

IDENTIFICACIÓN DE CAUSAS QUE INCIDEN SOBRE LA CALIDAD DEL AGUA DE LA QUEBRADA TOBALES, DUITAMA

IDENTIFICACIÓN DE CAUSAS QUE INCIDEN SOBRE LA CALIDAD DEL AGUA DE LA QUEBRADA TOBALES, DUITAMA

Becerra Becerra, Erika Lorena¹; Cifuentes López, Jessica Lorena², González Rodríguez, Angélica Vanessa³;

¹Universidad Antonio Nariño, Colombia, ebecerra84@uan.edu.co

²Universidad Antonio Nariño, Colombia, jcifuentes58@uan.edu.co

³Universidad Antonio Nariño, Colombia, anggonzalez03@uan.edu.co

Resumen: La quebrada Los Tobales fuente de abastecimiento del acueducto rural vereda la Florida en el Municipio Duitama, es susceptible a agentes contaminantes, que pueden afectar de manera significativa las características fisicoquímicas y microbiológicas del agua. Identificar y evaluar los impactos que inciden sobre la calidad del agua en la quebrada a través de análisis físico - químico y microbiológicos, permitirá establecer un patrón de las condiciones actuales de la quebrada, en cuanto a la calidad del agua antes y después de su tratamiento, además, propiciará las acciones necesarias para prevenir mitigar, corregir los efectos de estos impactos que modifican su estado, con el objetivo de que se apta para consumo humano. Se logro evidenciar luego de los análisis realizados que la calidad del agua de la quebrada Tobales, no es apta para consumo humano y una vez tratada, la misma no cumple con los parámetros establecidos por la Resolución 2115 de 2007, en cuanto a su calidad para consumo.

Palabras claves: Impacto, fuente hídrica, tratamiento, calidad del agua.

Abstract: The Los Tobales stream, source of supply for the rural aqueduct in Vereda Florida in the Duitama Municipality, is susceptible to polluting agents, which can significantly affect the physicochemical and microbiological characteristics of the water. Identifying and evaluating the impacts that affect the quality of the water in the creek through physical-chemical and microbiological analysis, will allow establishing a pattern of the current conditions of the creek, in terms of water quality before and after its treatment. In addition, it will promote the necessary actions to prevent, mitigate, correct the effects of these impacts that modify its state, with the aim of making it suitable for human consumption. It was possible to demonstrate after the analyzes carried out that the quality of the water of the Tobales stream is not suitable for human consumption and once treated, it does not comply with the parameters established by Resolution 2115 of 2007 in terms of its quality for consumption.

Key words: Impact, watersource, treatment, water quality

INTRODUCCIÓN

El departamento de Boyacá depende en gran medida del sector agropecuario, actividad que sumada al consumo doméstico representa un extenso requerimiento hídrico. Una mala calidad del este recurso genera un fuerte impacto en la calidad de vida de los habitantes y para la economía y seguridad alimentaria de todo el país (Cámara de Comercio de Duitama, 2020).

García et ál., (2018) manifiesta que un alto porcentaje de los municipios en Colombia no reportan la calidad de agua que están suministrando en la zona rural, lo que probablemente implique que no se esté tomando ningún tipo de medida para mejorar las condiciones de potabilidad del agua para esta población.

El prestador del servicio de suministro de agua para consumo humano y las autoridades sanitarias y ambientales, encargadas de vigilar y controlar dicha actividad, se encuentran en la obligación de elaborar los mapas de riesgo de acuerdo a características y necesidades propias de cada fuente y sistema de abastecimiento (Ministerio De La Protección Social, Resolución 4716 de 2010).

Entendiéndose que, para el consumo humano y el desarrollo de todas las actividades, se evidencia una gran problemática como lo es falta de información, relacionada con las condiciones del agua sobre todo en las zonas en donde no hay prestación del servicio público de acueducto o alcantarillado o intervención continua por parte del gobierno, hállese de municipios o veredas geográficamente aisladas, de difícil acceso (Rojas et ál.,2021).

Partiendo de esta condición, la presente investigación, se enmarca en el levantamiento de información sobre la calidad del agua de la quebrada Tobales, fuente abastecedora del acueducto La Florida y de las comunidades adyacentes para sus actividades de desarrollo económico y social en una de las zonas rurales del Municipio Duitama. (Empoduitama. 2017)

Mediante análisis físico - químico y aplicando el protocolo de evaluación visual, se espera obtener una información base para conocer las condiciones actuales de la calidad de agua de la quebrada Tobales, verificar las condiciones actuales del acueducto como tratamiento de las aguas, y determinar los principales impactos que podrían estar afectando la calidad del agua de la quebrada antes y después de su tratamiento son las conclusiones a los que se pretender llegar con la presente investigación. (Romero, 2018)

Adicionalmente la información recabada será fuente inicial para cubrir el déficit de información que se tiene con respecto a esta microcuenca, que a pesar de su tamaño cumple un rol muy importante dentro del municipio, al surtir de agua a una comunidad que necesita de este vital líquido para sus actividades económicas y sociales; de igual forma permitirá que se tomen las medidas necesarias por parte de las autoridades y entes responsables para mejorar las condiciones de potabilidad del agua, logrando enfocar planes y programas a nivel del municipio en este sentido. (González, 2023)

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

Millones de personas en todo el mundo no tienen acceso a servicios de agua potable gestionados de manera segura, en tanto que otra gran cantidad no cuenta con servicios de saneamiento seguros; además de carecer de instalaciones básicas para sus servicios. Según datos oficiales, sólo el 0.007% del agua existente en la Tierra, es potable y esa cantidad se reduce progresivamente por culpa de la contaminación (Organización Mundial de la Salud de las Naciones Unidas (OMS, 2017).

El agua es esencial para la vida humana, pero no toda el agua es segura para el consumo. El agua puede contener contaminantes físicos, químicos y microbiológicos que pueden causar enfermedades y problemas de salud en las personas que la consumen; por lo tanto, es importante caracterizar el agua para determinar su calidad y asegurar que sea apta para el consumo humano. La variedad de contaminantes que puede contener el agua difiere en cada lugar, incluso algunos pueden ser perjudiciales para la salud humana; estos contaminantes pueden incluir productos químicos, bacterias, virus y otros microorganismos, metales pesados y hasta elementos radiactivos. Por tal motivo, la caracterización del agua es esencial para identificar estos contaminantes y evaluar los riesgos para la salud asociados a su consumo (Romero et ál., 2018).

Uno de los principales problemas radica en que muchas comunidades y países no tienen acceso a tecnologías, ni recursos adecuados para caracterizar el agua y evaluar su calidad de manera efectiva. Además, la falta de regulaciones y políticas adecuadas para garantizar la calidad del agua también puede ser un obstáculo para garantizar el acceso a agua limpia y apta para el consumo humano (ONU, 2015).

Si esta situación no se aborda adecuadamente, la falta de caracterización del agua puede tener graves consecuencias para la salud pública, incluyendo la propagación de enfermedades y la exposición a contaminantes peligrosos. Por lo tanto, es esencial afrontar este problema y asegurarnos de que todas las comunidades tengan acceso a agua segura y de alta calidad (Romero et ál., 2018).

El acceso al agua potable actualmente es considerado uno de los retos de mayor interés a nivel mundial (Moreno et ál., 2015), convirtiéndose en un problema importante para millones de personas. En países subdesarrollados, gran parte de los desechos industriales son descargados sin tratamiento alguno a los cuerpos de agua, contaminando así el recurso hídrico disponible, en tanto que los países desarrollados producen enormes cantidades de desechos peligrosos, que afectan los ecosistemas como el agua y el aire deteriorándolos de forma irreversible. También se estima que, en muchos países desarrollados, la falta de agua en los hogares está asociada a sistemas de abastecimiento muy viejos e ineficientes. Para el caso de los países en vía de desarrollo, el problema está relacionado con la inexistencia del alcantarillado y tuberías para el suministro de agua potable, donde el 75 % del agua residual es descargada directamente a los ríos, lagos y océanos sin el debido tratamiento, lo que conlleva a la degradación de los ecosistemas y aumentando el desequilibrio ecológico y escasez del recurso hídrico (Moreno et ál., 2015).

El agua contaminada y la falta de tratamiento están directamente relacionados con la generación y transmisión de enfermedades como: la disentería, Hepatitis A, cólera, y la poliomielitis. La falta de agua tratada es la causa de muerte de más de 2 millones de niños por año, debido a estas enfermedades; por todas estas razones, el conocimiento de la calidad del agua es fundamental, y con más razón, de aquella destinada al consumo humano (Castellanos et ál., 1997).

La búsqueda de soluciones a estos problemas implica algunas acciones que van desde la actualización de las leyes, hasta el cambio en la manera de pensar y actuar de todos los sectores de la sociedad, en cuanto al uso racional y consumo consciente del agua. Permitir acceso a agua apta para consumo humano a la mayoría de la población, es un factor determinante para la salud pública, el medio ambiente y la calidad de vida de las personas; sin embargo puede verse afectado por la contaminación de los cuerpos de agua permanente o momentáneamente debido a actividades antrópicas o naturales.

Colombia no escapa a esta terrible realidad, donde la mala calidad del agua en algunas regiones, genera problemas bastante importantes a nivel nacional, debido a que de esta se derivan otras consecuencias, principalmente relacionadas con la salud de la población. Lo anterior, se debe en algunos casos a un déficit de información relacionada con las propiedades físicas, químicas y

microbiológicas del agua, que permita caracterizar su condición y atender las deficiencias en donde se necesario por parte de los entes gubernamentales (Zambrano et ál., 2019).

La caracterización del agua es importante para garantizar que los países y en general comunidades cumplan con las regulaciones y políticas establecidas para asegurar el acceso a agua potable de alta calidad. Al evaluar la calidad del agua y dar cumplimiento a estos estándares establecidos, se puede responder de forma eficiente a la necesidad de acceder a agua limpia y potable con alto grado de calidad (ONU, 2015).

La quebrada Los Tobales, fuente de abastecimiento del acueducto rural vereda La Florida, en el municipio de Duitama, es susceptible a agentes contaminantes, que pueden afectar de manera significativa las características fisicoquímicas y microbiológicas del agua. Un análisis evaluativo de los impactos generados en la cuenca de esta quebrada permitirá elaborar un estudio de la calidad de agua para consumo humano, a partir de esto, se logrará establecer los riesgos asociados a las condiciones de calidad de la cuenca (Amaya y Bermúdez, 2021).

De allí, surge la pregunta de investigación: **¿Cuáles son los principales impactos sobre la quebrada Los Tobales de la vereda La Florida, en el municipio de Duitama que afectan la calidad de sus aguas?**

JUSTIFICACIÓN

En Colombia, un alto porcentaje de habitantes utiliza el agua con bajo tratamiento y/o agua cruda que viene directamente de las fuentes, afectando su condición de vida, y generando posibles eventos de morbimortalidad por contaminación del agua. Esto puede ser el reflejo de las fallas que existen en el manejo de recursos vitales para la población; y para ello, se hace necesario implementar sistemas para el control de la calidad del agua, que permitan, prevenir, monitorear y controlar los riesgos que afectan la salud de las personas ocasionados por su consumo, tal como lo establece el Decreto 1575 de 2007.

Entre las herramientas que existen para lograr estos objetivos se encuentra el Índice de Riesgos de la Calidad del Agua-IRCA-, que indica la magnitud del riesgo por la incidencia de enfermedades, producidas por el agua para consumo humano, que no cumple con las propiedades físicas, químicas y microbiológicas establecidas. (Ayala Hernández y Gutiérrez Tuta, 2016).

Garantizar el acceso al agua limpia, con el fin de optimizar la salud de las personas y disminuir la generación de enfermedades, es uno de los fundamentos que establece los Objetivos de Desarrollo del Milenio, que promueve las Naciones Unidas, en la que se propone disminuir significativamente la proporción de personas sin acceso al agua limpia (ONU,2015).

Dentro de los Objetivos de Desarrollo Sostenible establecidos por las Naciones Unidas se destaca el objetivo N.º6, considerando las metas al 2030, el cual tiene como premisa; “alcanzar la disponibilidad universal y equitativa, al vital líquido potable a un costo factible para todos; obtener servicios de saneamiento e higiene de forma equitativa que permitan mejorar la condición del agua, disminuyendo la contaminación, erradicando los vertidos y evitando la emanación de productos químicos y materiales peligrosos, minimizando la proporción de aguas residuales que no son tratadas e incrementando el reciclado y el reúso de estas, a nivel mundial (Organización de las Naciones Unidas, 2022).

Los Mapas de Riesgo de Calidad de Agua son la herramienta que establece las medidas de supervisión monitoreo y regulación del peligro relacionado con las condiciones de calidad de las áreas que proveen

agua para el suministro destinado al consumo humano, las características físicas, químicas y microbiológicas de las fuentes de agua superficiales o subterráneas de un lugar, que ocasionan altos riesgos a la salud, si no son tratadas de forma correcta, sin importar si estas proceden de una contaminación de eventos antrópicos o naturales (Secretaria De Salud de Boyacá, 2011).

Con la consecución del presente proyecto, se lograr identificar impactos y vulnerabilidades de la fuente abastecedora quebrada Los Tobales, vereda La Florida en el Municipio de Duitama; y a su vez, determinar el índice de Riesgos de la Calidad del Agua -IRCA- relacionado con la calidad del agua que actualmente presenta esta fuente hídrica, aportando de esta forma un instrumento para el análisis por parte de la Autoridad Ambiental con competencia para el seguimiento, control de las fuentes de agua que son usadas para las actividades económicas y sociales de las comunidades adyacentes a esta fuente de agua, en este municipio.

De igual modo se estima divulgar los resultados de los análisis físico-químicos y biológicos del agua de la quebrada, a los habitantes de la vereda La Florida. Así como también presentar a la autoridad ambiental información actualizada como base para para mantener o mejorar las condiciones del manejo y uso de la fuente hídrica estudiada.

ESTADO DEL ARTE

La Organización Mundial de la Salud (OMS) define el agua contaminada como aquella que sufre cambios en su composición hasta quedar inservible. Es decir, es agua tóxica que no se puede ni beber, ni destinar a actividades esenciales como la agricultura, además de una fuente de insalubridad (OMS, 2015). Este fenómeno ambiental vio sus inicios en los primeros intentos de industrialización, para transformarse en un problema generalizado, a partir de la revolución industrial, iniciada a comienzos del siglo XIX. El profesor Russell Adams, del Departamento de Antropología de la Universidad de Waterloo, y sus colegas encontraron en un lecho de río seco en la región de Wadi Faynan, al sur de Jordania, pruebas de contaminación temprana causada por la combustión del cobre. (Taborad D, Zúñiga W, Zambrano V, 2016)

El aumento de los problemas de salud que existen en Colombia debido al agua contaminada y su consumo, es una problemática que reflejan la deficiencia en la planeación y supervisión de las fuentes de suministro (Organización de las Naciones Unidas [ONU], 2015). La vigilancia de las fuentes hídricas es un elemento fundamental para el medio ambiente y la calidad de vida de las personas, de tal forma que el monitoreo continuo sobre las fuentes hídricas permite la disminución de enfermedades, existiendo una cercana relación entre la condición actual del servicio público y las condiciones de salud de la población.

En Colombia, se logró que en el año 2016 el 91% de la población tuviera acceso a agua de una fuente mejorada, cumpliendo así con el número 7 de los Objetivos del Desarrollo del Milenio; Sin embargo, en las zonas rurales solo el 73,8% de las personas contaban con una fuente protegida de contaminación fecal, lo que muestra una gran desigualdad en el acceso al agua potable entre zonas urbanas y rurales (Carrasco, 2016)

La contaminación microbiológica es el mayor riesgo para la salud asociado al consumo de agua, ya que se ha detectado en el 60% de los acueductos rurales de Boyacá, lo que aumenta el riesgo de enfermedades infecciosas causadas por el consumo de agua no segura. Para mejorar esta situación, es necesario construir infraestructuras adecuadas para el suministro de agua y educar a la población sobre la importancia del consumo de agua segura, además de monitorear constantemente la calidad del agua en las fuentes de abastecimiento para prevenir riesgos en la salud pública (Taborad D, Zúñiga W, Zambrano V, 2016)

En Empoduitama (empresa de acueducto y alcantarillado del municipio) no existe un estudio detallado de alcantarillado, para el sector rural, a excepción de la información de las Veredas Tocogua, Trinidad e Higueras. El sistema de los pozos sépticos es usado en el 50% de la población rural, el resto está creando indirectamente un problema de contaminación al disponer los residuos líquidos al aire libre, que cuando llueve son arrastrados a quebradas y ríos deteriorando la calidad del agua. (Empoduitama. 2017)

Las acciones de monitoreo y control de la calidad de agua son enmarcadas en actividades de supervisión, vigilancia y control, con el objeto verificar la calidad de agua para consumo humano de las fuentes de suministros. Estas acciones están basadas en instrumentos que nos ayudan determinar los factores de riesgo que inciden sobre la salud del ser humano a causa de la ingesta de agua (Decreto 1575 de 2007).

Se ha realizado un análisis de los índices de riesgo de calidad del agua potable en Boyacá durante el periodo de 2016 a 2019. Este análisis comparó la variación de los índices a lo largo del tiempo y evaluó su relación con la ocurrencia de enfermedades transmitidas por el agua. Los resultados indican que muchos municipios de Boyacá presentan problemas físicos, químicos y microbiológicos en el agua potable, especialmente relacionados con la presencia de E. coli, coliformes totales, cloro residual y turbiedad. Estos problemas se encuentran en diferentes rangos de riesgo en diferentes municipios. (INCA, 2019).

En un estudio publicado en la revista EIA por Ramos y Pinilla (2020), se determinó que el suministro de agua no seguro en las áreas rurales de Boyacá, está relacionado con la falta de infraestructura de potabilización y el control inadecuado de la eficiencia de las unidades de potabilización. Estas variables están vinculadas con la contaminación microbiológica del agua que estas comunidades consumen.

Las estructuras de los acueductos veredales se han gestado con miras a lograr que todas las comunidades de las zonas rurales puedan acceder al recurso hídrico en las casas, prevaleciendo el derecho a agua de calidad (Barahona,2017). Los resultados de investigaciones recientes muestran el gran beneficio que han logrado las comunidades de las áreas rurales del municipio de Duitama, al poder contar con suministro de agua potable, resultado de la gestión de los acueductos veredales, gestionados por la misma comunidad (Figueredo et ál.,2020).

Según la referente para calidad de agua de consumo humano, Zipa (2020) indica que fue muy difícil el 2019 debido la situación vital para contener la enfermedad, razón por la cual se pudo evidenciar que en la zona urbana mejoró su calidad en muchos de los municipios. Sin embargo, en las zonas rurales el efecto fue totalmente contrario. (Sarmiento E, Yamile S, 2021)

El municipio de Duitama es una de las comunidades que cuenta con mayor incidencia de enfermedades diarreicas agudas, según lo reportado por el Instituto Nacional de Salud, en su documento “Relación de la calidad del agua de consumo humano con la incidencia de enfermedad diarreica aguda en Colombia 2017”, lo cual coincide con los reportes de Índice de Riesgos de la Calidad del Agua -IRCA- de alto riesgos e Inviabile Sanitariamente en las zonas rurales del departamento (Carvajal, 2020).

La misma autora concluye en su trabajos de “Evaluación de riesgos de la calidad de agua para consumo humano del municipio de Duitama mediante herramientas de sistema de información geográfica de la Universidad de Alcalá en 2020”, que el acueducto La Florida municipio Duitama, cuenta con una planta de tratamiento compacta que realiza coagulación/floculación, decantación, filtración y desinfección, sin embargo no dispone de la capacidad económica-operativa para realizar los procesos necesarios diarios para un óptimo tratamiento (Carvajal, 2020).

MARCO REFERENCIAL

La baja calidad del suministro de agua es un problema persistente en todo el mundo y puede tener consecuencias graves para la salud pública, el medio ambiente y la economía. La Organización Mundial de la Salud, ha establecido guías y planes para garantizar una óptima calidad del agua, desde las fuentes hasta las redes domiciliarias, Wáter Safety Plans. (ONU 2015)

Las principales causas del deterioro de la calidad del agua están asociadas a: (Secretaria de Salud Duitama, 2015)

1. La deforestación.
2. La contaminación de los cuerpos de agua por vertido de desechos líquidos y sólidos (aguas residuales domésticas, industriales, lixiviados, basuras).
3. La desinformación en cuanto al recurso hídrico y su adecuado uso.
4. El crecimiento de los urbanismos sobre zonas donde se ven afectadas por las rondas de las fuentes hídricas.
5. La desecación de humedales.
6. La falta de cultura en los habitantes referente a la protección del recurso hídrico.
7. El uso insostenible del agua limpia, determinado por el aumento en las pérdidas de agua (acueductos, riego e industrias).
8. Agricultura: la desmedida utilización de productos químicos como fertilizantes y pesticidas ocasionan contaminación del agua subterránea y superficial.
9. Cambio climático: Este fenómeno puede afectar la calidad del agua por incidencia en los patrones de la temperatura del agua.
10. Basura y desechos: la basura y demás desechos industriales contaminan los ríos, mares océanos y afectar la vida acuática.
11. Actividades humanas: El turismo, la pesca indiscriminada y la construcción sin planificación afectan considerablemente la vida de los ecosistemas acuáticos.

Es importante destacar que la baja calidad de este vital líquido puede originar problemas a la salud pública, el medio ambiente y la economía. Por tal motivo, es fundamental tomar medidas para prevenir y controlar la contaminación del agua y proteger los recursos hídricos (INCA, 2019).

En el año 2015 las Naciones Unidas consideraron una serie de objetivos como un llamamiento Universal para poner fin a la pobreza, proteger el planeta y establecer garantías para las personas de vivir en paz y prosperidad, se estableció como año para alcanzar dichos objetivos el 2030. (ONU, 2015)

El ODS N.º 3, Salud y Bienestar; propone mejorar la condición de todos los países, tomando en cuenta aquellos en desarrollo, con respecto a alerta temprana, disminución de los riesgos y acciones de riesgo para la salud a nivel nacional y mundial. La consecución de este objetivo se hará través de las siguientes acciones:

1.- Incrementar el financiamiento de salud, el desarrollo, la preparación del personal sanitario en los países en vías de desarrollo, haciendo énfasis en aquellos más pequeños y en los estados insulares en desarrollo (ONU, 2015).

2.- Mejorar la capacidad de todos los países, en particular los países en desarrollo, en cuanto a alerta temprana, gestión de los riesgos para la salud nacional y mundial y acciones para su disminución (ONU, 2015).

ODS N°6 Agua limpia y saneamiento; propone asegurar agua potable, asequible y universal por medio de inversiones en infraestructuras adecuadas, instalaciones sanitarias y fomentando las prácticas de higiene. Es decir, lograr el acceso al agua de manera equitativa a precios reducidos para todos, y permitir servicios de saneamiento e higiene óptimos y equitativos que mejoren la calidad del agua. Se busca lograr a través de metas fundamentales como son: (ONU, 2015)

1.- Mejorar las condiciones del agua disminuyendo su contaminación, reduciendo los vertidos y minimizando la generación de productos químicos y materiales peligrosos, reduciendo el porcentaje de aguas residuales sin tratar e incrementando el reciclaje y el reúso sin riesgos a nivel mundial (ONU, 2015)

2- Aumentar el uso sostenible de los recursos hídricos en todos los sectores y mejorar la eficiencia en la extracción y el abastecimiento de agua dulce con el fin de disminuir escasez de agua y a su vez el número de personas que sufren por la falta de la misma (ONU, 2015).

3.- De aquí a 2020, proteger y repoblar los ecosistemas relacionados con el agua, incluidos los bosques, las montañas, los humedales, los ríos, los acuíferos y los lagos (ONU, 2015).

El ODS N°12. Producción y Consumo Responsable; propone reducir la huella ecológica marcada por el consumo. Al ser la agricultura uno de los principales consumidores del agua dulce en el mundo (70%) disponible para consumo humano, se hace imperativo que se realicen cambios en los métodos de producción, reducción de los desechos, y crear cadenas de suministros eficientes que establezcan patrones sostenibles en cada país. (ONU, 2015)

1.- Mejorar la producción de los productos químicos y de los desechos en todo su ciclo de vida, de acuerdo a los convenios internacionales establecidos, y disminuir significativamente su salida a la atmósfera, el agua y el suelo a fin de reducir los efectos que afectan la salud humana y el medio ambiente. Que personas de todo el mundo tengan la información y los conocimientos pertinentes para el desarrollo sostenible y los estilos de vida en armonía con la naturaleza. (ONU, 2015)

3.- Contribuir con los países en desarrollo, para mejorar su capacidad científica y tecnológica con el fin de avanzar hacia acciones de producción consumos sostenibles (ONU, 2015)

ODS N°13. Acción por el Clima; sugiere fortalecer la capacidad de los países para adaptarse a los riesgos climáticos y desastres naturales, incluyendo medidas relacionadas con el cambio climático en las políticas nacionales y mejorando la educación y conciencia sobre la mitigación y adaptación al cambio climático y su impacto en el agua y el aire. Para conseguir esto propone las siguientes acciones:

1.- Mejorar la educación, sensibilizando a la población y su capacidad humana e institucional en la mitigación del cambio climático, disminución de sus efectos y de acciones de alerta temprana (ONU, 2015).

2.- Mejorar la resiliencia y la capacidad de adaptación a los riesgos vinculados con el clima y los desastres naturales en todos los países (ONU, 2015).

3.- Cumplir el compromiso de los países desarrollados que forman parte de Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático, en 2020 alcanzar el objetivo de promover y utilizar una cantidad de 100.000 millones de dólares anuales provenientes de todas las fuentes, con el fin de dar respuestas a las necesidades de los pueblos, aplicando medidas concretas de mitigación, y poner en funcionamiento el Fondo Verde para el Clima, lo antes posible (ONU, 2015)

Por lo antes expuesto, se puede evidenciar la imperiosa necesidad de los seres humanos en garantizar no solo el acceso al agua, sino también, agua óptima y con patrones de sostenibilidad para las grandes ciudades y para las áreas rurales o más vulnerables en cada país (Barahona J, 2017).

En el sector vereda La Florida, Municipio de Duitama, se encuentra el Acueducto La Florida, que tiene como fuente principal la quebrada Tobales; la cuales una fuente de suministro de agua, que provee a la comunidad de la vereda, no sólo agua para consumo humano, sino también para actividades económicas de la zona.

Agua subterránea: se originan de la infiltración en el terreno de las aguas lluvias o de lagos y ríos, que a continuación luego de pasar por la franja capilar del suelo, se mueven y se almacenan en formaciones geológicas porosas o fracturadas, denominadas acuíferos. **Agua superficial:** que proviene de manantiales o nacimientos que se originan de las aguas subterráneas, o de las lluvias, que no se infiltra, ni regresa a la atmosfera por evaporación (Observatorio Ambiental, 2021).

Amenazas: peligro latente, manifestaciones probables de un fenómeno físico de origen natural, socio-natural o antropogénico, que ocasiona efectos negativos en las personas, la producción, la infraestructura y los bienes o servicios (Secretaria de Salud de Duitama,2015).

Caudal: cantidad de agua que mana o corre (Diccionario del agua, 2009).

Contaminación: cambio adverso en las características físicas, químicas y biológicas del agua que genera efectos indeseables (Catamarca, 2015).

Componente ambiental: a partir de la perspectiva de los sistemas ecológicos; corresponde a cada una de las partes que definen su estructura y que promueve la potencialidad de sufrir efectos por agentes contaminantes al ambiente (Observatorio ambiental, 2021).

Hidrología: definida por el ingeniero chino Ven Te Chow fundador y editor en jefe de handbook of applied hydrology (1964), “la hidrología ciencia que estudia el agua desde su origen, composición, distribución y circulación en la superficie, tomando en consideración sus propiedades, físicas, químicas y su interrelación con el ambiente”.

IRCA: Índice de Riesgo de Calidad del Agua para consumo humano, Definido como el nivel de riesgo de contraer enfermedades debido al consumo de agua potable (Resolución 2115 2007).

Impacto ambiental: cambios modificación o alteración ambiental de la línea de base causado por actividad antrópica o de eventos naturales (Diccionario ABC, 2010).

Microcuenca hidrográfica: área o zona de drenaje que conduce a un cauce principal de una Subcuenca; es decir, que una Subcuenca está separada por varias microcuencas (South América, Global wáter partnership).

Monitoreo: proceso científico, que implica establecer preguntas y responderlas con una toma de datos objetiva y precisa en el campo, para luego reflexionar sobre los datos encontrados y sus posibles aplicaciones” (Perovic, P., et al, 2008).

Muestreo: es un procedimiento que te ayuda a seleccionar solo una parte de la población para interpretar sus datos y obtener los resultados que necesitas (www.edu.gcfglobal.)

Riesgo: es la probabilidad de que una amenaza se convierta en un desastre. La vulnerabilidad o las amenazas, por separado, no representan un peligro (Secretaria de Salud de Duitama, 2015).

POMCA: Plan de Manejo y Ordenamiento de una Cuenca, es la preparación del uso y manejo sostenible de los recursos naturales, de forma tal de mantener o restablecer un óptimo equilibrio entre el aprovechamiento del recurso y su desgaste. (Bogotá, Secretaría Distrital del Medio Ambiente 2016)

POT: Plan de Ordenamiento Territorial; es una sistema o instrumento de planeación para el desarrollo físico del territorio. (Bogotá, Secretaría Distrital del Medio Ambiente 2016)

Quebrada: es toda área o zona que dirige su drenaje directamente a una corriente principal de la microcuenca (South América, Global wáter partnership).

Vulnerabilidad: Se refiere a la susceptibilidad o el grado de desprotección o exposición de los componentes social, físico, político, económico o institucional ante una amenaza y el grado de resistencia y su capacidad de sobreponerse al impacto de un evento peligroso (Secretaria de Salud de Duitama, 2015).

MARCO LEGAL

Constitución Política de Colombia: Determina que toda persona tiene derecho al acceso al agua potable como un derecho fundamental y expone la responsabilidad del Estado de garantizar la disponibilidad de este recurso a toda la población. (Constitución Política de Colombia de 1991)

1. Artículo 365. Es deber de la nación garantizar la prestación eficiente y óptima de los servicios públicos a todas las personas del territorio nacional.
2. Artículo 366. El estado dará solución de las necesidades educación, salud, de saneamiento y de agua limpia.
3. Artículo 367. El municipio como entidad administrativa será el directamente responsable en la prestación de los servicios públicos domiciliarios en criterios como cobertura, calidad y financiación.
4. Artículo 370. Estado establecerá, las políticas de administración y control óptimos de los servicios públicos a cada domicilio y ejercerá a través de la Superintendencia de Servicios Públicos Domiciliarios, la inspección, vigilancia y control de las entidades que realicen esta prestación.

En Colombia se ha reglamentado la Ley 142 de 1994, la cual establece el Régimen de los Servicios Públicos Domiciliarios, basado en que los servicios públicos son fundamentales a la finalidad social del país y que el municipio es el ente político y regional con la responsabilidad de organizar su prestación. El estado y el Departamento solo serán de apoyo para esta tarea.

- **Decreto 1575 de mayo 09 de 2007:** expedido por el Ministerio de la Protección Social (MPS), y el Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial (MAVDT), “El cual Dictamina el Sistema para la Protección y Control de la Calidad del Agua para Consumo Humano”.

- **Ley 99 de 1993:** Norma la Política Nacional Ambiental y establece el marco institucional para las acciones relacionadas con el ambiente en país. Esta ley busca promueve el cuidado del medio ambiente y el uso sostenible de los recursos naturales, haciendo énfasis en el agua.
- **Ley 142 de 1994:** Esta ley establece las obligaciones de los prestadores de servicios y de los usuarios, donde se incluye la calidad del agua. Determina el régimen de los servicios públicos domiciliarios y regulación en función de la prestación de servicios de aseo, acueducto, alcantarillado.
- **Resolución 2115 de 2007:** Dictamina los estándares de calidad del agua para consumo humano y las formas para su control y vigilancia de la calidad del agua limpia. Aquí se describen los límites máximos permisibles de contaminantes en el agua para garantizar su seguridad para el consumo humano.
- **Decreto 1575 de 2007:** Reglamenta los requisitos para la prestación del servicio de agua potable y saneamiento básico. Este decreto determina las necesidades técnicas y administrativas que deben cumplir los prestadores de servicios de acueducto y alcantarillado, así como de la calidad del agua.
- **Plan Nacional de Desarrollo 2018-2022:** Establece la política del Gobierno Nacional para el acceso al agua potable y saneamiento básico en el país. Tiene como metas las estrategias para mejorar la calidad del agua y las garantías del acceso al agua potable para toda la población.
- **Ley 373 de 1997:** Esta determina los mecanismos y el manejo de los recursos naturales renovables en Colombia para la gestión ambiental incluyendo el agua.
- **Resolución 0631 de 2015:** Resolución describe los requisitos de la calidad del agua para consumo humano y su certificación.
- **Decreto 1843 de 1991:** del Ministerio de Salud y de Protección Social y que en artículo 35, se define la franja de protección de los cuerpos de agua, seguridad para la aplicación terrestre de 10 metros y de 1000 metros, de distanciamiento para los ríos, personas, carreteras, y/o cultivos que contaminan.
- **Resolución 1433 de 2004:** para la reglamentación de los Planes de Saneamiento y manejo de Vertimientos-PSMV.
- **Decreto 3930 de 2010:** Dictamina las disposiciones vinculadas con los usos del recurso hídrico, ordenamiento del recurso hídrico, los vertimientos al recurso hídrico al suelo y los alcantarillados.
- **Resolución 0811 de marzo 5 de 2008:** expedida por el MPS y el MAVDT, Establece los lineamientos a partir de los cuales la Autoridad Sanitaria y las Personas Prestadoras, de forma consensuada definirán en su área de influencia los sitios y puntos de muestreo para el control y la vigilancia de la calidad del agua y su distribución en esa área. De acuerdo a lo descrito en el Decreto 1575 de 2007.
- **Resolución 00082 de enero 16 de 2009:** expedida por el MPS, “Por medio del cual se adoptan unos formularios para la práctica de visitas de inspección sanitaria a los sistemas de suministro de agua para consumo humano. Según lo ordenado en el Decreto 1575 de 2007.

Además, existen entidades antes el Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, el Ministerio de Vivienda, Ciudad y Territorio y la Autoridad Nacional de Licencias Ambientales (ANLA), encargadas de regular y controlar la calidad del agua en Colombia y las Corporaciones Autónomas.

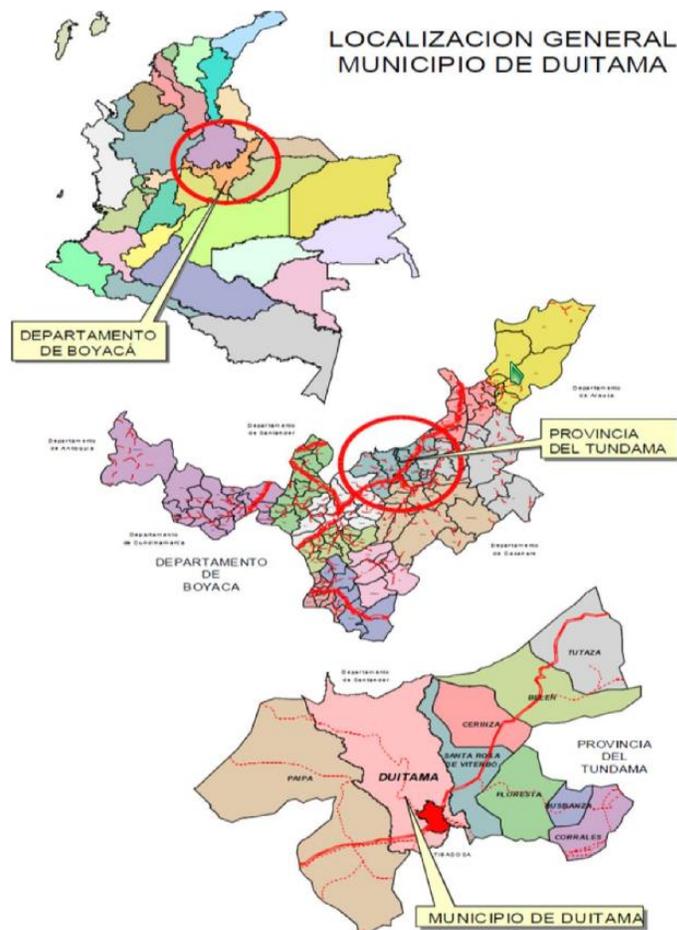
MARCO GEOGRÁFICO

Localización

Duitama es una ciudad importante en el departamento de Boyacá y en la región Andina y Altiplano Cundiboyacense. Su población en 2020 era de 112,692 habitantes y es la capital de la provincia del Tundama, formando parte del corredor industrial de Boyacá. Limita con los municipios de Charalá, Encino, Tibasosa, Paipa, Santa Rosa de Viterbo y Belén. La altitud aproximada es de 2,535 m.s.n.m. y su extensión total es de 269.78 Km². Según el Instituto Geográfico Agustín Codazzi, Duitama tiene una extensión total de 215 Km², donde el 5.85% (12.63km) corresponde a zona urbana y el 94.15% (203.2 Km) corresponde a zona rural (Cámara de Comercio de Duitama, 2020).

Figura 1

Ubicación Espacial Municipio Duitama



Fuente: Alcaldía Municipio Duitama

Según información actualizada del Instituto Geográfico Agustín Codazzi, Duitama tiene una extensión total de 215 Km², de los cuales el 5,85% (12,63km) corresponden a zona urbana y el 94,15% (203,2 Km) corresponden a zona rural (Cámara de comercio de Duitama, 2020).

El espacio rural de Duitama está dividido en las siguientes veredas: Aguatendida, San Lorenzo de Abajo, La Parroquia, Tocogua, El Hogar, El Rosal, San Antonio, **La Florida**, Santa Lucía, La Pradera, Siratá, Santa Ana, Surba y Bonza, La Trinidad, Santa Bárbara, El Carmen, Avendaño y Santa Elena. (Secretaría de Salud de Duitama 2015)

Recursos Hídricos

El registro de los recursos hídricos en Duitama abarca ríos, quebradas, lagunas y humedales, los cuales son fuentes vitales de agua para el consumo humano en acueductos rurales y urbanos. Entre los principales ríos se encuentran.

- Principales Ríos: Chicamocha, ubicado al sur del municipio y limitando con otros municipios, así como el Surba, que es una fuente principal en la zona occidental de Duitama. También hay otros ríos como el Chiticuy y Chontal.
- Principales Quebradas: La Quebrada La Zarza y la Quebrada Boyacogua, son unas de las fuentes más importantes del municipio, y con mayor caudal, suministran agua a 5 acueductos rurales y a una parte de la zona norte urbana del municipio. Por otra parte, se encuentra Quebrada de Becerras, de la cual una vereda recibe su nombre, Quebrada La Parroquia, **Quebrada Los Tobales, fuente de abastecimiento de la vereda la Florida**, Quebrada Honda, la cual hace parte del acueducto con el mismo nombre, Quebrada Los Patos, Quebrada Masorquillal, Quebrada Agua Clara, Quebrada Parrales, Quebrada La Osa, Quebrada El Chochal, Quebrada Micaela, Quebrada Hoya Grande, Quebrada Las Lajas, Quebrada Las Ceras, Quebrada Mastín, Quebrada Matachines, Quebrada Martínez, Quebrada Pocitos Quebrada la Aroma y Quebrada El Papayo.
- Las Rondas de Protección: Estas rondas en las corrientes hídricas en Duitama se determinaron de la siguiente manera: Río Chicamocha: 60 metros a lado y lado a partir de la orilla. Río Surba y Chiticuy: 30 metros a lado y lado a partir de la orilla. Las demás corrientes hídricas tienen una ronda de protección de 15 metros a lado y lado (Secretaria de Salud Duitama,2015).

Clima

La temperatura promedio es de alrededor de 14°C, la precipitación anual promedio es de 1128 m.m. Los meses más lluviosos se pueden observar desde marzo a mayo y de septiembre a noviembre, mientras que los meses más secos vendrían siendo junio a agosto y diciembre a febrero. La humedad relativa promedio es del 81.4%, la evaporación puede variar entre 80.63 mm y 99.53 mm, dependiendo de las condiciones naturales. Los vientos predominantes vienen del sureste y sur con una velocidad media de 2.86-3.29 m/s, siendo más fuertes en julio y agosto. Mientras que la insolación promedio es de 5 horas al día y 1820 horas al año (Cámara de comercio de Duitama, 2020)

Suelos

Caracterizados por su reciente formación, la distribución de sus suelos principalmente corresponde a

unidades detenidas que hoy en día son relictos, los cuales son sensibles ante degradación por su bajo afianzamiento, poca estabilidad estructural, baja saturación de bases intercambiables, es decir, poco evolucionadas y presentan altos grados de acidez. Además, tienen un alto contenido de materia orgánica, una profundidad efectiva limitada y están expuestos a cambios repentinos y drásticos en la temperatura y la humedad debido a su topografía abrupta. También se presentan también áreas importantes con misceláneos rocosos (Figueredo et ál., 2020).

En cuanto el uso de estos suelos se presenta; zonas de alta montaña presentan limitados usos de su tierra, sin embargo, actualmente se presentan importantes intervenciones humanas en distintos ámbitos y ocupaciones. Predominan las explotaciones minifundios de producción de alimentos de primera necesidad y cultivos comerciales en menor escala. Utilizada para el cultivo de haba, frijol, arveja, maíz y papa principalmente, también se presenta explotación ganadera en forma extensiva, al igual que actividades de pastoreo. La mala utilización del suelo en pradera produce bajos rendimientos, por cuanto las características de estas zonas de alta montaña nos son aptas para actividades agronómicas y pecuarias.

Tabla 1

Producción Agrícola en el Municipio por Veredas

VEREDAS	PRODUCTOS QUE CULTIVAN
San Luis	Hortalizas (lechuga, repollo, cilantro, espinacas, rábano, coliflor, acelga, etc.), maíz, alfalfa, ciruela, manzana, feijoa, curuba, durazno, pera
La Trinidad	Arveja SAN LORENZO DE ARRIBA: Avena
San Lorenzo de abajo	Cebada
Surba y Bonza	Frijol
PUENTE DE LA BALSA	Cebolla de bulbo
San Jorge	Papa criolla, trigo, remolacha, repollo, haba, alfalfa, brevo, ciruela, manzana, durazno, feijoa, mora, curuba, arveja, kikuyo.
Santa Ana	Papa en diferentes variedades
La Quinta	papa criolla
El Carmen	haba

VEREDAS	PRODUCTOS QUE CULTIVAN
Santa Helena	Arveja, frijol, mora, tomate de árbol
Santa Lucia	Durazno, ciruela, manzana, pera, feijoa
La Florida	Curuba
La Pradera	Papa
La Esperanza	Maíz
Sirata	Curuba, frijol, coles, cilantro, papayuela, cerezas, guamos, haba

Fuente: (Proyecto Tren De Carga - Bogotá (LA Caro) - Belencito)

Zonas de riesgos Municipio de Duitama

Según el Plan Municipal para la Gestión de Riesgo de Desastres de Duitama, actualizado en el año 2012, algunos riesgos presentados en el municipio están ligados a fenómenos que generan algún tipo de impacto, como los de origen geológico, hidrometereológico, de origen antrópico, riesgos por actividades económicas, entre otras; para determinar los impactos a identificar dando prioridad a los más comunes, como inundaciones, fenómenos de remoción en masa, desabastecimiento (sequia) e incendios forestales (Carvajal, 2020).

- Riesgo por inundación

En el municipio de Duitama, en época de lluvia regularmente se presenta una serie de amenazas por inundaciones generado por el acrecentamiento significativo de los caudales de los ríos y las quebradas. Cabe resaltar que muchos de los fenómenos referentes al riesgo se presentan por impactos antrópicos debido al uso y manejo inapropiado del suelo, construcciones en zonas de ladera y áreas inundables, canalización de ríos y quebradas (Carvajal, 2020).

Según lo evidenciado por el IDEAM, los meses denominados como temporada de lluvias en la región andina colombiana son abril, mayo y octubre.

De acuerdo al Plan de Ordenamiento Territorial de Duitama (acuerdo 039 de 2009) las áreas urbanas con riesgo de inundación torrencial o aluvial por desbordamiento de cauces naturales se encuentran localizadas en inmediaciones de los ríos y quebradas existentes del municipio. Principalmente las que se ubican en los sectores lindantes al Rio Chiticuy, Quebrada La Aroma, Quebrada Ranchería, Quebrada Parroquia, Quebrada Zorros. Además, existen zonas de riesgo de inundación aluvial y encharcamiento específicas en los barrios: La Esperanza, Camilo Torres, la Paz y las Lajas (Empoduitama, 2017).

Por su parte, el POT del Municipio, también establece que las zonas de mayor riesgo de inundación aluvial, torrencial y encharcamiento en el área rural del municipio se encuentran en: Surba y Bonza (sector La Trinidad), San Lorenzo (por amenaza de desbordamiento del río Surba en su margen

oriental), vereda Tocogua en la confluencia con el río Chicamocha y en su recorrido por Duitama, al igual que algunas veredas en el municipio (Cámara de comercio de Duitama, 2020).

- Riesgo por Fenómeno de Remoción en masa

Se da por los cambios imprevistos en la composición, estructura, hidrología, o vegetación en un terreno en pendiente. En muchos casos, están ligados a riesgos primarios, como en el caso de un terremoto, o por saturación de aguas producto de lluvias intensas. El municipio de Duitama se encuentra en riesgo intermedio en cuanto a movimientos sísmicos, producidos por los cambios naturales del terreno, el desgaste de los suelos, las lluvias torrenciales e incluso por acciones humanas como las prácticas inadecuadas de urbanismo y construcción, la deforestación, el sobrepastoreo, los cultivos en zonas de alta pendiente y la falta de canalización o manejo adecuado de aguas subterráneas y superficiales. (Carvajal, 2020)

La amenaza o riesgo por remoción en masa en la zona rural se presenta principalmente en las áreas de extracción minera (canteras, receberas) rellenos, laderas marginales de cauces de ríos o quebradas y en otros sectores que por condiciones naturales o actividad antrópica presentan alta probabilidad de deslizamientos. Estas zonas se localizan en las veredas de Higueras, el cajón, Surba y Bonza, y en las cuencas de la quebrada La Zarza y río Surba (Plan de Desarrollo Municipal Duitama, 2012 -2015).

- Riesgo por Sequías

El municipio de Duitama presenta periodos con ausencia de lluvia o durante los cuales caen menos precipitaciones de lo normal en un área determinada, la época seca comúnmente se da en los meses de diciembre, enero, febrero y algunos días de marzo, situación acentuada con fenómenos hidrometeorológicos como “el niño”. (Secretaria de Salud de Duitama, 2015)

Según información suministrada en los boletines mensuales publicados en su página web por el Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales IDEAM, en épocas de sequía la precipitación mensual observada se da entre 0-50 mm, muy por debajo de lo normal, lo cual ocasiona caudales muy bajos en las fuentes de abastecimiento (Plan de Desarrollo Municipal Duitama, 2012 -2015).

La quebrada los Tobales, se caracteriza por ser una de las fuentes que mayor afectación sufre en las épocas de sequía, dejando al acueducto con poco caudal para la captación y ocasionando agua con valores altos en cuanto a turbiedad y color (Carvajal, 2020).

OBJETIVOS

GENERAL

Identificar y evaluar las causas que inciden sobre la calidad del agua en la quebrada Los Tobales en el municipio de Duitama, Boyacá.

ESPECÍFICOS

- Realizar el análisis físico-químico y microbiológico de la calidad del agua de la quebrada Tobales antes y después del tratamiento.

- Identificar las amenazas socio - ambientales que afectan la calidad del agua de la fuente hídrica quebrada Tobales.
- Establecer el IRCA (Resolución 2115 de 2007), de acuerdo a los resultados de laboratorio obtenidos.
- Presentar una propuesta de Plan de Manejo Ambiental para prevenir mitigar, corregir y restaurar los impactos encontrados.

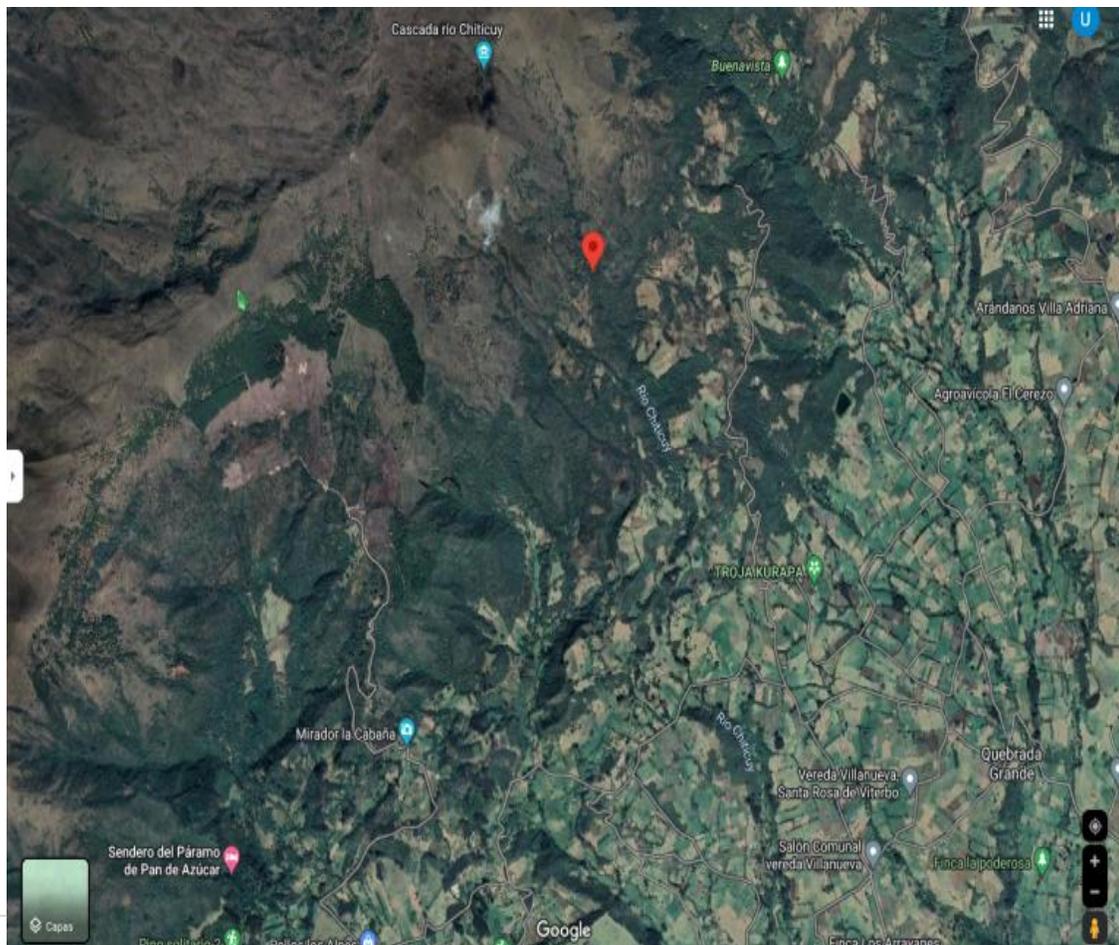
METODOLOGÍA

1. INSPECCIÓN OCULAR

La vereda la florida, comparte la subcuenca de la quebrada Boyacogua que nace en el costado noroccidental del municipio de Duitama, en la parte norte del casco urbano en la cuchilla de laguna seca, sector campo hermoso, a 3100 m.s.n.m, conduce sus aguas hasta el río Chiticuy, la cual alimenta la quebrada Tobales. La cuenca tiene un área de 4.1 km², con una precipitación de 1100 mm anuales y un rendimiento medio de 20.9 l/s/km² siendo el caudal medio anual de 85 l/s distribuidos en el año de igual forma que el río Surba (Universidad Santo Tomás, 2017) .

Figura 2

Río Chiticuy y su recorrido

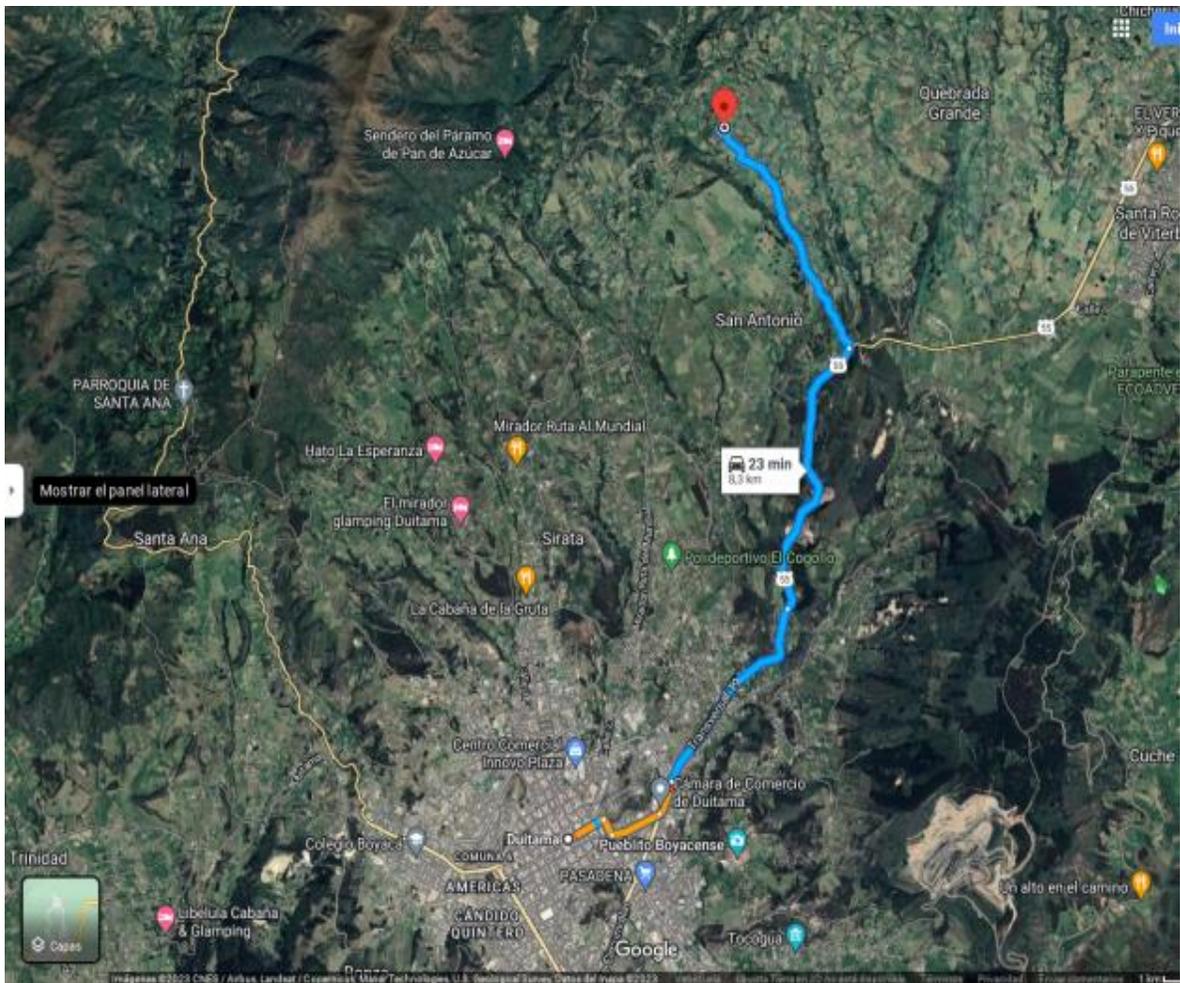


Fuente. Google Maps

Para determinar los impactos potenciales sobre la quebrada Tobales y que afectan la calidad del agua de esta, se realizó una inspección de la microcuenca hidrográfica que sirve de suministro de agua para el acueducto la Florida, Duitama, donde cada impacto una vez identificado, será categorizado para realizar la evaluación ambiental.

Figura 3

Ubicación del Acueducto la Florida con respecto a Duitama



Fuente Google Maps.

2. TOMA DE MUESTRA

Durante el recorrido por la zona de la microcuenca se procedió a la toma de muestra de las aguas de la quebrada Tobales; una muestra aguas arriba de la bocatoma del acueducto, una en el lugar de captación (bocatoma) y a la salida del acueducto, con el fin de caracterizar y determinar a partir de parámetros fisicoquímicos y químicos microbiológicos la calidad del agua que es destinada para consumo humano antes y después de ser tratada en el acueducto.

Figura 4

Toma de muestra de la quebrada Tobales



Figura 5

Toma de muestras en el Acueducto La Florida



En la inspección ocular también fueron levantadas las coordenadas geográficas de ubicación de los puntos de toma de muestras y posibles amenazas para ser ubicados a través de una imagen satelital o mapa.

De tal forma que durante la visita de campo se efectuaron las siguientes actividades:

1. Inspección ocular de la zona quebrada Los Tobales.
2. Tomas de 3 muestras de agua; Bocatoma, Salida del Acueducto, Aguas arriba de la bocatoma a 2 km.
3. Toma de coordenadas geográficas para la localización del área de estudio y los sitios visitados.

3. ANÁLISIS DE LAS CARACTERÍSTICAS FÍSICO-QUÍMICAS Y MICROBIOLÓGICAS DE LAS MUESTRAS

Para el Análisis de laboratorio de las muestras recolectadas se realizó la siguiente clasificación:

Muestra 1. Agua tratada (Paso por el Acueducto)

Muestra 2. Bocatoma del acueducto La Florida

Muestra 3. Aguas arriba de la bocatoma (2km)

Se determinarán parámetros fisicoquímicos y microbiológicos que permitan evaluar los indicadores de calidad del agua cruda y con ello establecer si los impactos naturales o antrópicos encontrados, están generando alteraciones en el agua que está destinada para consumo humano.

Dichos parámetros analizados serán comparados con la resolución 2115 de 2007 y demás normas que lo modifiquen o sustituyan.

De tal forma, que cada muestra se le practicarán los siguientes análisis:

- COLOR
- TURBIEDAD
- SÓLIDOS SUSPENDIDOS TOTALES
- CONDUCTIVIDAD
- PH
- CLORUROS
- ÁCIDOS VOLÁTILES (AGV´S)
- ALACLINIDAD
- DUREZA TOTAL
- E COLI

Figura 6

Análisis de laboratorios de las muestras



Fueron seleccionados para el análisis estos parámetros físicos, químicos y microbiológicos que nos pueden definir de forma rápida y sencilla la calidad del agua de acuerdo con la norma 2115 de 2007.

Tomando en cuenta, el tiempo para los análisis y la recepción de resultados no se practicaron otros análisis que demanda la resolución, pues se busca obtener u la calidad del agua y no un mapa de riesgo de la calidad del agua del acueducto.

Tabla 2

Valores Aceptables para Calidad de Agua Resolución 2115 de 2007

CARACTERÍSTICAS	EXPRESADAS EN VALOR	MÁXIMOS ACEPTABLES MG/L
COLOR aparente	UPC	15
TURBIEDAD	UNT	2
PH	PH	6,5 a 9
ALCALINIDAD	Microsiemens/cm	200
ACIDOS VOLATILES		

CARACTERÍSTICAS	EXPRESADAS EN VALOR	MÁXIMOS ACEPTABLES MG/L
CONDUCTIVIDAD	CaCO3	1000
SOLIDOS SUSPENDIDOS	ppm	0-300
CLORUROS	Cl	200 cl
DUREZA TOTAL	CaCO3	300
E COLI		0

Nota. Adaptado de Resolución 2115 de 2007

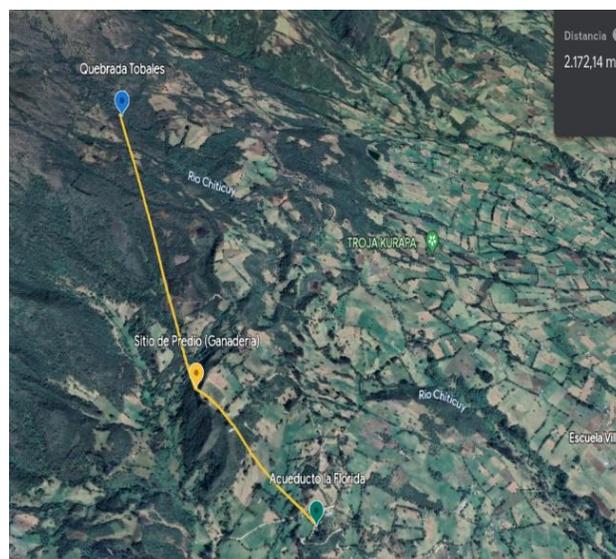
4. GEORREFERENCIACIÓN DE LOS SITIOS DE TOMA MUESTRAS

Para el seguimiento y ubicación de los sitios visitados, se tomaron las coordenadas geográficas de los puntos, donde fueron recolectadas las muestras aguas, tanto aguas arriba a 2 km bocatoma, como en esta misma donde se evidencian uno de los posibles impactos que estarían incidiendo sobre la calidad del agua, así como también en sobre acueducto.

Es importante señalar que para la toma de las coordenadas se tomó como referencia el Datum GS 84, y que las misma fueron levantadas con equipo celular a través de la aplicación de Google Maps.

Figura 7

Ubicación quebrada Tobales en Duitama 5° 54' 51,9" N ; 73° 01'14,5"W Quebrada Tobales a 2 km con respecto al acueducto



Fuente. Google Maps.

Figura 8

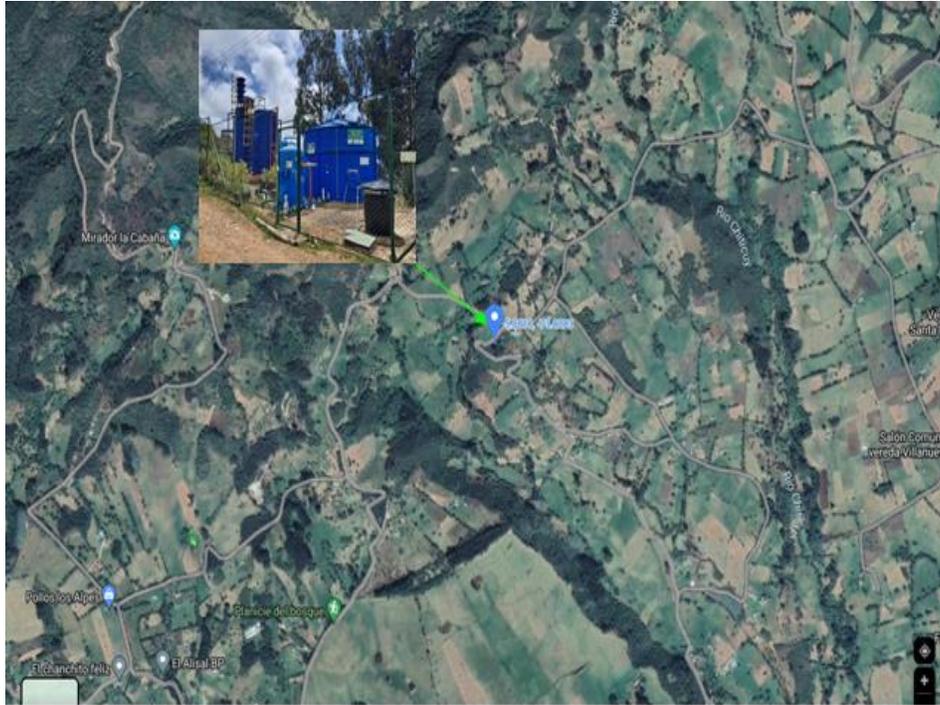
Ubicación Bocatoma 5° 53' 18,3" N; 73° 01' 21,7" W (Boca de Toma, sitio de Pastoreo)



Fuente. Google Maps.

Figura 9

Ubicación Acueducto la Florida 5° 52' 55,1" N ; 73° 01' 13,2" W



Fuente. Google Maps

4. DETERMINACIÓN DE POSIBLES IMPACTOS SOBRE LA CALIDAD DEL AGUA QUEBRADA TOBALES.

Es necesario identificar los impactos que se pudiesen encontrar en la zona de estudio y posteriormente caracterizarlos para determinar si podrían ser un factor de riesgo para la calidad de agua para consumo humano. Así como también identificar las posibles actividades económicas, usos del suelo los suelos en el lugar, productos agroquímicos utilizados en áreas adyacente a la quebrada en los 2 km próximos a la toma del acueducto.

Después de identificados los impactos, caracterización de actividades económicas cercanas a la microcuenca quebrada Tobales del acueducto de la vereda la florida, se realizará clasificación cualitativa de estos impactos y visualizar los riesgos asociados a estos impactos, con el objeto de implementar acciones para su prevención, mitigación, corrección y compensación.

El nivel de riesgo se da a partir del resultado del producto de la probabilidad de ocurrencia de las amenazas y la afectación que esta pueda tener a la calidad del agua de la fuente de abastecimiento (Camargo y Solano, 2018).

De tal forma que, dentro del área visitada en los primeros 2 km aguas arribas de la bocatoma del acueducto la florida, se logró evidenciar la presencia de predios de ganadería que podrían estar incidiendo sobre la calidad del agua de la quebrada Tobales, como una amenaza antrópica sobre el cuerpo de agua.

Figura 10

Presencia de Ganado en los predios agua de la boca toma de la quebrada Tobales



De igual forma se observaron, altas pendientes en ambas márgenes de la quebrada, lo que, aunado a procesos erosivos, junto con esorrentía por eventos naturales (lluvias), estarían produciendo el arrastre de partículas y heces fecales de los animales que impactan de forma significativa sobre la quebrada.

Figura 11

Zonas de altas Pendientes cercanas a la quebrada



RESULTADOS

IMPACTOS ENCONTRADOS

Las amenazas están directamente relacionadas con el peligro latente, que representa la probable manifestación de un fenómeno físico de origen natural, socio-natural o antropogénico, que puede producir efectos adversos en las personas, la producción, la infraestructura y los bienes y servicios (secretaria de Salud de Duitama, 2015). Este factor se expresa como la probabilidad de que un fenómeno se presente, con una cierta intensidad, en un sitio específico y dentro de un periodo de tiempo definido.

Para la identificación en campo de impactos o amenazas que están incidiendo sobre la calidad del agua para consumo humano de la quebrada Tobales, se realizó las visita al sistema de tratamiento del agua de la quebrada (acueducto), con el acompañamiento del fontanero Cesar Daza, así como a las zonas de la quebrada aguas arribas (2 km), es decir a parte alta de la microcuenca, donde se pudieron apreciar perturbaciones generadas por la actividad humana o naturales que ejercen influencia negativa sobre el cuerpo de agua.

En las zonas adyacentes a la quebrada, aguas arriba como la boca de toma, fue uno de los sitios donde se logró identificar varios factores que están incidiendo de forma directa con las características físicas y químicas tales como:

- **Impactos Naturales**

Lluvias y Erosión

Las inundaciones por temporadas de lluvias se convierten en una amenaza cuando se producen de forma natural. En este caso durante las temporadas de lluvia, se evidencian los efectos por las crecidas que presenta la quebrada con un alto grado de arrastre de sedimentos y otros elementos en ambas márgenes, desbordamiento por aumento del caudal, que inciden de forma directa sobre la calidad de agua de la quebrada y dificulta mucho más su tratamiento. (Amaya D, Bermúdez M, 2021)

La erosión presentada en la cuenca alta de la quebrada es un factor determinante para que en época de lluvia se presente este fenómeno natural. La erosión puede tener varios orígenes y normalmente cuando nos encontramos frente a un proceso erosivo es por la combinación de causas naturales, pero casi siempre es la mano del hombre la que propicia este desencadenamiento. En este caso la erosión está asociada a deforestación de las zonas cercanas a los márgenes, donde se puede inferir en porcentajes que; un 60% de la vegetación silvestre desaparece a causa de la deforestación; un 30% aproximadamente causa de la Tala, y el resto desaparece a causa de la quema, aunado al sobrepastoreo, todo esto incidiendo de forma directa sobre el aporte de sedimentos a la quebrada. (Amaya D, Bermúdez M, 2021)

- **Impactos Antrópicos**

Predios (Ganadería y Pastoreo)

En las áreas de influencia visitadas, se pudo observar la presencia de varias viviendas en zonas muy cercanas a la quebrada, así como el pastoreo y ganadería en la mayoría de las zonas aguas arriba de la misma. Esto es un indicativo de las alteraciones de las aguas que sufre la quebrada TOBALES que se han logrado obtener con los análisis de laboratorio de las aguas, donde se evidencia la incidencia de estas actividades como lo es las heces de los animales y el arrastre de sedimentos por escorrentías, en las adyacencias a la quebrada convirtiéndola en un agua no apta para consumo humano. (Duran 2016)

Figura 12

Pastoreo en ambas márgenes de la quebrada



La cercanía de estos impactos cercanos a la boca de toma y el acueducto muestran 2 condiciones desfavorables para la calidad del agua para consumo humano;

a) Poca capacidad de la quebrada para disminuir los efectos contaminantes como sólidos suspendidos, heces, entre otros debido al caudal y cercanía con la bocatoma.

b) Mayor tratamiento del agua en el acueducto debido a las alteraciones de sus características para convertirla en agua apta para consumo humano.

Vertidos

Dentro de las cercanías de la quebrada se observaron algunas viviendas, específicamente dos (una margen izquierda y una en la margen derecha), las cuales están descargando sus vertidos de forma directa a la quebrada. A pesar que no se observó al momento de la visita, se pudo constatar con los pobladores la inexistencia de alcantarillado para las descargas de aguas servidas de las viviendas. Esta situación incide de forma directa sobre la calidad del agua de la quebrada antes de su tratamiento. (Secretaria de Salud de Duitama, 2015)

Planta de Tratamiento (Acueducto)

A pesar que no afecta de forma directa sobre la fuente hídrica, la planta de tratamiento está modificando de forma negativa las propiedades del agua que entra en el proceso del acueducto para su tratamiento, ya que la misma no realiza de manera efectiva el tratamiento del agua que recibe y a la salida el agua está cambiando algunas propiedades aun cuando sigue siendo no apta para consumo humano. (Barahona, 2017)

Una vez realizado la toma de las muestras de aguas de la quebrada Tobales para su tratamiento, se logró evidenciar problemas estructurales en el tratamiento del agua por parte del acueducto la Florida. Los sistemas de floculación y desinfección no están cumpliendo con sus labores debido fallas en los equipos, así como el suministro del cloro para la desinfección. Esto ha conllevado a que el tratamiento del agua no sea afectivo y por ende los resultados en el tratamiento de las aguas presenta una no conformidad a la norma. (Figueredo, Rincón & Salazar 2020).

Figura 13

Procesos para el Tratamiento de las aguas en el Acueducto



Figura 14

Tratamiento del agua en el acueducto



Una vez identificados los principales Impactos que inciden de forma directa sobre la quebrada podemos caracterizar de la siguiente forma:

Tabla 3

Caracterización de Impactos

IMPACTOS	NATURALES	ANTROPICOS
LLUVIAS	X	
EROSIÓN	X	
GANADERIA		X
VERTIDOS		X
PLANTA DE TRATAMIENTO		X

ANÁLISIS DE RESULTADOS

Para el análisis de los resultados se toman en cuenta todas las muestras de agua que fueron recolectadas en campo y los análisis de laboratorios a los que fueron sometidas como lo son PH, conductividad, acidez, alcalinidad, turbiedad, color aparente, sólidos suspendidos, ácidos volátiles, cloruros, dureza total y E-Coli. Es importante señalar que todos los resultados serán sometidos a la Norma 2115 de 2007 para conocer el nivel de calidad del agua.

Muestra 1 (Salida del Acueducto)

Luego de los análisis realizados se logra evidenciar que la muestra representada como Muestra 1, presenta las siguientes características;

Tabla 4

Resultados de laboratorio muestra 1

Análisis	Muestra 1	Máximos Aceptables
COLOR	122	15
TURBIEDAD	7,00	2
PH	6,94	6,5 a 9
ALCALINIDAD		200
ACIDOS VOLATILES		
CONDUCTIVIDAD	43,3 a 19° c	1000
SOLIDOS SUSPENDIDOS	0,05 ml*lsol	0-300
CLORUROS	0.5ml	200 cl
DUREZA TOTAL		300 CaCO3
E COLI		0

Como se puede evidenciar en la tabla 1, la muestra 1 analizada de acuerdo a los parámetros señalados, presenta un cumplimiento de la normativa regulatoria Norma 2115 de 2007 de calidad de agua para consumo humano, en cuanto a PH, conductividad, cloruros

Los parámetros de sólidos suspendidos, turbiedad, color, dureza total acidez, alcalinidad y E coli evidencia no cumplimiento a la norma lo cual refleja graves problemas en el tratamiento del agua para consumo humano por parte del sistema de control y mejoramiento de la calidad del agua en el acueducto la Florida.

Tomando en cuenta los resultados obtenidos en laboratorio, se procedió a realizar el cálculo del IRCA para la muestra analizada:

$$\text{IRCA \%} = \text{Color} + \text{Turbiedad} + \text{Ácidos} + \text{Dureza} + \text{Ecoli} / \sum \text{Todas} \times 100 =$$

$$\text{IRCA \%} = 6 + 15 + 1 + 1 + 25 / 50,1 \times 100 = 95,04 \%$$

IRCA % = 95,04 %

Como se puede apreciar el IRCA calculado para la Muestra 1, nos determina un agua no apta para consumo humano. Tomando en consideración la Resolución 2115 de 2007, **Artic. 15 clasificación de los Riesgos**; estamos en presencia de un nivel de riesgo Inviabile **Sanitariamente**. Y en cumplimiento con esta disposición se debe informar a la persona prestadora, al COVE, alcalde, Gobernador, SSPD, MPS, INS, MAVDT, Contraloría General y Procuraduría General.

Como elemento adicional, durante la visita de campo, se pudo apreciar los problemas estructurales que presenta el acueducto en cuanto los sistemas floculación y sedimentación, que durante varios estudios y análisis se ha logrado evidenciar la preocupante situación que se viene presentando en el acueducto rural de la florida, el cual ha mantenido una condición no deseable para el tratamiento de calidad del agua sin que se tomen ninguna acción correctiva en favor de la comunidad.

Muestra 2 (Bocatoma)

Una vez realizados los análisis se logra obtener los siguientes resultados para la Muestra 2;

Tabla 5

Resultados de laboratorio muestra 2

ANÁLISIS	MUESTRA 2	MÁXIMOS ACEPTABLES
COLOR	95	15
TURBIEDAD	5,30	2
PH	6,94	6,5 a 9
ALCALINIDAD		200
ACIDOS VOLATILES		
CONDUCTIVIDAD	41,7 a 19,2° c	1000
SOLIDOS SUSPENDIDOS	0,05 ml*lsol	0-300
CLORUROS	1 ml	200 cl
DUREZA TOTAL		300 CaCO3

ANÁLISIS	MUESTRA 2	MÁXIMOS ACEPTABLES
E COLI		0

La Tabla 5, con los resultados de la muestra 2, la cual fue analizada de acuerdo con los parámetros señalados, presenta un cumplimiento de la normativa regulatoria Norma 2115 de 2007 de calidad de agua para consumo humano, en cuanto a PH, conductividad, cloruros

Los parámetros de sólidos suspendidos, turbiedad, color, dureza total acidez, alcalinidad y E coli evidencia no cumplimiento a la norma lo cual refleja la acción de diferentes impactos por acciones antrópicas y/o naturales sobre la quebrada que la hacen no apta para consumo humano sin previo tratamiento.

Figura 15

Dureza Total



Una vez obtenidos los resultados de laboratorio en cuenta, se realizó el cálculo del IRCA para la muestra analizada:

$$\text{IRCA \%} = \text{Color} + \text{Turbiedad} + \text{Ácidos} + \text{Dureza} + \text{Ecoli} / \sum \text{Todas} \times 100 =$$

$$\text{IRCA \%} = 6 + 15 + 1 + 1 + 25 / 50,1 \times 100 = 95,04 \%$$

$$\text{IRCA \%} = 95,04 \%$$

Como se puede observar el IRCA calculado para la Muestra 2, determina un agua no apta para consumo humano. Tomando en consideración la Resolución 2115 de 2007, *Artic. 15 clasificación de los Riesgos*; estamos en presencia de un nivel de riesgo Inviabile **Sanitariamente**. Y en cumplimiento con esta disposición se debe informar a la persona prestadora, al COVE, alcalde, Gobernador, SSPD, MPS, INS, MAVDT, Controlaría General y Procuraduría General. (Resolución 2115 de 2007)

Es importante señalar que la quebrada en tiempo de sequía presenta bajo caudal lo cual conlleva a una mayor incidencia de acciones sobre la quebrada disminuyendo las probabilidades de disipar estas acciones por parte de esta, haciéndola muy susceptible a cualquier alteración de sus características. A diferencia que, en los tiempos de lluvias, donde se evidencia como mayor incidencia los aportes de sedimentos y otros elementos de arrate por el aumento de caudal. (González, 2023)

Muestra 3 (Aguas arriba de la bocatoma 2 km)

Una vez realizados los análisis se lograron determinar los siguientes resultados para la Muestra 3;

Tabla 6

Resultados de laboratorio muestra 3

ANALISIS	MUESTRA 3	MÁXIMOS ACEPTABLES
COLOR	97	15
TURBIEDAD	5,10	2
PH	7,07	6,5 a 9
ALCALINIDAD		200
ACIDOS VOLATILES		
CONDUCTIVIDAD	43,1 a 19,5° c	1000
SOLIDOS SUSPENDIDOS	No se identificaron solidos	0-300
CLORUROS	1,5 ml	200 cl
DUREZA TOTAL		300 CaCO3
E COLI		0

En la tabla 6, se puede observar que la muestra 3 analizada de acuerdo a los parámetros señalados, presenta un cumplimiento de la normativa regulatoria Norma 2115 de 2007 de calidad de agua para consumo humano, en cuanto a PH, conductividad, cloruros y sólidos suspendidos.

Los parámetros de sólidos suspendidos, color, dureza total, acidez, alcalinidad y E coli evidencia un no cumplimiento a la norma, lo cual refleja diferentes alteraciones por acciones antrópicas (ganadería) y naturales y/o otros elementos contaminantes (heces de personas y animales).

A diferencia de las muestras anteriores, los sólidos suspendidos no se evidencian desviaciones de la norma en esta tercera muestra, lo que nos permite inferir que no existen posibles alteraciones en cuanto al arrastre de sedimentos cercanos al sitio de boca de toma y aguas arriba por lo menos 2 o 3 km

Figura 16

Análisis de Cloruros



Se logró evidenciar que en ambas márgenes de la quebrada aguas arriba, estas presentan altas pendientes que pueden incidir de forma directa sobre la quebrada por el arrastre de sedimentos, heces de animales, y vertidos desde viviendas de forma directa que alteran sus características físicas y químicas de sus aguas.

El valor de turbiedad también nos refleja diferencias con respecto a las otras muestras (1 y 2), que, de acuerdo a estos resultados, el agua tratada está presentando mayor nivel de turbiedad indicativo de problemas estructurales del acueducto, alterando aún más su valor.

Una vez obtenidos los resultados de laboratorio, se realizó el cálculo del IRCA para la muestra analizada:

$$\text{IRCA \%} = \text{Color} + \text{Turbiedad} + \text{Ácidos} + \text{Dureza} + \text{Ecoli} / \Sigma \text{ Todas} \times 100 =$$

$$\text{IRCA \%} = 6 + 15 + 1 + 1 + 25 / 50,1 \times 100 = 95,04 \%$$

IRCA % = 95,04 %

La muestra 3 también tiene un IRCA alto (95%), lo cual determina un agua no apta para consumo humano.

Tomando en consideración la Resolución 2115 de 2007, Artic. 15 clasificación de los Riesgos; estamos en presencia de un nivel de riesgo Inviabile Sanitariamente. Y en cumplimiento con esta disposición se debe informar a la persona prestadora, al COVE, alcalde, Gobernador, SSPD, MPS, INS, MAVDT, Contraloría General y Procuraduría General.

Tomando en cuenta los IRCA de las 3 muestra se obtienen las siguientes conclusiones:

- a) El Agua de quebrada Tobales es no apta para consumo humano.
- b) El Agua de la quebrada Tobales presenta un riesgo de Inviabile Sanitariamente
- c) Luego de su paso por el Acueducto la Florida, el agua mantiene un riesgo de Inviabile Sanitariamente. Esto indica que la Ptat no está cumpliendo con su objetivo en cuanto al tratamiento del agua para hacerla potable y apta para consumo humano.
- d) Es un llamado de atención para entidad prestadora del servicio, ya que se logró evidenciar que en ambas márgenes de la quebrada aguas arriba, estas presentan altas pendientes que pueden incidir de forma directa sobre la quebrada por el arrastre de sedimentos, heces de animales, y vertidos desde viviendas de forma directa que alteran sus características físicas y químicas de sus aguas.

El valor de turbiedad también nos refleja diferencias con respecto a las otras muestras (1 y 2), que, de acuerdo con estos resultados, el agua tratada está presentando mayor nivel de turbiedad indicativo de problemas estructurales del acueducto, alterando aún más su valor.

Una vez obtenidos los resultados de laboratorio, se realizó el cálculo del IRCA para la muestra analizada:

$$\text{IRCA \%} = \text{Color} + \text{Turbiedad} + \text{Ácidos} + \text{Dureza} + \text{Ecoli} / \sum \text{Todas} \times 100 =$$

$$\text{IRCA \%} = 6 + 15 + 1 + 1 + 25 / 50,1 \times 100 = 95,04 \%$$

IRCA % = 95,04 %

La muestra 3 también tiene un IRCA alto (95%), lo cual determina un agua no apta para consumo humano.

Tomando en consideración la Resolución 2115 de 2007, Artic. 15 clasificación de los Riesgos; estamos en presencia de un nivel de riesgo Inviabile Sanitariamente. Y en cumplimiento con esta disposición se debe informar a la persona prestadora, al COVE, alcalde, Gobernador, SSPD, MPS, INS, MAVDT, Contraloría General y Procuraduría General.

Tomando en cuenta los IRCA de las 3 muestra se obtienen las siguientes conclusiones:

- a) El Agua de quebrada Tobales es no apta para consumo humano.
- b) El Agua de la quebrada Tobales presenta un riesgo de Inviabile Sanitariamente

c) Luego de su paso por el Acueducto la Florida, el agua mantiene un riesgo de Inviabile Sanitariamente. Esto indica que el acueducto no está cumpliendo con su objetivo en cuanto al tratamiento del agua para hacerla potable y apta para consumo humano.

d) Es un llamado de atención para entidad prestadora del servicio, para en ente con competencia en el manejo y regulación del acueducto, así como la autoridad ambiental, en hacer énfasis de revertir esta condición de Inviabilidad Sanitaria de esta fuente hídrica, para en ente con competencia en el manejo y regulación del acueducto, así como la autoridad ambiental, en hacer énfasis de revertir esta condición de Inviabilidad Sanitaria de esta fuente hídrica.

PLAN DE MANEJO AMBIENTAL

Con el fin hacer frente a los impactos que afectan de forma directa al cuerpo de agua quebrada Tobales y al sistema de tratamiento acueducto la Florida, se presenta a continuación algunas acciones a mediano y largo plazo que puede ser implementadas de forma sencilla y eficaces para revertir la mala calidad de la fuente hídrica. (Sálamo & Romero, 2018).

Objetivos

- Prevenir, mitigar, corregir y compensar los impactos sobre los componentes físicos-químicos y microbiológicos detectados durante la evolución de la calidad del agua de la quebrada los Tobales
- Establecer las acciones para mejorar las condiciones de tratamiento del agua en el acueducto la Florida

Medidas de prevención y mitigación de Impactos sobre la quebrada Tobales.

1. Siembra de especies Protectoras

La siembra de especies arbóreas que permiten proteger de forma eficiente ambas márgenes de la quebrada, de procesos erosivos en épocas de lluvias, puede significar una disminución de los aportes de sedimentos sobre la fuente hídrica y una disminución en las labores de tratamiento del agua en el acueducto. (Sálamo & Romero, 2018).

Algunas especies que pueden ayudar con la protección de las márgenes de quebrada serían aquellas que son autóctonas de la zona y que son resistentes a condiciones extremas de humedad como el Álamo Blanco (*Populus Alba*) o Tamariz (*Tamarix gallica*), y otras puede funcionar como barreras vivas para contener como por ejemplo el vetiver. (Sálamo & Romero, 2018).

Esta labor se puede realizar de forma conjunta con la autoridad ambiental, y la comunidad a la cual se debe involucrar ya que son dolientes y sufren las consecuencias de una baja calidad del agua.

De igual forma se puede establecer especies protectoras que funciones como cercas vivas en las zonas de altas pendientes sauces (*Salix spp*) y que actúen como barreras protectoras, para lograr retener los aportes tanto de sedimento que viene de las altas pendientes como de las heces que viajan como lodos, logrando disminuir los aportes de estos contaminantes a la quebrada y mejorar su calidad. (Zambrano 2020)

2. Disminución de la ganadería (sobrepastoreo)

En un principio se debe adoptar el uso de compuestos y técnicas que reduzcan los Nitratos totales provenientes de las heces de las vacas y las emisiones de NH₃, así como también alimentos que reduzcan el PH total por las excretas. Ya estos compuestos son altamente contaminantes y provocan acidez a los suelos provocando daños a los ecosistemas acuáticos y terrestres y favorecen la eutroficación de los acuíferos por la acumulación del nitrógeno. (Zambrano 2020)

Las rotaciones del ganado deben hacerse hacia las localidades más planas de la zona. Ya que las pendientes en las que se practican actualmente aumentan los procesos de lixiviación de estos compuestos en el suelo y que luego son arrastrados hasta la quebrada impactándola negativamente. (Zambrano 2020)

Se deben desarrollar herramientas metodologías y protocolos que permitan medir y evaluar conjuntamente con las comunidades las mejores opciones para continuar estas prácticas sin que sea hagan con altos índices de contaminación. Una labor gubernamental en pro de la protección de la microcuenca que hoy está siendo afectada. (Hernández, & García. 2017)

Educación Ambiental

Se debe tener en cuenta que muchas de estas situaciones están relacionadas con el desconocimiento de la comunidad en el uso y tratamiento del agua, es por ello que se deben realizar continuamente charla ambientales con la comunidad que hace uso de esta fuente hídrica tanto aguas arriba como aguas abajo (del acueducto), con el fin de se conviertan en cuidadores de la quebrada, se presenten propuestas de manejo y hasta se hagan jornadas ambientales en pro de la conservación de este cuerpo de agua. Aplicar esta estrategia como una acción preventiva, se lograría hacer conciencia en los pobladores y las malas prácticas (ganadería, vertidos,) que están perjudicando la calidad del agua de la quebrada de la cual ellos hacen uso. (Sálamo & Romero, 2018).

Adicionalmente través de Alcaldía del Municipio Duitama se debe identificar cuales viviendas están realizando los vertidos de forma directa a la quebrada y establecer la construcción del alcantarillado necesario para evitar las descargas de esos efluentes contaminantes sobre la quebrada. Esto no sólo será una mejorar en la comunidad si no que a la vez mejorará de forma sustantiva la calidad del agua de la quebrada. (Secretaria de Salud Duitama 2016)

Atención del Acueducto

Con el fin de corregir las fallas en el sistema, desde los prestadores del Servicio del acueducto como lo es la Asociación La Florida hasta la secretaria de Salud del Departamento de Boyacá, municipio Duitama, se deben abocar a realizar un diagnóstico del funcionamiento de Acueducto la Florida. Este acueducto lleva reportando 4 años seguidos IRCAs en niveles muy altos sin que se haya hecho una propuesta de mejoramiento en el tratamiento de las aguas de esta quebrada. Dentro del diagnóstico se deben incluir todos los equipos y su actual funcionamiento como los son:

- Sistema de floculación
- sistemas de desinfección
- Sistemas de bombeos
- Suministro de materiales

Con el diagnóstico se podrá evidenciar los equipos en mal estado o inexistentes, déficit de materiales y las labores de seguimiento en el tratamiento del agua, que permitirán al ente responsable establecer las acciones para mejorarla y establecer un plan de muestreo que permitirá garantizar que las acciones acometidas, tendrán en el tiempo los resultados esperados que serían la mejora en la calidad del agua.

No sólo se trata de hacer un análisis para cumplir con una estadística. Una vez diagnosticadas las condiciones actuales, se deben establecer las acciones que conlleven a potenciar las buenas prácticas y corregir lo que está mal, y en este caso los responsables de esta desviación no se abocado en el tiempo a los cambios que amerita esta situación, siendo la población de la vereda la florida la que sufre las consecuencias.

Todas estas acciones tienen como objetivo prevenir, mitigar y corregir los efectos de los impactos directos que están afectando la calidad de fuente hídrica antes mencionada, y sólo será posible si el ente responsable se aboca de forma directa y efectiva en la aplicación de las soluciones necesarias para revertir la desviación existente.

CONCLUSIONES

El estado de los cuerpos hídricos puede monitorearse mediante diferentes metodologías ya sean fisicoquímicas, biológicas o cualitativas, pero todas van enfocadas a un objetivo común que es una gestión integral del recurso hídrico.

La medición de los parámetros de calidad del agua para consumo humano para garantizar la capacidad de tener agua segura es una tarea compleja para zonas rurales y/o de difícil acceso, porque se requiere de investigación de laboratorio especializada, como investigación microbiológica, química, como los requeridos a la quebrada Tobales.

Para poder determinar las condiciones o estado de salud actual que puede tener una fuente hídrica, ya sean ríos, quebrada, lagos, etc., un método preliminar a implementar pueden ser los protocolos de evaluación visual, como una herramienta de fácil aplicación, de igual forma se encuentran los análisis de laboratorios que nos permiten conocer de forma más específica la calidad del cuerpo de agua que se esté evaluando.

Para la quebrada Tobales fueron considerados ambos métodos, con el objeto de conocer las condiciones actuales de la calidad del agua de la quebrada, fuente abastecedora del acueducto la Florida, sus características físicas y químicas antes de su tratamiento y a su vez, luego de ser tratada por el acueducto.

Durante la revisión visual, de campo se logró constatar la incidencia de diferentes factores o impactos que actúan de forma directa sobre la calidad del agua. Desde el punto de vista natural, se identificaron la erosión producto de deforestaciones existente en las orillas de la quebrada, las lluvias que activan los eventos movimientos en masas, inundaciones en las zonas aledañas de las quebradas que producen el arrastre de sedimentos afectando considerablemente la calidad del cuerpo de agua.

Desde el punto de vista antropogénico se pudo evidenciar la presencia de ganadería cercana a la quebrada, así como la existencia de viviendas que descargan sus vertidos a las aguas de la misma, afectando las propiedades químicas y organolépticas de esta fuente abastecedora.

La incidencia de estos impactos fue evidenciada con mayor propiedad con los análisis de laboratorio respectivos, donde se tomó en consideración la Norma 2115 de 2007 de calidad de agua para consumo humano para las tres muestras analizadas. Los resultados mostraron que el PH, conductividad, cloruros para las muestras 1,2,3 se mantuvieron en los rangos aceptables, sin embargo, los otros elementos

analizados como lo fueron, sólidos suspendidos, color, dureza total, acidez, alcalinidad y E coli en las 3 muestras coincidieron en valores no aceptables de acuerdo con la norma, lo que define la calidad del agua antes de ser tratada y aun después de su paso por el acueducto como no apta para consumo humano.

El IRCA que se logró determinar para la quebrada Tobales cuenta con riesgo de 95% de acuerdo a la resolución 2115 de 2007 inviable sanitariamente, lo que implica un agua no apta para consumo humano. De igual forma al determinar el IRCA para la salida de la planta se determinó un riesgo de 95% inviable sanitariamente, agua no apta para consumo humano.

Estos resultados sustentan los análisis que ha venido realizando la secretaría de Salud de Duitama, la cual, en los últimos resultados presentados para la revisión de los acueductos del Departamento de Boyacá, y específicamente el municipio Duitama, para los años 2018 y 2020, donde el Acueducto la Florida aparece con un IRCA alto, un agua No apta para consumo humano. Y si vamos mucho más atrás 2016 (inviabile sanitariamente), siendo un panorama que se ha venido evidenciando de forma constante y en donde la secretaria de Salud no ha propiciado un plan, ni acciones correctivas con respecto a la calidad de agua para consumo humano en esa zona.

Con el firme objetivo de propiciar los cambios necesarios para revertir esta condición sobre la quebrada y el acueducto, se ha propuesto un Plan de manejo ambiental, el cual busca prevenir y corregir los impactos que han sido identificados en esta investigación, haciendo énfasis en prácticas muy sencillas que permitirán mitigar y a su vez controlar nuevos impactos sobre la fuente afectada. Paralelamente se insta al ente gubernamental responsable de la política de sanitaria del municipio a realizar el seguimiento y control de este plan ya que se ha evidenciado que es una de las acciones que no se han estado cumpliendo con respecto a esta fuente, así como a la Planta.

CONTRIBUCIONES Y RECOMENDACIONES

1.- Durante el proceso de investigación y análisis de las condiciones de la microcuenca hídrica de la vereda la Florida, específicamente la quebrada Tobales logramos comprobar que la información relacionada con esta vereda es muy poca. Los principales estudios de, análisis y seguimiento están bien sustentado para la quebrada Tocogua, quebrada Grande y la Cuenca del Chiticuy. No obstante, y pasar del déficit de información se logró obtener buenos resultados para determinar las condiciones actuales en la microcuenca quebrada Tobales

2.- La quebrada Tobales presenta impactos sobre su afluente, desde el punto de las vistas de las acciones naturales, así como por la acción humana en la zona. Haber obtenido esta información permitirá ejecutar el plan a corto y largo plazo que permitirá corregir de forma sustantiva estas amenazas y cambiar la condición de la calidad del agua de la quebrada antes y después del tratamiento correspondiente.

3.-En base las condiciones actuales que presenta el Acueductos es imperativo realizar una Inspección por parte de la secretaria de Salud y ejecutar un plan de rehabilitación del acueducto, que permita mejorar los equipos, mantener el suministro de materiales y realizar el seguimiento del tratamiento del agua, con el firme objetivo de garantizar un tratamiento de este preciado líquido acorde con las Normas establecidas para el consumo humano, establecidas por la legislación que rige la materia.

4.-Fortalecer de forma técnica y administrativa a las comunidades para que velen por el cumplimiento de los planes a ejecutar por parte de los entes prestadores del servicio de tratamiento del agua.

5.- A pesar que la información recabada ha sido muy puntual, se presenta como una oportunidad para que las comunidades adyacentes a esta quebrada cuenten con un instrumento real de las

características de la calidad de agua de esta fuente abastecedora la cual es utilizadas por ellos, así como también un documento para plasmar planes, programas o solicitudes a la alcaldía, e instituciones que se aboquen a corregir las debilidades que afectan el suministro agua confiables para la comunidad, al igual que la ejecución de las obras que son necesarias para evitar la contaminación del cuerpo de agua (alcantarillado).

6.- Reforzar los planes de protección de las cuencas por parte de las comunidades y con el acompañamiento de los entes gubernamentales para que su funcionamiento sea eficiente.

7.- incentivar a las comunidades a mejoras en las comunidades con base en un cambio en el uso del suelo de ganadería y así limitar su degradación y aporte de contaminantes al cuerpo de agua.

8.- Como herramienta clave se deben establecer planes de saneamiento y manejo de vertimientos que deben ser implementados por los entes territoriales a través de las empresas prestadoras de este servicio para mejoras de la comunidad y disminuir los aportes de contaminantes por esta acción sobre la fuente hídrica.

9.- Informar a la comunidad vereda La Florida las condiciones actuales del acueducto, su funcionamiento y a su vez concientizarla con el fin de que sean garantes del cuidado y conservación de la cuenca que aporta el agua para sus actividades en la zona.

10.- La información compilada en este documento es base para nuevos estudios sobre la microcuenca la cual presenta un déficit de información en cuanto a la fuente abastecedora del acueducto, donde los entes responsables por el seguimiento y control del tratamiento del agua, no han tomado en cuenta las condiciones totales de las aguas que surten este acueducto. No sólo basta con realizar los análisis año a año como información estadística, sin implementar acciones para cambiar la condición adversa. Incentivar su cuidado, evitar su contaminación y realizar acciones para conseguir una condición óptima del recurso garantizando el bienestar de la comunidad deben ser las premisas de estos entes, con el firme objetivo de un uso sustentable del recurso agua.

REFERENCIAS

Alcaldía de Duitama. Mapa de Riesgo de la Calidad del Agua para Consumo Humano de la Vereda la Trinidad y Vereda Tocogua. Municipio Duitama. Secretaria de Salud de Duitama 2015.

Agudelo Hernández, J., & García Narváez, M. X. (2017). *Análisis de tres alternativas para operar el sistema férreo fuera de la población de Duitama proyecto tren de carga - Bogotá (La Caro) - Belencito, Boyacá*. Universidad Santo Tomás.

Análisis de Situación Salud de Duitama 2005-20015. Secretaria de Salud del Municipio Duitama. 2016

Avellaneda Luis. Diagnóstico de Organizaciones de Servicios de Agua y Saneamiento del Municipio Duitama. Universidad Nacional de Colombia. Bogotá 2020.

Amaya D, Bermudez M. . 2021. Implementación de Protocolos de evaluación cualitativa de corrientes hidrológicas. Estudioriochiticuy, Duitama. Implementationofprotocolsforqualitativeevaluationofhydrologicalcurrents. Chiticuyriverstudy, Duitam

Arévalo Junco, A. D. (2019). .Prototype of a quality monitoring system of the groundwater in collection facilities of a rural town in the municipality of Tibaná-Boyacá. Universidad Piloto de Colombia

Elsy E. Sarmiento R. - Sandra Yamile S - UACP 2021. 32 municipios de Boyacá no cuentan con agua potable en zona urbana”. Gobernación de Boyacá

Barahona J, Acueducto Veredales. Actores de Gestión y Transformación para la Salud Pública Ambiental de Cachipay- Cundinamarca. Universidad de Externado de Colombia (2017).

Baird, R. B., Rice, E. W., & Posavec, S. (2017). Standard Methods For The Examination Of Water And Wastewater 23th. In Amer Public Health Assn

Badii, M., Guillen, A., Rodríguez, C., Lugo, O., Aguilar, J., & Acuña, M. (2015). Pérdida de Biodiversidad: Causas y Efectos Biodiversity Loss: Causes and Factors. Daena: International Journal of Good Conscience, 10(2), 156-174.

Carvajal Rincón, Stella Carolina. Evaluación de riesgos de la calidad de agua para consumo humano del municipio de Duitama mediante herramientas de sistema de información geográfica. Universidad de Alcalá, 2020.

Carrizo Yuliet . Sistema De Monitoreo De La Calidad Del Agua Basado En Not, Utilizando Técnicas De Analítica De Datos Para La Detección De Anomalías En Los Acueductos Ejecutados Por El Plan Departamental De Aguas (Pda) De Cordoba. Universida de Bucaramanga. 2021

Catamarca, E. C.-U. (2015). Obtenido de <http://www.editorial.unca.edu.ar/Publicacione%20on%20line/Ecologia/imagenes/pdf/007-contaminacion.pdf>

Colmenares R y Lorena D. Empoduitama. Fuentes Abastecedoras Sistemas de Acueductos. Agosto 2017 empoduitama.com/resena-historica.

Presidencia de la República de Colombia. (1991). Constitución Política de Colombia de 1991. Recuperado de <https://pdba.georgetown.edu/Constitutions/Colombia/colombia91.pdf>

Diego Fernando Taborda Zúñiga Wilmer Yair Venegas Zambrano, “Elaboración Del Mapa De Riesgos De Calidad Del Agua Para Consumo Humano De La Quebrada La Hoya En El Municipio De Zipaquirá Cundinamarca. Universidad Santo Tomás Facultad de Ingeniería Ambiental Bogotá en 2016.

Diccionario del Agua, c. (2008). Obtenido de <https://iesmunoztorrero.educarex.es/web/aguaserena/diccionario/c.html>

Elaboración de Mapas de Riesgo de la calidad del agua para consumo humano. Subdirección de Salud Ambiental. Ministerio de de Salud y Protección social. 2022.

ECLAC. (2013). Water for the XXI Century for South America. Journal of Chemical Information and Modeling,

Edeis. 2017. ENVIRONMENTAL MANAGEMENT PLAN CASTELLON AIRPO

Figueredo Garzón, C. A., Rincón Parra, N. S., & Salazar Villamil, N. S. (2020). Caracterización acueductos veredales de Duitama a través de los indicadores de calidad, desempeño y gobernanza. In Vestigium IRE, 14(1), 56-76.

García, C., García, J., Rodríguez, J., Pacheco, R., & García, M. (2018). Limitaciones del IRCA como estimador de calidad del agua para consumo humano. *Revista de Salud Pública*, 20, 204-207.

Gobierno de Colombia. (2007). DECRETO 1575 DE 2007. Sistema para la Protección y Control de la Calidad del Agua para Consumo Humano. Recuperado en <https://www.funcionpublica.gov.co/eva/gestornormativo/norma.php?i=30007>.

Global wáter partenership ,southAmerica , quebrada . (s.f.). Obtenido https://www.gwp.org/globalassets/global/gwpsam_files/publicaciones/varios/cuenca_hidrologica.pdf

Global wáter partenership ,southAmerica Microcuenca Hidrográfica. (s.f.). Obtenido de https://www.gwp.org/globalassets/global/gwpsam_files/publicaciones/varios/cuenca_hidrologica.pdf.

Gualdrón Durán, L. E. (2016, December). Evaluación de la calidad de agua de ríos de colombia usando parámetros fisicoquímicos y biológicos. *Evaluationofthewaterqualityoftheriversof*

Colombia usingphysicochemical and biologicalparameters.

Hydrographic In The Framework OfThe Integral Management OfWaterResources. MinistryOfEnvironment And SustainableDevelopmentDirectorateOf Integral Management OfWaterResources

General GuidelinesForSediment Management AtTheBasinLevel

Informe de Vigilancia de la calidad del Agua para Consumo Humano. Acueductos Rurales. Periodo Enero - Junio 2018.

Informe Nacional de la Calidad del agua para consumo humano. INCA 2017.

Kaboré, I., Moog, O., Ouéda, A., Sendzimir, J., Ouédraogo, R., Guenda, W., &Melcher, A. H. (2018). Developing reference criteria for the ecological status of West African rivers. *EnvironmentalMonitoring and Assessment*,

Mapa de riesgo de la Calidad de agua para consumo humano del rio chicamocha. Fuente abastecedora del casco urbano del municipio Tibabosa - Boyaca 2014.

Macuroy, J., Devanadera, M. C., Roxas, E., Salvacion, A., &Sandaló, R. (2017). Reliability of the Sarno River Visual Assessment Protocol (SRVAP) as a River Quality Evaluation Tool: Result from Initial Assessment in Aborlan River, Philippines. *Journalof Human Ecology*,

Organización de las Naciones Unidas. (2015). Objetivos de desarrollo Sostenible. Recuperado en <https://www.un.org/sustainabledevelopment/es/objetivos-de-desarrollo-sostenible>.

Observatorio Ambiental de Bogota <https://oab.ambientebogota.gov.co>

Plan De Ordenamiento Territorial Duitama - Boyacá. Documento Diagnóstico 2001.

Pérez, J. H., Martínez-Romero, L. C., Castellanos-Guerrero, L. T., Mora-Parada, A. R., & Rocha-Gil, Z. E. (2020). Macroinvertebrate bioindicators of water quality in artificial hydrological systems in the department of boyacá, colombia.

Resolución 4716 de 2010 del Ministerio de Protección Social y el Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial.

Rojas D. Ramiro C. Análisis de los índices de riesgo de calidad de agua potable (IRCA) en Boyacá entre 2016-2019.

Rumi News. Reducing the environmental impact of livestock is in everyone's hands. Junio 2017

Salamo P, Romero C, 2018. Diagnostico y Propuesta de Manejo Ambiental de la Quebrada Boyacogua.

Secretaria de Salud de Duitama. Mapa de riesgo de la calidad de agua para consumo humano de la vereda la trinidad y la vereda tocogua municipio de Duitama. 2019

Silvano, R. A. M., Udvardy, S., Ceroni, M., & Farley, J. (2005). An ecological integrity assessment of a Brazilian Atlantic Forest watershed based on surveys of stream health and local farmers' perceptions: Implications for management. *Ecological Economics*,

(South América, Global wáter partnership). <https://www.gwp.org/es/GWP-Sud-America>

UNESCO. Digital library. Erosion-sedimentation processes in riverbeds and basins Volume 2

United States Department of Agriculture USDA. (2009). Stream Visual Assessment Protocol 2 (SVAP 2) | MN Board of Water, Soil Resources.

United Nations Department of Economic and Social Affairs (UNDESA), International Decade for Action on Water for Life 2005-2015

USGS science for changing world. (n.d.). Hardness of Water. Retrieved October 26, 2021

Vivanco, Benavides M. 2022 Community organizations of water and sanitation services (OCSAS) in Latin America and the Caribbean: water management in rural areas from a technical-social perspective.

Water-quality engineering in natural systems: fate and transport processes in the water environment. (2013).

World Health Organization. (2019). Safe water, better health. In Geneva: World Health Organization;

Zambrano Estefanía. Evaluación de la Calidad del agua para consumo en las cuencas priorizadas del valle del Cauca a partir de la información generada por los mapas de Riesgo. Universidad Autónoma de Occidente.

ANEXOS

- Informe Calidad del Agua Acueducto La Florida 2022

	FORMATO	VERSIÓN: 2
	INFORME DE ANÁLISIS DE LA CALIDAD DEL AGUA PARA CONSUMO HUMANO	CÓDIGO: M-GS-LS-F-088
		FECHA: 04/Abr/2022

INFORMACIÓN DEL PRESTADOR/ MUESTRA

Nit: 826002093	Persona Prestadora: JUNTA ADMINISTRADORA DEL ACUEDUCTO DE LA VEREDA LA FLORIDA	
Muestra No. 134198	Código Laboratorio: 2916 AG-22	Contramuestra PP: NO
Fecha de Toma: 2022/09/26 08:45:00	Fecha Recep. Laboratorio: 2022/09/26 14:14:00	Fecha Análisis Laboratorio: 2022/09/26 14:30:00
Muestra Tomada Por: OSCAR JAVIER OJEDA SILVA	Desinfectante: HIPOCLORITO DE CALCIO- HTH-OXICLORURO DE CALCIO	Coagulante: SULFATO DE ALUMINIO TIPO B
Análisis Solicitados: Microbiológico, Físico, Químico, In-Situ	Resultados para: Vigilancia	Tipo de Muestra: Tratada

INFORMACIÓN DEL LABORATORIO

Código: 26	Nombre: LABORATORIO DEPARTAMENTAL DE SALUD PUBLICA	Teléfono: 7420115
Fax: 7420115	Dirección: CALLE 23 N° 12-74	E-mail: aguas.saludambiental@boyaca.gov.co
Página Web: www.boyaca.gov.co		

INFORMACIÓN DEL SOLICITANTE

Nombre: SECRETARIA DE SALUD DE DUITAMA- CARRERA 15 N° 15-15 TEL: 7626230	Municipio: DUITAMA	Departamento: BOYACA
--	--------------------	----------------------

INFORMACIÓN DEL PUNTO DE TOMA

Departamento: BOYACA	Municipio: DUITAMA	Población: 710	Clase: Sectores de mayor riesgo del sistema de distribución
Lugar: CASA DE FLORENTINO CUSCOPA	Nombre del Punto: CASA DE FLORENTINO CUSCOPA	Código Punto: SCPM	
Dirección: CASA DE FLORENTINO CUSCOPA	GPS:	Fuente(s): QUEBRADA LOS TOBALES	
Concertado: SI		Intradomiciliario: SI	

ANÁLISIS IN-SITU

Característica	Método	Resultado	Unidades	Valores Aceptables	Diagnóstico
pH In-situ	KIT COMPARACIÓN VISUAL	7.4	Unidades de PH	6.5 A 9	Aceptable
Cloro Residual Libre In-Situ	Kit comparación Visual	0.2	mg Cl ₂ /L	0.3 A 2	No aceptable

ANÁLISIS FÍSICOQUÍMICOS Y MICROBIOLÓGICOS

Característica	Método	Resultado	Unidades	Valores Aceptables	Diagnóstico
Aluminio	SM 3500 B	0.05	mg Al 3+/L	0 A 0.2	Aceptable
Calcio	SM 3500-Ca B	5	mg Ca/L	0 A 60	Aceptable
Cloro Residual Libre	Kit comparación Visual	0.2	mg Cl ₂ /L	0.3 A 2	No aceptable
Coliformes Totales	ENSAYO ENZIMA-SUSTRATO STANDARD METHODS 9223 B	2420	UFC/100ml - NMP/100ml	0 A 0	No aceptable
Color Aparente	SM 2120 B	50	UPC	0 A 15	No aceptable
E. Coli	ENSAYO ENZIMA-SUSTRATO	13.5	UFC/100ml - NMP/100ml	0 A 0	No aceptable

Elaboró: Analistas Vigilancia Calidad del Agua
Fecha: 2013-02-19

Revisó: Facilitador Técnico.
Fecha: 2022-03-29
Página 1 de 2

Aprobó: Líder Equipo LDSP
Fecha: 2022-04-04

Informe IRCA 2017. Departamento Boyacá. Municipio Duitama

Acueducto Vereda La Florida



DEPARTAMENTO DE BOYACA
FORME DE VIGILANCIA DE LA CALIDAD DEL AGUA PARA CONSUMO HUMANO



Muestras del periodo comprendido entre el 01 de enero a 31 de diciembre de 2017

MUNICIPIO	PERSONA PRESTADORA	TOTAL MUESTRAS	NIVEL DE RIESGO	IRCA POR MUNICIPIO	NIVEL DE RIESGO POR MUNICIPIO
DUITAMA	ASOCIACIÓN DE SUSCRIPTORES DEL ACUEDUCTO LA JABONOSA PUENTE DE ARCO DE LA VEREDA LA PARROQUIA	6	MEDIO	12.53	BAJO
	ASOCIACIÓN DE SUSCRIPTORES DEL ACUEDUCTO SECTOR CENTRO DE LA VEREDA SIRATA	7	MEDIO		
	ASOCIACIÓN DE USUARIOS DEL ACUEDUCTO LA TRINIDAD SECTOR EL COGOLLO	6	MEDIO		
	ASOCIACIÓN DEL ACUEDUCTO REGIONAL SAN GREGORIO DE LA VEREDA QUEBRADA DE BECERRAS	7	ALTO		
	EMPRESA COMUNITARIA DE ACUEDUCTO Y ALCANTARILLADO DE TOCÓGUA	7	ALTO		
	EMPRESA COMUNITARIA DE SERVICIOS PUBLICOS DE ACUEDUCTO Y ALCANTARILLADO DE LA TRINIDAD	7	MEDIO		
	EMPRESA DE SERVICIOS PUBLICOS DOMICILIARIOS DE DUITAMA S.A. E.S.P.	94	SIN RIESGO		
	JUNTA ADMINISTRADORA DEL ACUEDUCTO DE LA VEREDA LA FLORIDA	6	MEDIO		
	ACUEDUCTO REGIONAL RESGUARDO DE BONZA Y OTROS	6	SIN RIESGO		
EL COCUI	ASOCIACIÓN DE SUSCRIPTORES DEL ACUEDUCTO DEL MORTIÑO DE LA VEREDA EL MORTIÑO	7	ALTO	23.48	MEDIO
	ASOCIACION DE SUSCRIPTORES PARA EL ACUEDUCTO DE AGUA BLANCA, LLANO GRANDE, LAURELES Y ZANJON	7	ALTO		
	EMPRESA SOLIDARIA DE SERVICIOS PUBLICOS DEL MUNICIPIO DE EL COCUI	12	SIN RIESGO		
EL ESPINO	ASOCIACION DE SUSCRIPTORES DEL ACUEDUCTO PIE DE PENA, VEREDA LA BARRERA	6	MEDIO	9.45	BAJO
	ASOCIACION DE SUSCRIPTORES DEL ACUEDUCTO SANTA ANA VEREDA SANTA ANA	6	SIN RIESGO		
	UNIDAD DE SERVICIOS PUBLICOS DOMICILIARIOS DEL MUNICIPIO DE EL ESPINO BOYACA	9	SIN RIESGO		
	ASOCIACIÓN DE SUSCRIPTORES DEL ACUEDUCTO EL CHUSCAL VEREDA LA LAGUNA Y SECTOR SALINITAS	3	SIN RIESGO		
FIRAVITOA	ASOCIACIÓN DE SUSCRIPTORES DEL ACUEDUCTO REGIONAL AGUA TIBIA DE LAS VEREDAS SAN ANTONIO Y OTRAS	7	SIN RIESGO	0.97	SIN RIESGO
	ASOCIACION DE USUARIOS DE ACUEDUCTO TAJAMAR Y LA BOVEDA DEL MUNICIPIO DE FIRAVITOA	7	SIN RIESGO		
	UNIDAD DE SERVICIOS PUBLICOS DEL MUNICIPIO DE FIRAVITOA	13	SIN RIESGO		
FLORESTA	ASOCIACION DE USUARIOS DEL ACUEDUCTO DE HORNOS Y VIVAS BAJO	7	MEDIO	13.26	BAJO
	EMPRESA SOLIDARIA DE SERVICIOS PUBLICOS DEL MUNICIPIO DE FLORESTA	12	SIN RIESGO		

Informe IRCA 2018. Departamento Boyacá. Municipio Duitama

Acueducto Vereda La Florida



DEPARTAMENTO DE BOYACÁ
INFORME DE VIGILANCIA DE LA CALIDAD DEL AGUA PARA CONSUMO
HUMANO
Muestras del periodo comprendido entre el 01 de enero a 31 de Diciembre
de 2018

MUNICIPIO	PERSONA PRESTADORA	TOTAL MUESTRAS	PROMEDIO IRCA	NIVEL DE RIESGO	IRCA POR MUNICIPIO	NIVEL DE RIESGO POR MUNICIPIO
DUITAMA	ASOCIACION DE SUSCRIPTORES ACUEDUCTO VEREDA LA PRADERA	6	0	SIN RIESGO	5,62	BAJO
	ASOCIACION DE SUSCRIPTORES ACUEDUCTO VEREDA SANTA LUCIA	6	2,975	SIN RIESGO		
	ASOCIACIÓN DE SUSCRIPTORES DEL ACUEDUCTO CAÑADA HONDA DE LA VEREDA SAN AN TONIO SUR	6	16,37333333	MEDIO		
	ASOCIACIÓN DE SUSCRIPTORES DEL ACUEDUCTO LA JABONOSA PUENTE DE ARCO DE LA VEREDA LA PARROQUIA	6	11,185	BAJO		
	ASOCIACIÓN DE SUSCRIPTORES DEL ACUEDUCTO SECTOR CENTRO DE LA VEREDA SIRAT A	6	16,40833333	MEDIO		
	ASOCIACIÓN DE USUARIOS DEL ACUEDUCTO LA TRINIDAD SECTOR EL COGOLLO	4	38,6475	ALTO		
	ASOCIACIÓN DEL ACUEDUCTO REGIONAL SAN GREGORIO DE LA VEREDA QUEBRADA DE B ECERRAS	6	12,21166667	BAJO		
	ASOCIACIÓN DE SUSCRIPTORES DEL ACUEDUCTO DEL ESPINAL DE LA VEREDA SIRATA	6	32,36666667	MEDIO		
	EMPRESA COMUNITARIA DE ACUEDUCTO Y ALCANTARILLADO DE TOCOGLUA	5	42,084	ALTO		
	EMPRESA COMUNITARIA DE SERVICIOS PUBLICOS DE ACUEDUCTO Y ALCANTARILLADO D E LA TRINIDAD	6	0,573333333	SIN RIESGO		
	EMPRESA DE SERVICIOS PUBLICOS DOMICILIARIOS DE DUITAMA S.A. E.S.P.	169	0,31	SIN RIESGO		
	UNTA ADMINISTRADORA DEL ACUEDUCTO DE LA VEREDA LA FLORIDA	4	56,26	ALTO		
	ACUEDUCTO REGIONAL RESGUARDO DE BONZA Y OTROS	1	0,00	SIN RIESGO		

Informe IRCA 2019. Departamento Boyacá. Municipio Duitama

Acueducto Vereda La Florida

MUNICIPIO	PERSONA PRESTADORA	TOTAL MUESTRAS	PROMEDIO IRCA ACUEDUCTO	NIVEL DE RIESGO	IRCA POR MUNICIPIO	NIVEL DE RIESGO
DUITAMA	ASOCIACIÓN DE SUSCRIPTORES DEL ACUEDUCTO CAÑADA HONDA DE LA VEREDA SAN AN TONIO SUR	2	34,84	MEDIO	22,84	MEDIO
	ASOCIACIÓN DE SUSCRIPTORES DEL ACUEDUCTO LA JABONOSA PUENTE DE ARCO DE LA VEREDA LA PARROQUIA	3	11,53	BAJO		
	ASOCIACIÓN DE SUSCRIPTORES DEL ACUEDUCTO SECTOR CENTRO DE LA VEREDA SIRATA	3	19,27	MEDIO		
	ASOCIACIÓN DE USUARIOS DEL ACUEDUCTO LA TRINIDAD SECTOR EL COGOLLO	2	0,00	SIN RIESGO		
	ASOCIACIÓN DEL ACUEDUCTO REGIONAL SAN GREGORIO DE LA VEREDA QUEBRADA DE B ECERRAS	3	38,95	ALTO		
	ASOCIACIÓN DE SUSCRIPTORES DEL ACUEDUCTO DEL ESPINAL DE LA VEREDA SIRATA	3	57,12	ALTO		
	EMPRESA COMUNITARIA DE ACUEDUCTO Y ALCANTARILLADO DE TOCOGUA	2	38,09	ALTO		
	EMPRESA COMUNITARIA DE SERVICIOS PUBLICOS DE ACUEDUCTO Y ALCANTARILLADO D E LA TRINIDAD	2	9,49	BAJO		
	JUNTA ADMINISTRADORA DEL ACUEDUCTO DE LA VEREDA LA FLORIDA	3	51,44	ALTO		
	ACUEDUCTO REGIONAL RESGUARDO DE BONZA Y OTROS	2	15,36	MEDIO		
EL COCUY	ASOCIACION DE SUSCRIPTORES DEL ACUEDUCTO DEL MORTIÑO DE LA VEREDA EL MORTIÑO	2	44,51	ALTO	44,16	ALTO
	ASOCIACION DE SUSCRIPTORES PARA EL ACUEDUCTO DE AGUA BLANCA, LLANO GRANDE , LAURELES Y ZANJÓN	2	43,81	ALTO		
EL ESPINO	ASOCIACION DE SUSCRIPTORES DEL ACUEDUCTO PIE DE PEÑA, VEREDA LA BARRERA	2	50,29	ALTO	21,33	MEDIO
	ASOCIACION DE SUSCRIPTORES DEL ACUEDUCTO SANTA ANA - VEREDA SANTA ANA	3	6,28	BAJO		
	ASOCIACIÓN DE SUSCRIPTORES DE ACUEDUCTO EL CHUSCAL VEREDA DE LA LAGUNA Y EL SECTOR SALINITAS.	3	7,42	BAJO		
	ASOCIACIÓN DE SUSCRIPTORES DEL ACUEDUCTO REGIONAL AGUA TIBIA DE LAS	2	0,00	SIN RIESGO		

Informe IRCA 2020. Del 1ro de enero a 30 de septiembre

Acueducto Vereda La Florida Departamento Boyacá. Municipio Duitama

	EMPRESA DE SERVICIOS PUBLICOS DOMICILIARIOS DE DUITAMA S.A. E.S.P	111	0,22	Sin riesgo		
	ACUEDUCTO REGIONAL RESGUARDO DE BONZA Y OTROS	3	0,00	Sin Riesgo		
	JUNTA ADMINISTRADORA DEL ACUEDUCTO DE LA VEREDA LA FLORIDA	6	54,54	Alto		
EL COCUI	ASOCIACIÓN DE SUSCRIPTORES DEL ACUEDUCTO EL MORTIÑO DE LA VEREDA EL MORTIÑO DEL MUNICIPIO DE EL COCUI.	4	66,93	Alto	32,08	Medio
	ASOCIACIÓN DE SUSCRIPTORES PARA EL ACUEDUCTO DE AGUABLANCA, LLANOGRANDE, LAURELES Y ZANÚN.	4	36,41	Alto		
	EMPRESA SOLIDARIA DE SERVICIOS PÚBLICOS DEL MUNICIPIO DE EL COCUI	5	0,72	Sin riesgo		
EL ESPINO	ASOCIACIÓN DE SUSCRIPTORES DEL ACUEDUCTO PIE DE PEÑA DEL MUNICIPIO DE EL ESPINO.	5	41,03	Alto	25,53	Medio
	ASOCIACIÓN DE SUSCRIPTORES DEL ACUEDUCTO EL CHUSCAL VEREDA DE LA LAGUNA Y SECTOR SALINITAS	4	8,41	Bajo		
	ASOCIACIÓN DE SUSCRIPTORES DEL ACUEDUCTO SANTA ANA VEREDA SANTA ANA DEL MUNICIPIO DE EL ESPINO	5	54,36	Alto		
	UNIDAD DE SERVICIOS PÚBLICOS DOMICILIARIOS DEL MUNICIPIO DE EL ESPINO-BOYACÁ	6	0,00	Sin Riesgo		
FIRAVITABA	ASOCIACION DE SUSCRIPTORES DEL ACUEDUCTO REGIONAL AGUA TIBIA DE LAS VEREDAS SAN ANTONIO DEL SECTOR GARROCHAL EL BOSQUE SECTOR SAN CARLOS Y OTROS	4	0,00	Sin Riesgo	10,36	Bajo
	ASOCIACIÓN DE USUARIOS DEL ACUEDUCTO TAJAMAR LA BÓVEDA DE MUNICIPIO DE FIRAVITABA	6	12,43	Bajo		
	ASOCIACION DE USUARIOS PRO ACUEDUCTO VEREDA CALAVERNAS SECTOR BOSQUE BAJO Y PUNTOS ALEDAÑOS VEREDAS DE OCAN Y VICTORIA	4	38,31	Alto		
	UNIDAD DE SERVICIOS PÚBLICOS DEL MUNICIPIO DE FIRAVITABA	8	0,00	Sin Riesgo		
FLORESTA	ASOCIACIÓN DE USUARIOS DEL ACUEDUCTO DE TOBASIA	5	5,28	Bajo	8,99	Bajo
	EMPRESA SOLIDARIA DE SERVICIOS PÚBLICOS DEL MUNICIPIO DE FLORESTA	7	18,06	Medio		
	JUNTA ADMINISTRADORA DEL ACUEDUCTO DE LA VEREDA HORNO Y VIVAS PARTE BAJA BAJO	5	0,00	Sin Riesgo		
	ASOCIACIÓN DE SUSCRIPTORES DEL ACUEDUCTO DE LAS	-				

Mapa de IRCA por Municipios. Departamento de Boyacá

Primer Semestre 2020

