del 2026.

INFORME DE ENSAYOS
N° 128726

INFORMACIÓN DEL CLIENTE

EMPRESA : SHARON AHUMADA SANMARTIN
DIRECCIÓN : CASIMIRO
CONTACTO : SHARON AHUMADA SANMARTIN
CARGO : PARTICULAR

NIT : 1001870871
CIUDAD : VALLEDUPAR
TELÉFONO : 3103284618

INFORMACIÓN DE LA MUESTRA

NOMBRE : AGUA SUPERFICIAL
LUGAR DE MUESTREO : GUACÓCHE
PUNTO DE MUESTREO : P. SALUD 2
TIPO DE MUESTRA : SIMPLE
PLAN DE MUESTREO : N.S
PROC DE MUESTREO : N.S

HORA MUESTRA : 15:40
MUESTREO : 2026/03/25
RECEPCIÓN : 2026/03/25
INICIO ENSAYOS : 2026/03/31
FINAL ENSAYOS : 2026/04/14
INFORME : 2026/04/15

CÓDIGO : 2603161817
LOTE : N.A
REGISTRO INVIMA : N.A

Fisicoquímico					
ANÁLISIS	MÉTODO - TÉCNICA	LCM	FECHA ANÁLISIS	RESULTADO	INCERTIDUMBRE DEL ENSAYO
Compuestos Orgánicos Volátiles - Trihalometanos: Bromodiclorometano (µg/L Compuesto/L) (A)	EPA 5021 A, EPA 8021 B - Cromatografía de Gases	5	2026/03/31	<5	-
Compuestos Orgánicos Volátiles - Trihalometanos: Bromoformo (µg Compuesto/L) (A)	EPA 5021 A, EPA 8021 B - Cromatografía de Gases	5	2026/03/31	<5	-
Compuestos Orgánicos Volátiles - Trihalometanos: Cloroformo (µg Compuesto/L) (A)	EPA 5021 A, EPA 8021 B - Cromatografía de Gases	5	2026/03/31	41,0593	0,464
Compuestos Orgánicos Volátiles - Trihalometanos: Dibromodiclorometano (µg Compuesto/L) (A)	EPA 5021 A, EPA 8021 B - Cromatografía de Gases	5	2026/03/31	<5	-

NOTA :
La muestra a la que se refieren los resultados que figuran en este informe de ensayos, excepto la fecha de recepción, fecha de inicio de ensayo, fecha final de ensayos y fecha de informe han sido proporcionados por el cliente o un tercero de conformidad con las directrices del cliente. En consecuencia, los datos que figuran en el informe no constituyen una garantía de la representatividad de la muestra y por tanto se refieren única y exclusivamente a dicha muestra. El Laboratorio no es responsable del origen o la fuente de dónde ha sido extraída la muestra.

COD: RO-104 Ver:16 del 18 de febrero del 2026.

INFORME DE ENSAYOS
N° 128726



INFORMACIÓN DEL CLIENTE

EMPRESA : SHARON AHUMADA SANMARTIN
DIRECCIÓN : CASIMIRO
CONTACTO : SHARON AHUMADA SANMARTIN
CARGO : PARTICULAR

NIT : 1001870871
CIUDAD : VALLEDUPAR
TELÉFONO : 3103284618

INFORMACIÓN DE LA MUESTRA

NOMBRE : AGUA SUPERFICIAL
LUGAR DE MUESTREO : GUACÓCHE
PUNTO DE MUESTREO : P. SALUD 2
TIPO DE MUESTRA : SIMPLE
PLAN DE MUESTREO : N.S
PROC DE MUESTREO : N.S

HORA MUESTRA : 15:40
MUESTREO : 2026/03/25
RECEPCIÓN : 2026/03/25
INICIO ENSAYOS : 2026/03/31
FINAL ENSAYOS : 2026/04/14
INFORME : 2026/04/15

CÓDIGO : 2603161817
LOTE : N.A
REGISTRO INVIMA : N.A

Autorizó Informe de Ensayos



JUAN SEBASTIAN REINA
PQ-9496
Coordinador Técnico



YORLENIS FRAGOZO
Jefe de Informes

Fin de Informe



Anexo 3. Caracterización final

Fisicoquímico							
ANÁLISIS	MÉTODO - TÉCNICA	LCM	FECHA ANÁLISIS	ESPECIFICACIÓN	RESULTADO	INCERTIDUMBRE DEL ENSAYO	CUMPLIMIENTO
Cloro Libre Residual mg Cl ₂ /L	HACH DPD - Fotométrico		2025/04/25	0,3-2,0	0,01	-	NO CUMPLE
Determinación de Alcalinidad Total mg CaCO ₃ /L a pH 4,49	SM 2320 B - Volumetría	0,5	2025/04/25	200	30,0	-	CUMPLE
Determinación de Aluminio Total mg Al/L	SM 3030 K, 24ª edición, 2023; EPA 6010 D, revisión 5, julio de 2018. - Espectroscopía de Emisión	0,1	2025/05/02	0,2	<0,1	-	CUMPLE
Determinación de Calcio Total mg Ca/L	SM 3030 K, 24ª edición, 2023; EPA 6010 D, revisión 5, julio de 2018. - Espectroscopía de Emisión	1	2025/05/02	60	2,95	-	CUMPLE
Determinación de Cloruros mg Cl/L	SM 4500-Cl B - Volumetría	2,00	2025/05/07	250	4,78	-	CUMPLE
Determinación de Color Aparente UPC a pH 6,95	SM 2120 B - Comparación visual	5	2025/04/25	15	15,0	-	CUMPLE
Determinación de Dureza Calcica mg CaCO ₃ /L	SM 3500-Ca B - Volumétrico - EDTA	0,5	2025/05/10	N.R.	7,68	-	NO APLICA
Determinación de Magnesio Total mg Mg/L	SM 3030 K, 24ª edición, 2023; EPA 6010 D, revisión 5, julio de 2018. - Espectroscopía de Emisión	1	2025/05/02	36	1,00	-	CUMPLE
Determinación de Turbidez NTU	SM 2130 B - Nefelométrico	0,5	2025/04/25	2	2,90	-	NO CUMPLE
Olor y Sabor	Organoléptico - Organoléptico		2025/04/25	Aceptable	Aceptable	-	CUMPLE
pH a temperatura (26,9 °C)	SM 4500-H+ B - Electrométrico	-	2025/04/25	6,5-9,0	7,05	-	CUMPLE
Temperatura °C	SM 2550 B - Electrométrico	-	2025/04/25	N.R.	26,9	-	NO APLICA
Microbiológico							
ANÁLISIS	MÉTODO - TÉCNICA	LCM	FECHA ANÁLISIS	ESPECIFICACIÓN	RESULTADO	INCERTIDUMBRE DEL ENSAYO	CUMPLIMIENTO
Recuento de Coliformes totales UFC/100mL	ISO 9308-1 - Filtración por Membrana	1	2025/04/25	0	<1	-	CUMPLE
Recuento de Escherichia coli UFC/100mL	ISO 9308-1 - Filtración por Membrana	1	2025/04/25	0	<1	-	CUMPLE

Especificación: RESOLUCIÓN 2115/07 CALIDAD DE AGUA PARA CONSUMO HUMANO (MINISTERIO DE LA PROTECCIÓN SOCIAL, DE AMBIENTE, VIVIENDA Y DESARROLLO TERRITORIAL)

NOTA :



Anexo 6. Evidencia de aplicación de Purific Tabs

