



Implementación De Metodologías Cualitativas Para La Evaluación Visual De Ríos.

Estudio De Caso Río Chicamocha Tramo Tibasosa

Natalia Estefany Garavito Cerón

Código: 21231715558

Universidad Antonio Nariño

Programa Ingeniería Ambiental

Facultad de Ingeniería Ambiental

Duitama, Colombia

2022

Implementación De Metodologías Cualitativas Para La Evaluación Visual De Ríos

Estudio De Caso Río Chicamocha Tramo Tibasosa

Natalia Estefany Garavito Cerón

Proyecto de grado presentado como requisito parcial para optar al título de:

Ingeniera Ambiental

Director (a):

Magister. Ing. Jessica Lorena Cifuentes

Línea de Investigación:

Gestión integrada del recurso hídrico

Semillero de Investigación:

Adaptabilidad al cambio climático

Universidad Antonio Nariño

Programa Ingeniería Ambiental

Facultad de Ingeniería Ambiental y Civil

Boyacá, Colombia

2022

NOTA DE ACEPTACIÓN

El trabajo de grado titulado
_____, Cumple con
los requisitos para optar
Al título de _____.

Firma del Tutor

Firma Jurado

Firma Jurado

Ciudad, Día Mes Año.

Contenido

	<u>Pág.</u>
Resumen.....	1
Abstract	2
1. Introducción	3
2. Antecedentes.....	5
3. Objetivos.....	9
3.1 Objetivo General	9
3.2 Objetivos Específicos.....	9
4. Justificación	10
5. Planteamiento del Problema	12
6. Marco Teórico.....	14
6.1. Marco Conceptual	14
6.2. Marco Legal	17
7. Metodología	20
7.1. Fase I: Identificación Del Río De Estudio	21
7.2. Fase II: Indagación y Recopilación de Información Secundaria.....	21
7.3. Fase III: Identificación De Puntos De Muestreo	21
7.4. Fase IV: Análisis De Las Muestras De Los Puntos De Monitoreo.....	21
7.5. Fase V: Análisis De resultados.....	23

8.	Resultados y Análisis.....	24
8.1.	Identificación del tramo Tibasosa río Chicamocha.....	24
8.1.1.	<i>Información geográfica del río Chicamocha</i>	24
8.1.2.	<i>Sistema Hídrico Del Rio Chicamocha</i>	25
8.2.	Indagación y Recopilación de Información Secundaria.....	26
8.3.	Identificación De Los Puntos De Monitoreo.....	32
8.4.	Análisis De Muestras	36
8.4.1.	<i>Monitoreo De Los Puntos</i>	36
8.4.2.	<i>Análisis De Parámetros Fisicoquímicos</i>	39
8.5.	Análisis de resultados.....	44
9.	Conclusiones.....	48
10.	Referencias.....	51
11.	Anexos	56

Lista de tablas

	<u>Pág.</u>
Tabla 1. Principios Ambientales -Constitución Política de Colombia.....	17
Tabla 2. Normativa General del Recurso Hídrico.....	18
Tabla 3. Cartilla A para monitoreo de línea base.....	27
Tabla 4. Cartilla B para monitoreo de vigilancia.	30
Tabla 5. Categorías de estado asignadas a la evaluación visual total.	31
Tabla 6. Localización y Descripción De Los Puntos De Monitoreo.....	34
Tabla 7. Resultados De Los Monitoreos Realizados.	37
Tabla 8. Análisis de resultados en función de la Resolución 2115 del 200.	46
Tabla 9. Análisis de resultados en función de la Resolución 631 del 2015	47

Lista de Ilustraciones

	<u>Pág.</u>
Ilustración 1. Localización General Cuenca de río Chicamocha.	25
Ilustración 2. Área Delimitada Rio Chicamocha - Tramo Tibasosa.	26
Ilustración 3. Puntos De Monitoreo.	32
Ilustración 4. Parámetros Evaluados In Situ.	40
Ilustración 5. Parámetros Evaluados In Situ.	40
Ilustración 6. Parámetros Evaluados En Laboratorio.....	41
Ilustración 7. Resultados cultivo bacteriano punto 1.	42
Ilustración 8. Resultados cultivo bacteriano punto 2.	43

Ilustración 9. Resultados cultivo bacteriano punto 3.	43
--	----

Lista de Gráficas

	<u>Pág.</u>
Gráfica 1. Resultados Cartilla A Monitoreo de línea base.....	38
Gráfica 2. Resultados cartilla B Monitoreo de vigilancia.	38
Gráfica 3. Resultado estado ecológico cartillas A y B.....	39

Agradecimientos

Este proyecto está dedicado a todas las personas que estuvieron presentes en mi proceso formativo, a mis padres por ser el mejor ejemplo a seguir, hermanos mi apoyo incondicional, Camilo Plazas la persona que me apoya y siempre ha estado a mi lado, en el que puedo confiar, Joaquín Santiago mi hijo la mayor bendición que Dios pudo haberme dado, a los ingenieros que han hecho parte de mi carrera profesional gracias por sus enseñanzas, correcciones, paciencia, dedicación e interés, a la universidad Antonio Nariño por brindarme todo lo necesario para poder culminar mi proyecto, a la ingeniera Jessica Lorena Cifuentes que siempre estuvo pendiente de este proyecto el cual doy gracias por su motivación.

Resumen

Esta investigación tiene como objetivo evaluar el impacto ambiental presentado en el río Chicamocha dentro del tramo que circula por el municipio de Tibasosa (Boyacá) mediante el uso de metodologías establecidas para la evaluación visual de ríos tomando tres puntos de muestreo. Además, se realizó la caracterización de la zona de estudio, análisis fisicoquímicos y microbiológicos, empleando el protocolo de evaluación visual Hawái y cartillas de monitoreo de línea base, monitoreo de vigilancia y el estado ecológico aplicadas mediante encuestas realizadas a la comunidad aledaña a la rivera del Río y zona de estudio, a través de las cuales se identificó que el Río presenta una alta contaminación debido a vertimientos, granjas ganaderas y contaminantes derivados de la agricultura desarrollada en el área como frutas y legumbres, generando afectación a la salud humana por consumo indirecto.

Palabras claves: Protocolo de evaluación, contaminación, recursos hídricos, vertimientos.

Abstract

The objective of this research is to evaluate the environmental impact presented in the Chicamocha River within the section that circulates through the municipality of Tibasosa (Boyacá) through the use of established methodologies for the visual evaluation of rivers taking three photography points. In addition, the characterization of the study area, physicochemical and microbiological analyzes were carried out, applying the visual evaluation protocol and baseline monitoring charts, surveillance monitoring and the ecological state in which these two are in collaboration with the community, it was identified that the river generates high pollution due to discharges, livestock farms and contaminants derived from agriculture such as fruits, legumes present effects on human health due to indirect consumption.

Keywords: Evaluation protocol, pollution, water resources, discharges.

1. Introducción

El río Chicamocha es el más importante en el departamento de Boyacá; su origen proviene de Tunja, atravesando varios municipios como Paipa, Duitama, Tibasosa, Sogamoso, teniendo en cuenta que forma parte del cañón del Chicamocha se dirige a Santander y converge con el río Suárez y el río Fonce para formar finalmente el río Sogamoso. (Fuentes et al., 2020)

En el área de las cuencas alta y media del río Chicamocha, el desarrollo de la economía se centra en la extracción, el comercio y el procesamiento de recursos, principalmente minerales, negocios industriales, turismo, agricultura y ganadería. Las actividades de extracción de arena generan impactos negativos como aumento de turbidez, cambios en el pH por derrames de aceite de automotores extractores de arena y la industria siderúrgica. Las operaciones mineras, las instalaciones turísticas y las zonas residenciales liberan grandes cantidades de aguas residuales domésticas en las ramas del efluente hídrico. La producción agrícola de papa, cebolla y diferentes actividades más que se encuentran cerca del río Chicamocha generan escorrentía a esta fuente hídrica contaminando y generando grandes impactos como escorrentía de plaguicidas y desechos de los cultivos.

La calidad del agua se puede ver afectada por diferentes factores físicos dentro de los cuales se pueden encontrar vertimientos inadecuados de residuos sólidos, deforestación, precipitación, tiempo, pH, dureza, mala planificación de obras civiles, químicos como vertimiento de aguas residuales urbanas o domésticas, vertimiento de residuos industriales y microbiológicos (Induanalisis, 2019).

Se han implementado protocolos de calidad a nivel internacional basado en SVAP, un protocolo de evaluación de imágenes en línea diseñado para los Estados Unidos, desde entonces, se ha adaptado a diferentes países y ubicaciones. Las modificaciones se realizan teniendo en

cuenta factores específicos de cada región en América Latina, adaptación SVAP para Costa Rica, desplegado en países como Honduras, Puerto Rico, Perú y Colombia, por lo que es el protocolo de seguimiento utilizado en este proyecto.

En el río Chicamocha del tramo Tibasosa se evaluará el impacto ambiental visual mediante la selección de tres puntos de muestreo que se consideraron de gran importancia debido a la existencia de actividades ganaderas, actividades industriales y otras que generan altos porcentajes de contaminación en el Río además de la aplicación de encuestas que permitirán indagar los impactos ocasionados por las diferentes actividades potenciales realizadas en la zona de estudio, a través de la aplicación de cinco fases I: Identificación del Río de estudio, II: Indagación y recopilación de información secundaria, III: Identificación de puntos de muestreo, IV: Análisis de las muestras de los puntos de monitoreo y V: Análisis de resultados.

2. Antecedentes

El desarrollo industrial fue un pilar en el desarrollo del problema, la contaminación del medio ambiente se deriva de las actividades humanas desarrolladas en diversos campos de trabajo. En un esfuerzo por manejar la situación, se introdujo la primera regulación que condujo a la búsqueda conjunta de soluciones a los problemas ambientales, conocida como derecho EE.UU. medio ambiente; esta ley surge del fundamento del tipo básico en la observación de países con fuerte desarrollo industrial. De la pena de ley el entorno estadounidense crea métodos de evaluación de impacto medio ambiente o evaluaciones de impacto ambiental inicialmente se enfocan en proyectos de un tipo particular y luego adicionan estilos de escritura globales (Contreras et al., 2015).

El departamento de agricultura de los Estados Unidos desarrolló el protocolo de evaluación visual de arroyos SVAP para ser implementado en diferentes estados del país considerando siempre las variaciones regionales, con el fin de determinar la salud de ríos, de los ecosistemas y el estado de los hábitats. El protocolo está enfocado en el análisis cualitativo de 15 o 16 parámetros relacionados con la calidad del agua y del hábitat, y se aplica mediante puntajes numéricos de 1 a 10, al finalizar se suman todas las calificaciones y se dividen en el número de parámetros, ese puntaje final se verifica con una tabla que indica la condición del río. A partir de este documento inicial surgieron nuevos con modificaciones para cada zona y posteriormente para diferentes países (Bjorkland et al., 2001).

Un tipo de Review Express es el Streaming Visual Review Protocol Calificación del Departamento de Agricultura de los Estados Unidos (USDA) una herramienta rápida y eficaz para describir el estado general de los ríos (Ballesteros, Pandan, Naddeo y Bélgica, 2015). SVAP ha sido implementado y regulado en otros países como Italia (Ballesteros et al., 2015) y Filipinas

(Macuroy et al., 2017) considerado un buen indicador de los valores fisicoquímicos locales porque muestra que se correlaciona significativamente con la temperatura y la suspensión de sólidos (Macuroy et al., 2017).

Dado que la contaminación de los ríos es un problema mundial; investigar formas de prevenir, reducir el impacto ambiental, garantizar la calidad de agua buscando solucionar el problema de disponibilidad en todo el mundo es clave para lograr encontrar el índice de contaminación, obtener parámetros específicos por encima de los niveles aceptables y determinar la contaminación y los impactos. A nivel internacional países como Brasil, Australia, Estados Unidos, Italia, Puerto Rico, Hawái, entre otros países, han desarrollado investigaciones sobre la evaluación visual de 7 ríos urbanos, utilizando cartillas y protocolos como la evaluación rápida de la diversidad del hábitat, índice de calidad del agua, índice trófico, SVAP y Sistemas de Información Geográfica (SIG). Suriadikusumah et al (2021).

Implementar y desarrollar proyectos de investigación relacionados a la evaluación visual de los recursos hídricos y fluviales urbanos en muchos países, ha sido muy importante durante más de 10 años. Se necesita mayor investigación para promover la sostenibilidad ambiental para minimizar el impacto de las actividades humanas en el medio ambiente, recursos naturales, prevención, sensibilización social y protección del agua. (Gustavo et al., 2006).

El establecimiento de la Ley 99 de 1993 en Colombia mediante la cual se crea el Ministerio del Medio Ambiente desarrollo sostenible-MADS, luego el Sistema Nacional Ambiental-SINA, la Agencia Nacional de Licencias Medio Ambiente-ANLA abre paso a los procesos de investigación y calificación del impacto al medio ambiente por parte del sector estatal y privado. La evaluación del impacto ambiental-EIA se distingue por abordar cinco áreas

como tema de investigación dentro de las cuales se encuentran: uso de agua, industria, construcción, energía y transporte. (Villegas-Viloria et al., 2018).

Por otra parte, a nivel nacional se han creado herramientas de control y preservación ambiental como los planes de ordenamiento y manejo de cuencas POMCA, en Boyacá a través de la Corporación Autónoma Regional de Boyacá – CORPOBOYACÁ se formuló el POMCA del río Chicamocha en donde se relaciona información ambiental a partir de diagnóstico y prospectiva del estado del Río Chicamocha.

Desde el comienzo del río en Tunja se encuentra gradualmente una debida contaminación debido al vertimiento de aguas residuales procedentes de diferentes urbanizaciones, sus aguas cristalinas solo se pueden ver durante los primeros 50 metros después del nacimiento. La problemática en Tunja por escasez de agua durante los últimos 50 años, debido a la falta planificación y legislación de las aguas residuales, han permitido que los diferentes ríos que irrigan al río Chicamocha a lo largo de su cauce generen contaminación por diferentes sustancias que afectan esta fuente hídrica.

Tunja es el comienzo de la contaminación del río Chicamocha debido a depósitos de materia orgánica, desperdicios y vertimientos de hospitales e industrias, teniendo en cuenta que en Tuta estas aguas son utilizadas para el consumo de animales, riego de pastos, frutales y hortalizas, en Oicatá el depósito de pesticidas y residuos agrícolas y ganaderos dan una alta contaminación al río complementado con las aguas salinas de Paipa y los vertimientos en Duitama que provienen del matadero, Tibasosa deposita aguas grises y negras teniendo varios vertimientos que afectan el área objeto de análisis del presente estudio.

El agua para la agricultura y la ganadería en Tibasosa es importante por su alta actividad agropecuaria la cual debe garantizar el cuidado de cultivos y regar los pastos durante el mes

donde la demanda máxima es de 2,94 m³/s. Los usos industriales se concentran en corredores industriales. La demanda de agua de las industrias es de 0,67 m³/s, en resumen, los requerimientos de agua estimados para diferentes usos son aproximadamente 4,59 m³/s.

3. Objetivos

3.1 Objetivo General

Evaluar el impacto ambiental presentado en el río Chicamocha dentro del tramo que circula por el municipio de Tibasosa, Boyacá mediante el uso de metodologías establecidas para la evaluación visual de ríos.

3.2 Objetivos Específicos

- Definir un marco conceptual que sustente los métodos de identificación, zonificación, caracterización y evaluación visual del tramo Tibasosa del río Chicamocha.
- Desarrollar, identificar, analizar y evaluar el impacto ambiental del tramo Tibasosa del río Chicamocha.
- Analizar la información obtenida con el desarrollo e implementación de los protocolos para la evaluación visual de ríos.
- Proponer acciones de mejora para reducir los efectos negativos detectados en el área de estudio.

4. Justificación

El río Chicamocha es el afluente más importante del Departamento de Boyacá el cual transita por los centros urbanos y rurales mayormente poblados, debido a ello es el foco de captación y generación de vertimientos de distintas actividades productivas las cuales son desarrolladas en su cuenca, ocasionando impactos negativos en la calidad del agua, el ecosistema y la salud de la población aledaña.

La cuenca alta del río Chicamocha drena alrededor de un tercio del condado de Boyacá, el área de la cuenca es de aproximadamente 1536 km², de los cuales 367 km² son la subcuenta del río Jordán y 441 km² son la subcuenta del río Tota (*Río Chicamocha - Wikipedia, La Enciclopedia Libre*, n.d.). La cuenca tiene una elevación promedio de 2.950 msnm y una pendiente promedio de 1.10%. En las inmediaciones del municipio Boyacá, comienza la Quebrada del Chicamocha, que continúa aún después de su confluencia con el río Suárez, Se desplaza por los municipios de Oicatá, Paipa, Tunja, Duitama, Tuta, Santa Rosa de Viterbo, Sogamoso, Firavitoba, Iza, Tibasosa, Cúitiva, Tota, Nobsa, Monguú, Pesca, Gámeza, Floresta, Mongua, Busbanzá, Tasco, Betétiva, Cerinza, Corrales, Paz de Río, Socotá, Socha y Boavita. (Angela Medina et al., 2011)

El área total de la cuenca en la jurisdicción de Corpoboyacá es de aproximadamente 6127 km², la cuenca alta se extiende desde Tunja hasta el corregimiento de Vado Castro con una longitud aproximada de 104 km, y la cuenca media inicia en el corregimiento de Vado Castro hasta Puente Palmera en límites con el municipio de Capitanejo departamento de Santander, con una longitud aproximada de 106 km (Corregidor Fonseca, 2020). La compleja problemática ambiental en la que se encuentra este territorio debido a cuatro municipios Duitama, Tibasosa, Tunja y Sogamoso los cuales generan el 85% de la degradación hídrica de la cuenca, teniendo en

cuenta los diferentes impactos ambientales que se generan por las distintas actividades agrícolas, económicas se realizara una identificación de Evaluación de Impacto Ambiental de acuerdo a los parámetros fisicoquímicos y metodologías que se tendrán en cuenta. (Corpoboyacá, 2006).

Los recursos hídricos incluyen áreas con niveles de contaminación bajos, medios y altos, los datos deben recopilarse a través de canales de observación, censo y encuestas a la comunidad afectada. Las ciudades del alto río Chicamocha generan el 58% del producto interno bruto (PIB) del sector 106, y la mayor parte de la actividad económica (54%) se concentra en las ciudades que forman el denominado Corredor Público Boyacá industrial: Tunja, Tuta, Duitama, Paipa, Nobsa, Sogamoso y Tibasosa.(Corpoboyacá, 2006)

En un análisis más detallado de las fuentes de contaminación del sistema de agua, convencidos de que la principal responsabilidad por el deterioro gradual del ambiente recae en los municipios, seguido de las fábricas y mataderos que emiten niveles indeseables de DBO y SST, la gestión ambiental eficaz tiene como objetivo restaurar y proteger los embalses degradados, básicos y sanitarios siguen inestables, eliminación inadecuada de aguas residuales, la situación es más grave en las zonas rurales, debido al grado de utilización de sistemas de agua potable y alcantarillado es del 87-97%.

Teniendo en cuenta lo anterior, la evaluación de parámetros visuales permiten el acceso a evaluar las características ambientales afectadas, y generar un análisis de calidad, condiciones ambientales sobre el recurso hídrico generando alternativas para tratar, prevenir y reducir el impacto ambiental identificado por lo cual el objetivo del proyecto es definir, caracterizar y analizar algunos parámetros físicos, químicos y microbiológicos del río Chicamocha comprendiendo su importancia e impacto en el medio ambiente.

5. Planteamiento del Problema

La regulación del recurso hídrico es planteada en la Política Nacional para la Gestión del Recurso Hídrico 2010-2022 (PNGRH) (MinAmbiente, 2010a), este tiene como objetivo fundamental “Garantizar la sostenibilidad del recurso hídrico, mediante una gestión y un uso eficiente y eficaz, articulados al ordenamiento y uso del territorio y a la conservación de los ecosistemas que regulan la oferta hídrica, considerando el agua como factor de desarrollo económico y de bienestar social, e implementando procesos de participación equitativa e incluyente” (MinAmbiente, 2010b).

El Río de mayor importancia en Boyacá es el río Chicamocha, donde se encuentran localizados alrededor diferentes municipio que son Paipa, Duitama, Tibasosa, Sogamoso los cuales fueron pilares fundamentales para creación del Cañón del Chicamocha, dando origen en Tuta y en el Jordán en la ciudad de Tunja en el Departamento de Boyacá, ingresa al departamento de Santander donde participa el río Suarez y Fonce para finalmente formar el río Sogamoso (Corpoboyacá, 2006). El área total de la cuenca en la competencia de Corpoboyacá es de unos 6127 km², la cuenca superior va de TUNJA hasta el Vado Castro con 104 km de longitud (Corpoboyacá, 2006).

Los ríos Sotaquirá, Tuta, Chiticuy, Monguí, Gámeza, Susacón y río Nevado hacen parte de esta fuente hídrica tan importante debido a su recorrido el río Chicamocha recibe estos afluentes que le ayudan a su gran formación, la cuenca del río Chicamocha nació en un nivel del mar de 2950 metros sobre el nivel del mar y presentó pendientes promedio en las ollas de 0.31% y una cuenca promedio del 1,5%. Las condiciones generales de los cambios del río después de

cruzar la paz del Río, donde comienza el cañón de Chicamocha, extendido hasta que se combinó con el río Suárez (Corpoboyacá, 2006).

En los municipios de Duitama, Tibasosa, Tunja y Sogamoso por los cuales existe una trayectoria del Río se identifica una problemática ambiental compleja a través de la cual se están generando impactos ambientales ocasionados por las distintas actividades económicas e industriales desarrolladas en torno a éste. Por lo cual, se realizará una Evaluación de Impacto Ambiental y visual de acuerdo a los parámetros Físicoquímicos y microbiológicos realizados en el laboratorio de la Universidad Antonio Nariño, junto con las metodologías que se tendrán en cuenta y se plantea el siguiente interrogante: (Corpoboyacá, 2006)

¿Es posible realizar la evaluación visual del Río Chicamocha tramo Tibasosa a través del método de Hawái?

6. Marco Teórico

6.1. Marco Conceptual

Medio Ambiente

El medio ambiente fue definido por el autor de la Guía Metodológica para la Evaluación del Impacto Ambiental, Conesa Fernandez, (1997, p.62), a través de la cual plantea el termino de medio ambiente como “el entorno vital; el conjunto de factores fisico-naturales, sociales, culturales, económicos y estéticos que interactúan entre sí, con el individuo y con la comunidad en la que vive, determinando su forma, carácter, relación y supervivencia”.

Biodiversidad

La biodiversidad está relacionada con la abundancia, variedad y cantidad de especies y organismos vivos que conforman o hacen parte importante un en ecosistema. (Ministerio del Medio Ambiente, 2018)

Recursos naturales

Los recursos naturales están clasificados en recursos renovales y recursos no renovables, estos recursos son bienes presentes en la naturaleza, que muchas veces se utilizan como materia prima en proceso de producción (Saladié & Oliveras, 2010).

Dentro de los recursos naturales más importantes se encuentra el **agua**, ya que es una parte fundamental para todo ser vivo, porque es empleada para el desarrollo de actividades como la ganadería, la agricultura y las actividades industriales, las cuales hacen parte de factores sociales, ambientales, económicos y estratégicos para el desarrollo del país. Este recurso es

necesario, pero también es vulnerable, por lo que se requiere de medidas de manejo, control y no solo procesos de renovación natural a través del ciclo hidrológico.

El agua hace parte de los ecosistemas, de la sostenibilidad del medio ambiente y la sociedad, para poder proteger este recurso se debe mantener la calidad del agua en condiciones adecuadas ya que las fuentes hídricas suelen transportar altas cargas contaminantes generadas por procesos agroindustriales, socioeconómicos y vertimientos de aguas residuales sin previo tratamiento, estas acciones son cada vez más altas, debido al abundante crecimiento de la población y a las actividades económicas e industriales (Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, 2014).

Para realizar **análisis de la calidad del agua**, es necesario considerar un conjunto de características sensoriales, físicas, químicas y microbiológicas antes de que el agua pueda ser utilizada para un propósito específico, como es el agua para consumo humano y el consumo diario en otras actividades como: protección de animales y plantas, ganadería, industrial, pesquera, recreativa y agrícola. La calidad del agua siempre ha sido un aspecto preocupante, porque el agua pura no es natural. Los ríos, embalses, lagos, mares y precipitaciones contienen diferentes concentraciones de sales, minerales, gases y partículas en el medio en el que se ubica y transporta la fuente de agua. Los contaminantes producidos, ya sea de forma natural o de los contaminantes generados por las actividades humanas, como el agua industrial, los productos agrícolas, los desechos industriales, los pesticidas, etc., se liberan al agua y cambian sus propiedades y también crean un problema de uso y limitan su uso a tales actividades incluido el consumo humano (ORTIZ & ARIAS, 2018).

Adicionalmente para el análisis de la calidad del agua se tienen en cuenta las características organolépticas las cuales según el Decreto 475 de 1998 (Ministerio de salud,

2009). Respecto a lo mencionado anteriormente, al realizar el análisis del **color** se debe saber que las aguas superficiales pueden parecer coloreadas debido a la presencia de materia pigmentada, los problemas que se pueden crear son colores que no permiten flujos de luz y no desarrollan biodiversidad, otro riesgo es que, sin presencia de color, no significa ningún tratamiento en estas aguas. Otra característica a tomar en cuenta es el olor, debido a que el agua en forma pura no crea un sentimiento de olfato.

El **olor** se puede usar como análisis subjetivo para crear una descripción de su estado, calidad, contenido u origen, hay algunos sabores u olores (inodoros, olores de metal, azufre, verduras, picos o pescado) con agua (agua dulce y agua dulce, agua subterránea, sistema anaeróbico, aguas agrícolas, humedales, lixiviados, agua o agua de mar y cultivos de pescado). Los compuestos químicos en el agua, como el fenol, el hidrocarburo, el cloro, los materiales de descomposición orgánica, pueden traer un olor muy fuerte, que, aunque generalmente no se presentan en altas concentraciones, puede llegar a afectar la salud humana, como dolor de cabeza, mareos o alergias (pimienta).

El beneficio de estudiar los cuerpos de agua radica en el hecho de que pueden ser indicadores para conocer del estado de sus cuencas hidrográficas, ya que se pueden evaluar las condiciones del agua, las zonas ribereñas y actividades que se realizan alrededor de los cuerpos hídricos.

La evaluación visual

Para realizar la evaluación visual se aplican cuatro fases para describir la información de las etapas: En una primera etapa se identifica y selecciona el río a evaluar, teniendo en cuenta sus características y la zona en la que se sitúa, y así se puede realizar una investigación más profunda, la segunda se realizará una revisión bibliográfica e información secundaria obtenida

por medio de entrevistas comunitarias con los habitantes del área de estudio, la tercera se recolectan datos y se implementan herramientas de Sistemas de Información Geográfica para poder identificar áreas de gran impacto para así identificar puntos de muestreo que permitan realizar la evaluación de la calidad del agua y finalmente se llevan a cabo visitas de campo para completar la implementación a través de encuestas del Protocolo de Hawaii, tomando en cuenta los parámetros visuales a evaluar teniendo en cuenta los lineamientos del protocolo, con el fin de demostrar las condiciones que presenta el Río.

6.2. Marco Legal

En el marco legal se tienen en cuenta diferentes artículos que se encuentran dentro de la Constitución Política de Colombia, los cuales contienen algunos de los principios generales referentes a temas ambientales como se puede evidenciar en Tabla 1.

Tabla 1.

Principios Ambientales -Constitución Política de Colombia.

Constitución Política Colombia - Principios Generales	
N° Artículo	DESCRIPCION
8	Establece que es una obligación para toda la ciudadanía en todo el territorio nacional, junto con sus gobernantes contribuir para la protección y conservación de las riquezas naturales y culturales de la nación.
49	Determina la organización, dirección y reglamentación de los servicios públicos de la salud y saneamiento ambiental.
63	Establece que son inalienables, imprescriptibles e inembargables los bienes de uso público, los parques naturales, las tierras comunales de grupos étnicos y los demás bienes que determine la ley.
79	Determina que todas las personas residentes en el país tienen el derecho de gozar de un ambiente sano.

Constitución Política Colombia - Principios Generales	
N° Artículo	DESCRIPCION
80	Establece que el estado tiene que garantizar su desarrollo sostenible, su conservación, restauración o sustitución por lo cual se tiene que planificar del manejo y aprovechamiento de los recursos naturales.
88	Determina acciones populares para la protección de derechos e intereses colectivos sobre el medio ambiente bajo la regulación de la ley.
95	Establece como un deber de las personas la protección de los recursos culturales y naturales del país y de vigilar por la conservación de un ambiente sano.

Nota: Elaboración propia basada en (CONSTITUCION POLITICA DE COLOMBIA 1991, 1991).

Así mismo, se revisó la normatividad ambiental colombiana en la cual se destacan decretos, leyes y resoluciones importantes respecto al recurso hídrico y el manejo de cuenca hidrográficas como se evidencia en la Tabla 2:

Tabla 2.

Normativa General del Recurso Hídrico.

Normativa Recurso Hídrico	
Decreto 2811 de 1974	Decreto del cual determina la clasificación, uso del agua, la cual previene y controla las fuentes que contamina el recurso hídrico, estudia y determina los permisos para otorgar el derecho del agua.
Decreto 2857 de 1981	Planeación y ordenamiento de protección de cuencas hidrográficas.
Ley 76 de 1986	Esta ley provee a conservación y protección del recurso hídrico.
Decreto 1681 de 1978	Trata sobre los recursos hidrobiológicos.
Decreto 1575 de 2007	Reglamenta los procedimientos de potabilización y suministro de agua para consumo humano.

Normativa Recurso Hídrico	
Resolución 2115 de 2007	Resolución en la que se establecen los rangos permisibles para los parámetros fisicoquímicos del agua potable.
Resolución 631 de 2015	Resolución en la cual se establece rangos de los parámetros definiendo los valores máximos permisibles para vertimientos puntuales a cuerpos hídricos.
Resolución 1257 de 2018	Establece programas para el uso Eficiente y ahorro del agua.

Nota: Elaboración propia basada en (Ministerio de La Protección Social, 2007),
(Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, 2014), (COLOMBIA & AGRICULTURA,
1981) & (Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, 2014)

7. Metodología

Para la implementación del protocolo y la evaluación visual del Río Chicamocha en el tramo de Tibasosa, se estableció una metodología en la cual se desarrollaron actividades descritas en cinco fases:

FASE 1

En la fase inicial se realizará un análisis que permita identificar y seleccionar el tramo del Río a evaluar.

FASE 2

Se indagará y recopilará información bibliográfica relacionada con la gestión integrada del recurso hídrico, investigaciones y estudios realizados con la evaluación visual de cuerpos hídricos, implementación de metodologías cualitativas.

FASE 3

Se llevará a cabo una recopilación de datos y la implementación de herramientas de Sistema de Información Geográfica para poder delimitar las zonas en donde se encuentra el río Chicamocha y los puntos de monitoreo.

FASE 4

Se llevará a cabo la metodología para la evaluación visual de río Chicamocha en dicho tramo Tibasosa y adicionalmente, se toman muestras para evaluar parámetros fisicoquímicos y microbiológicos.

FASE 5

En la etapa final se obtendrán los resultados del muestreo y monitoreos realizados, en donde se analizará, evaluará y determinará el estado de cada punto.

7.1. Fase I: Identificación Del Río De Estudio

Inicialmente se realizará un análisis para identificar y seleccionar el río a evaluar, teniendo en cuenta las características geomorfológicas como el área, perímetro, ancho, longitud, pendiente. Así mismo, la ubicación e información relevante que se puede obtener de documentos oficiales de los municipios y del departamento en donde tiene influencia el Río como los planes de zonificación, POMCA, entre otros.

7.2. Fase II: Indagación y Recopilación de Información Secundaria

En esta fase se indagará y recopilará información bibliográfica relacionada con la gestión integrada del recurso hídrico, investigaciones y estudios realizados con la evaluación visual de cuerpos hídricos, implementación de metodologías cualitativas para determinar el estado ecológico de los ríos y estudios relacionados realizados tanto a nivel nacional como internacional.

7.3. Fase III: Identificación De Puntos De Muestreo

Se emplearán programas de sistemas de información geográfica como Google Maps, Google Earth y ArcGIS, con la finalidad de localizar los puntos de muestreo del río Chicamocha en el tramo de Tibasosa, así mismo, se podrán determinar los puntos de monitoreo, la recopilación de datos del área de estudio y la visualización del trayecto del Río.

7.4. Fase IV: Análisis De Las Muestras De Los Puntos De Monitoreo

Se llevarán a cabo visitas de campo en los puntos de monitoreo en el tramo del río Chicamocha correspondientes al municipio de Tibasosa, con la finalidad de socializar a la

comunidad aledaña al Río, la metodología que se aplicara para la evaluación visual del río Chicamocha en dicho tramo. Adicionalmente, se tomarán muestras para evaluar parámetros fisicoquímicos como pH, conductividad, temperatura, turbiedad, color, dureza, cloruros y solidos sedimentables del agua en el laboratorio de ingeniería ambiental.

Equipos, Instrumentos, reactivos y soluciones de laboratorio empleados para el análisis de los parámetros fisicoquímicos:

- ✓ pH - Medidor de pH PH400 APERA Instruments.
- ✓ Conductividad y Temperatura - Conductímetro APERA EC20 Instruments.
- ✓ Goteros, pinzas, balón aforado, probeta, bureta, Erlenmeyer, soporte universal, beaker, pipeta, cono Imhoff.

Cloruros mg/L – Muestras sintéticas (NaCl 0,01N, AgNO₃ 0,1 o 0,05 N y solución de K₂CrO₄ al 5%) preparadas en el laboratorio. Empleando el método de Mohr y utilizando la siguiente ecuación se determina la concentración.

$$CL \frac{mg}{L} = \frac{N_{Ag} * V_{Ag} * P_{eq} Cl}{V_{ml} (Muestra)} * 1000$$

Ecuación 1

N_{Ag} = Normalidad del Nitrato de Plata = 0,1N

V_{Ag} = Volumen consumida del Nitrato de Plata

P_{eq} Cl = Peso equivalente del Cloruro

V_{ml} = Volumen de la Muestra

Dureza Total – reactivo EDTA 0,01M y Soluciones empleadas: Indicador negro de eriocromo T, buffer de amónico y Trietanolamina. Empleando el método con EDTA y utilizando la siguiente ecuación se determina la concentración.

$$\text{Dureza Total (mg/LCaCO}_3\text{)} = \frac{A - B * \text{Molaridad EDTA} * 100000}{\text{ml Muestra}}$$

Ecuación 2

A: Volumen del reactivo EDTA utilizado para la titulación (ml)

B: Volumen del reactivo EDTA utilizado para la titulación del blanco (ml)

Sólidos Sedimentables – El método empleado es disponer de un litro de la muestra a analizar en un cono Imhoff por aproximadamente 45 minutos con la finalidad que descieran todos los sólidos sedimentables que contengan la muestra.

Adicionalmente evaluar si las muestras de agua contienen E-Coli, Estreptococos, Bacillus mediante el uso de agar con el método de siembra en estría.

7.5. Fase V: Análisis De resultados

En la etapa final se obtendrán los resultados del muestreo y monitoreos realizados, en donde se analiza, evalúa y determina el estado de cada punto. De igual forma, se valoran los resultados obtenidos del análisis de parámetros fisicoquímicos realizados en el laboratorio y se establecen recomendaciones para mejorar la calidad del recurso hídrico tenido en cuenta la Resolución 631 del 2015 y la Resolución 2115 del 2007.

8. Resultados y Análisis

8.1. Identificación del tramo Tibasosa río Chicamocha

El río Chicamocha específicamente el tramo correspondiente al municipio de Tibasosa, fue seleccionado para realizar la investigación, debido a la importancia que este Río representa para el área de influencia el municipio, como es el abastecimiento de acueductos veredales y la captación del agua para el uso agrícola (Corporación Autónoma Regional de Boyacá, CORPOBOYACÁ, 2009) & (Corpoboyacá, 2014). Por lo anterior, se hace significativo conocer las condiciones y el estado que presenta dicho tramo del Río.

Los sistemas de información geográfica junto con documentos oficiales tanto municipales como departamentales fueron una fuente de información requerida para la identificación, localización y revisión de investigaciones y trabajos realizados sobre el área de estudio de caso.

8.1.1. Información geográfica del río Chicamocha

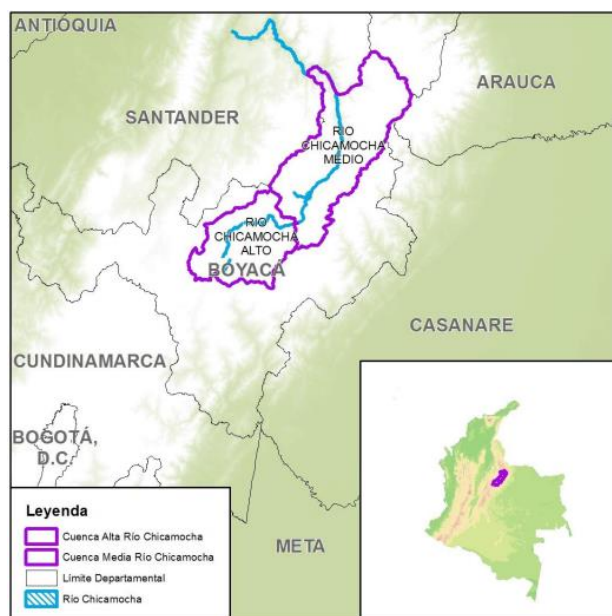
La cuenca del río Chicamocha nace sobre los 2950 msnm y está dividida en dos, la cuenca alta del río Chicamocha que va desde Tunja hasta Sogamoso, cuenta con un pendiente de 0.31% y la cuenta media que comprende desde Vado Castro hasta los límites con Santander donde se une al río Suarez, con una pendiente de 1.5%. (Amanda Medina et al., 2016).

Para el departamento de Boyacá, el río Chicamocha es un afluente muy importante porque atraviesa gran parte del Departamento, nace en la ciudad de Tunja como el río Jordán, pasa por municipios como Tuta, Sotaquirá, Paipa, Duitama, Tibasosa, Sogamoso, Gámeza, entre otros, y cuenta con varios ríos tributarios a medida que pasa atraviesa el departamento como son:

los ríos Sotaquira, Tuta, Surba, Chiticuy, Chiquito Monguí, Gámeza, Susacón y río Nevado (Amanda Medina et al., 2016).

Ilustración 1.

Localización General Cuenca de río Chicamocha.



Nota: Localización general del río Chicamocha (Corpoboyacá et al., 2018)

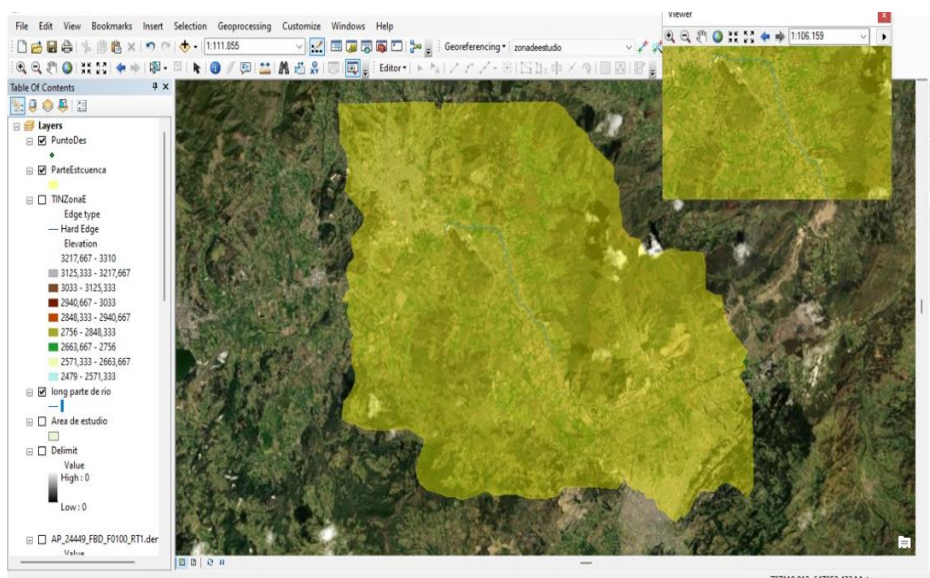
8.1.2. Sistema Hídrico Del Río Chicamocha

La cuenca alta del río Chicamocha se caracteriza por una pendiente baja de 0.31%, amplias zonas de inundación y una alta demanda del recurso hídrico. Por lo que se crearon diferentes organizaciones como Termo Paipa y el distrito de riego y drenaje de gran escala “USOCHICAMOCHA”, este último, cuenta con más de 6324 afiliados en 7 municipios: Paipa, Duitama, Santa Rosa de Viterbo, Tibasosa, Firavitoba Nobsa y Sogamoso, en una extensión de 9300 ha en drenaje y 6800 ha para riego mediante bombeo, para lo cual dispone de 11 estaciones de bombeo con capacidad conjunta de hasta 1,17 m³/s (Ochoa & Sierra, 2014). Como principal elemento de regulación hidrológica se cuenta con el embalse La Copa, el cual tiene una

capacidad de almacenamiento de 70 millones de m³, suficiente para regular la escorrentía anual afluente al embalse (Corpoboyacá et al., 2018).

Ilustración 2.

Área Delimitada Rio Chicamocha - Tramo Tibasosa.



Nota: La figura muestra el área delimitada del río Chicamocha tramo Tibasosa
Fuente: Elaboración Propia.

8.2. Indagación y Recopilación de Información Secundaria

Teniendo en cuenta el tema a tratar y la metodología que se implementara para el desarrollo de la investigación sobre la evaluación visual de ríos urbanos, se realizó la búsqueda y recopilación de información secundaria basada en estudios e investigaciones realizadas en diferentes partes del país e igualmente a nivel internacional, como se puede evidenciar el numeral 2 de antecedentes realizado anteriormente.


Encontrando que en los últimos diez años se han incrementado los estudios relacionados con el tema de gestión integral del recurso hídrico, obteniendo información significativa para el desarrollo del presente trabajo.


Por lo anterior y para el desarrollo del trabajo, se utilizó el protocolo de Hawái para la evaluación visual de ríos adaptado en Talamanca (CATIE, 2008), a través del cual se identifica los procesos de socialización y la explicación de los parámetros a evaluar en el río, ya que este brinda las descripciones y las gráficas para identificar el estado del parámetro valorar, adicionalmente se emplearon dos cartillas A y B, (Rodríguez, 2019), como se muestran en la tabla 3 y 4, las cartillas contienen los parámetros a evaluar de acuerdo al protocolo, pero estas indagan más en cuanto a la fauna y flora que pueden encontrarse en el punto a monitorear para determinar el estado ecológico de cada uno, así mismo las cartillas y permiten una fácil clasificación de los parámetros visuales a evaluar.


Finalmente, de acuerdo a la tabla 5 se realizó la valoración del estado del río Chicamocha en el tramo Tibasosa en función de los puntajes obtenidos de acuerdo a la evaluación aplicada a la comunidad de las áreas mayormente afectadas.

Tabla 3.

Cartilla A para monitoreo de línea base.

		CARTILLA A			
		Monitoreo de línea base			
		Institución: Universidad Antonio Nariño - Sede Duitama			
Tipo de actividad	Rangos	Nivel de actividad humana Puntajes	Variab les	Rango	Puntaje

		CARTILLA A									
		Monitoreo de línea base									
		Institución: Universidad Antonio Nariño - Sede Duitama									
humana		Muy alta	Alta	Media	Baja	Muy Baja	Ninguna	Orillas - Lado 1 Lado 2	Tipos de orillas		
	Minería	0	1	3	5	7	10		Orillas expuestas	1	
	Cultivos	0	1	3	5	7	10		Orillas poco estables	5	
	Ganadería	0	1	3	5	7	10	Orillas estables	10		
	Asentamiento humano	0	1	3	5	7	10	Alteración de flujo	Tipo de alteraciones	Puntaje	
	Actividades recreativas	0	1	3	5	7	10		Muy alterado	1	
	industria	0	1	3	5	7	10		Poco alterado	5	
	Otro ¿Cuál?								No alteración	10	
	No presenta	10							Nivel de cobertura	Puntaje	
	Cantidad de vegetación Puntaje									No cubierta (0%)	1
Tipo de vegetación	Poca	Modera da	Gran Cantidad	Totalidad del lugar	-			Poco cubierta (10-20%)	3		

										
CARTILLA A										
Monitoreo de línea base										
Institución: Universidad Antonio Nariño - Sede Duitama										
	Árboles	3	5	7	10	-	% Capa de ramas y hojas que cubre el río y el suelo (Sombra) - Lado 1 Lado 2	Cobertura moderada (30-50%)	5	
	Arbustos	3	5	7	10	-		Alta cobertura (60-80%)	7	
	Hierbas	1	3	3	5	-		Gran cobertura o total cobertura (90-100%)	10	
	Plantas Acuáticas	7	5	3	1	-				
	Ninguno	1	1	1	1	-		Puntaje		
Suelo	Color		X	Textura		X	Manchas de aceite	Color		Informativo
	Negro			Fina				Cantidad		1
	Beige / crema			Arcillosa			Responsable: _____			
	Rojo / ladrillo			Moderadamente gruesa						
	Amarillo			Gruesa						
	Otro			Otro						
	¿Cuál?			¿Cuál?						

Nota: Cartilla para monitoreo de línea base. Tomada de (Rodríguez, 2019)

Tabla 4.

Cartilla B para monitoreo de vigilancia.

CARTILLA B					
Monitoreo de vigilancia					
Universidad Antonio Nariño – Sede Duitama					
Variables	Rango		Variables	Rango	
Apariencia y claridad del Agua	Tipos de apariencia	Calificación	Color del agua	Tipos de colores	Calificación
	Muy turbia	1		Negro	1
	Turbia	5		Verde-Azul	1
	Ligeramente turbia	7		Marron	5
	Agua Clara	10		Amarillo	5
Basura inorgánica en el agua	Cantidad de Basura	Calificación	Basura orgánica en el agua	Rojizo/ ladrillo	5
	Mucha Basura	1		Transparente	10
	Poca Basura	5		Cantidad de Basura	Calificación
	No hay Basura	10		Mucha Basura	1
Olor del agua	Tipo de olor	Calificación	Animales en peligro	Poca Basura	5
	Muy fuerte	1		No hay Basura	10
	Fuerte	3		Nombre	Especie
	Moderado	5	Plantas en peligro		
	Poco olor	7		Nombre	Especie

	CARTILLA B				
	Monitoreo de vigilancia				
	Universidad Antonio Nariño – Sede Duitama				
	Olor natural	10			
Velocidad (m/s)			Manchas de aceite (X)	Color	Si / No
Profundidad y Ancho (m)				Tipo de Aceite	
Hechos raros					
Responsable					

Nota: Cartilla para monitoreo de vigilancia. Tomada de (Rodríguez, 2019)

Tabla 5.

Categorías de estado asignadas a la evaluación visual total.

Puntaje	Categorías Estado
	Ecológico
10	Estado óptimo
9 – 8	Buen estado
7 – 6	Estado aceptable
5 – 4	Estado regular
3 – 2	Mal estado
1	Muy mal estado

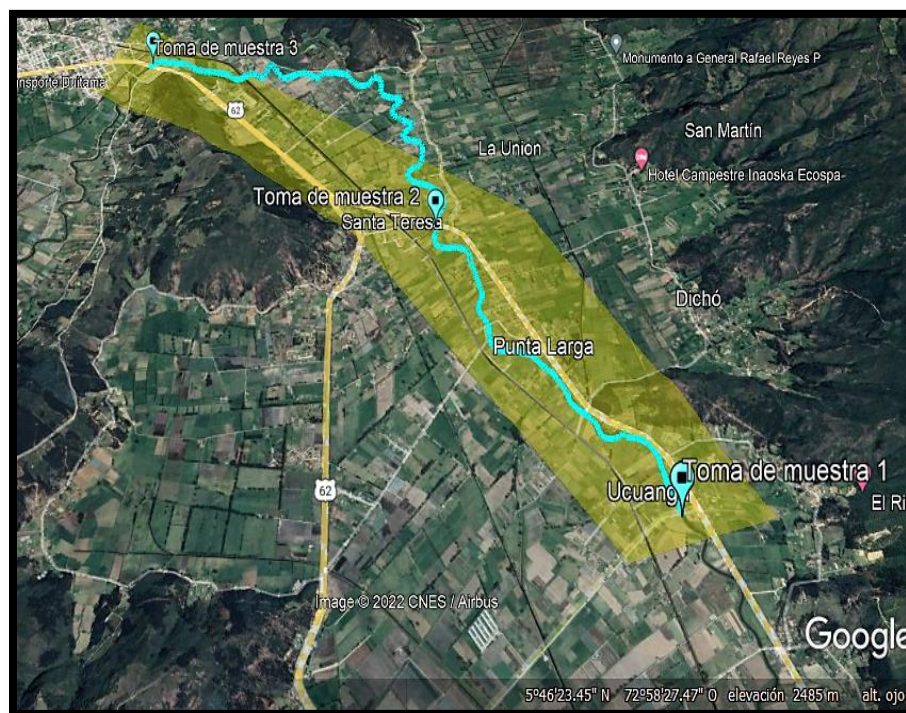
Nota: Tomado de (Rodríguez, 2019)

8.3. Identificación De Los Puntos De Monitoreo

Se identificaron los puntos donde hay mayor contaminación y puntos de vertimientos, se hizo uso de la herramientas Google Earth y ArcGIS para la localización de los mismos, como se muestra en la figura 4 identificando que estos puntos tienen una alta contaminación por diferentes cultivos agrícolas e industrias que se encuentran cerca de esta fuente hídrica, estos puntos son estratégicos debido a que en el punto 1 se encuentra vertimiento de aguas grises y negras, en el 2 presenta una alta problemática debido a que la bocatoma veredal de Tibasosa se encuentra en inmediaciones del muestreo y es donde se observa mayor contaminación, en el punto 3 hay parqueaderos y presencia de material particulado.

Ilustración 3.


Puntos De Monitoreo.





Nota: Elaboración propia a partir de Google Earth.

Se ubicaron tres puntos en el tramo Tibasosa del río Chicamocha donde se utilizó la herramienta de Google Earth identificando los puntos de monitoreo como se encuentran en la (Ilustración 1) localizando los tres puntos identificados en el trayecto del Río estratégicamente en áreas en donde hay gran incidencia de actividades agroindustriales como en los puntos 1 y 3, el punto 2 se encuentra ubicado a 100 metros aproximadamente de la bocatoma que abastece el acueducto veredal de Tibasosa como se muestra en la tabla 8.

Tabla 6.*Localización y Descripción De Los Puntos De Monitoreo.*

Puntos	Coordenadas		Descripción De La Zona	Fotografía
	Latitud N	Longitud W		
Punto 1	5° 46' 21.33"	72° 58' 29.38"	Está ubicado entre la vereda Tibasosa y Cuenca Nobsa teniendo en cuenta un vertimiento de aguas grises y negras y una alta contaminación agrícola debido a fungicidas, pesticidas, material particulado procedentes de cultivos cerca al punto de monitoreo.	

Punto 2	5° 47' 38.51"	72° 593' 20.13"	<p>Está ubicado en la vía Duitama – Nobsa, a través del cual se evidencia contaminación agrícola, basuras, este se encuentra cerca a la boca toma del acueducto veredal de Tibasosa – exactamente ubicado en la vereda Santateresa.</p>	
Punto 3	5° 48' 39.02"	73° 00' 46.72"	<p>Punto 3 ubicado en Puente Arepas se encuentra alto grado de contaminación por gases, material particulado por el alto tránsito vehicular en la zona y la actividad industrial que se realiza.</p>	

Nota: Descripción de los puntos de muestreo. Elaboración propia

8.4. Análisis De Muestras

8.4.1. Monitoreo De Los Puntos

La recopilación obtenida se hizo de manera escrita la cual tuvo como función realizar una inducción a la población cercana al tramo, con la finalidad de poder identificar las falencias que se tienen respecto al tema de la contaminación y afectación de los cuerpos hídricos que se este caso se está presentando en el río Chicamocha con el objetivo de lograr un buen trabajo de investigación.

Dentro de los parámetros a evaluar se encuentran para la cartilla A: El tipo de actividad que se realiza cerca de los puntos de monitoreo (Minería, asentamientos, cultivos, actividades de ganadería, industriales o actividades recreativas), el estado de las orillas (expuestos, inestables, estable), alteraciones en el flujo (altamente perturbado, ligeramente perturbado, no perturbado), el nivel de cobertura (Sombra), tipo de vegetación de las orillas (árboles, árboles arbustos, pastos, plantas acuáticas, no presente), color de suelo. Para la cartilla B se evalúan variables como: Apariencia del agua (muy turbia, turbia, ligeramente turbia, agua clara), presencia, cantidad y tipo de basura (orgánicas o inorgánicas), color del agua (negro, verde-azul, marrón, rojizo, transparente), olor del agua (muy fuerte, fuerte, moderado, poco olor, olor natural). Parámetros evaluados por las personas que se vincularon a la investigación en los diferentes puntos de monitoreo.

Para el diligenciamiento de las cartillas por parte de las personas se encuentran los espacios correspondientes para las fechas de los días en los que se realizan los monitoreos, espacio para el punto correspondiente a evaluar y tiene las casillas para calificar el estado de cada uno de los parámetros.

Luego de realizar los monitoreos necesarios se ponderan y promedian los datos recopilados del estado de cada uno de los puntos, obteniendo los resultados correspondientes de cada uno de ellos como se muestra en la tabla 4.

Tabla 7.

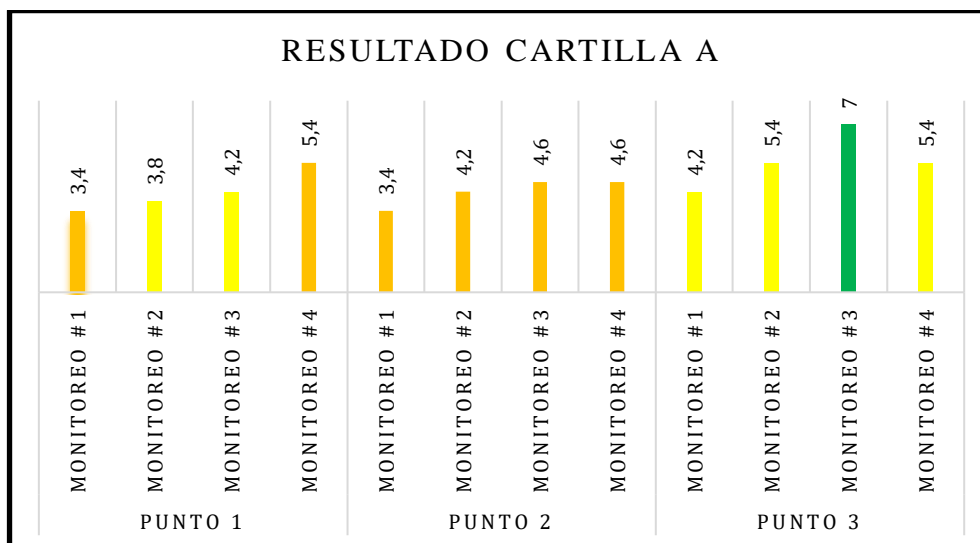
Resultados De Los Monitoreos Realizados.

Lugar	Monitoreo	Puntaje Cartilla A	Estado Ecológico Cartilla A	Puntaje Cartilla B	Estado Ecológico Cartilla B	Puntaje A y B	Estado Ecológico FINAL	Puntaje General del Punto de Monitoreo	Estado Ecológico General del Punto de Monitoreo
Punto 1	Monitoreo #1	3.2	Mal Estado	3.4	Mal Estado	3.3	Mal Estado	2.6	Mal Estado
	Monitoreo #2	4	Estado Regular	3.8	Mal Estado	3.9	Mal Estado		
	Monitoreo #3	4.2	Estado Regular	4.2	Estado Regular	4.2	Estado Regular		
	Monitoreo #4	3	Mal Estado	5.4	Estado Regular	4.2	Estado Regular		
Punto 2	Monitoreo #1	2.6	Mal Estado	3.4	Mal Estado	3	Mal Estado	2.4	Mal Estado
	Monitoreo #2	3.1	Mal Estado	4.2	Buen estado	3.65	Mal Estado		
	Monitoreo #3	3.3	Mal Estado	4.6	Buen estado	3.95	Mal Estado		
	Monitoreo #4	3.3	Mal Estado	4.6	Buen estado	3.95	Mal Estado		
Punto 3	Monitoreo #1	4.7	Estado regular	4.2	Estado Aceptable	4.45	Estado Regular	3.4	Mal Estado
	Monitoreo #2	4.5	Estado regular	5.4	Estado Aceptable	4.95	Estado Regular		
	Monitoreo #3	5.1	Estado regular	7	Estado Aceptable	6.05	Estado Regular		
	Monitoreo #4	4.2	Estado regular	5.4	Estado Aceptable	4.8	Estado Regular		

Nota: Elaboración propia – abril 2022. Resultado de monitoreos realizados.

Gráfica 1.

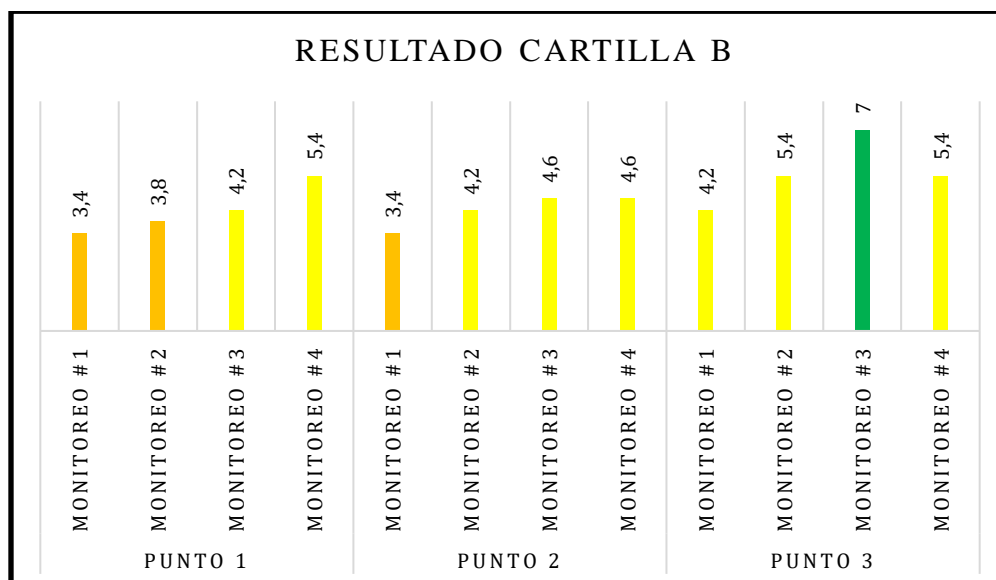
Resultados Cartilla A Monitoreo de línea base



Nota: Elaboración propia- abril 2022. Gráfico resultados cartilla A.

Gráfica 2.

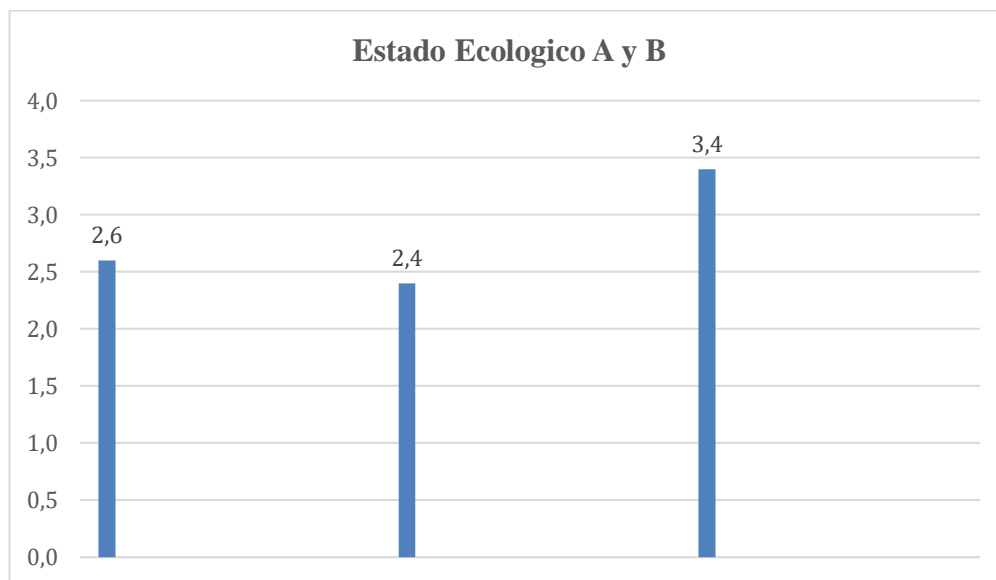
Resultados cartilla B Monitoreo de vigilancia.



Nota: Elaboración propia abril, 2022. Gráfico resultados cartilla B.

Gráfica 3.

Resultado estado ecológico cartillas A y B.



Nota: Elaboración propia abril, 2022. Gráfico resultados estado ecológico cartillas A y B.

8.4.2. Análisis De Parámetros Físicoquímicos

Se evaluaron algunos parámetros físicoquímicos tanto in situ como en el laboratorio de ingeniería ambientan analizando cada una de las muestras tomadas de los puntos de monitoreo, con el fin de conocer la calidad del agua del Río Chicamocha en el tramo correspondiente al municipio de Tibasosa.

Los parámetros evaluados in situ con el uso de la sonda multiparamétrica como se evidencia en la ilustración 1 son: pH, la temperatura en °C, la conductividad $\mu\text{s}/\text{cm}$, sólidos sedimentables y la saturación de oxígeno como se evidencia en la figura 5.

Ilustración 4.

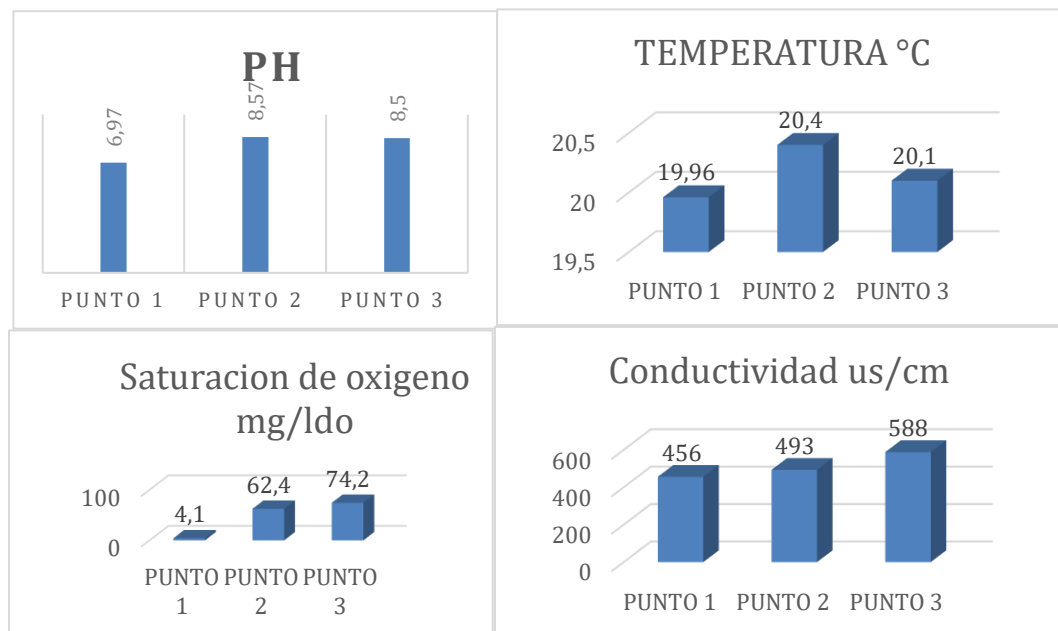
Parámetros Evaluados In Situ.



Nota: Elaboración propia marzo 2022

Ilustración 5.

Parámetros Evaluados In Situ.

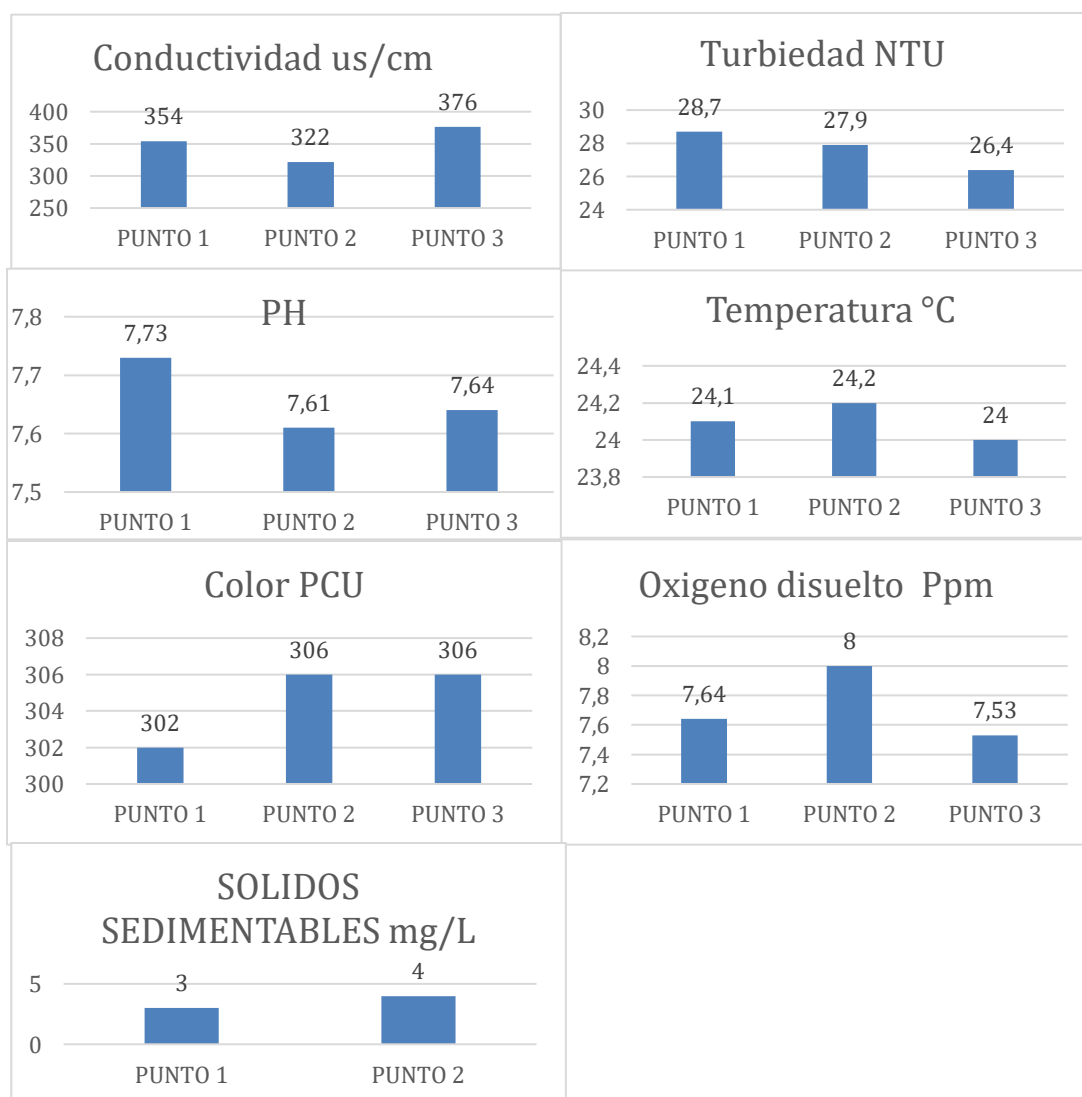


Nota: Elaboración propia resultados evaluados en terreno

Los parámetros analizados en el laboratorio de ingeniería ambiental en la universidad Antonio Nariño sede Duitama fueron: pH, conductividad $\mu\text{s}/\text{cm}$, Turbiedad NTU, Temperatura $^{\circ}\text{C}$, Color PCU, Oxígeno Disuelto ppm y Sólidos Sedimentables obteniendo los siguientes resultados que se evidencian en la figura 6.

Ilustración 6.

Parámetros Evaluados En Laboratorio.

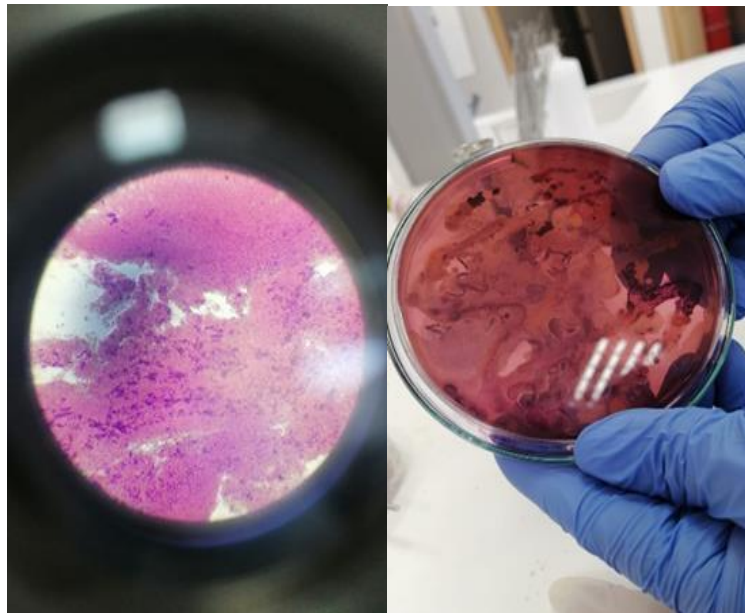


Nota: Elaboración propia parámetros evaluados en laboratorio.

Adicionalmente, se realizó análisis microbiológico en laboratorio de ingeniería ambiental de la sede Duitama donde se evidenció que en el tramo Tibasosa del río Chicamocha en los puntos de muestreo seleccionados microbiológicamente el agua se encuentra en un mal estado debido a la aparición de E-Coli, Estreptococos, Bacillus, como se muestra en las siguientes ilustraciones.

Ilustración 7.

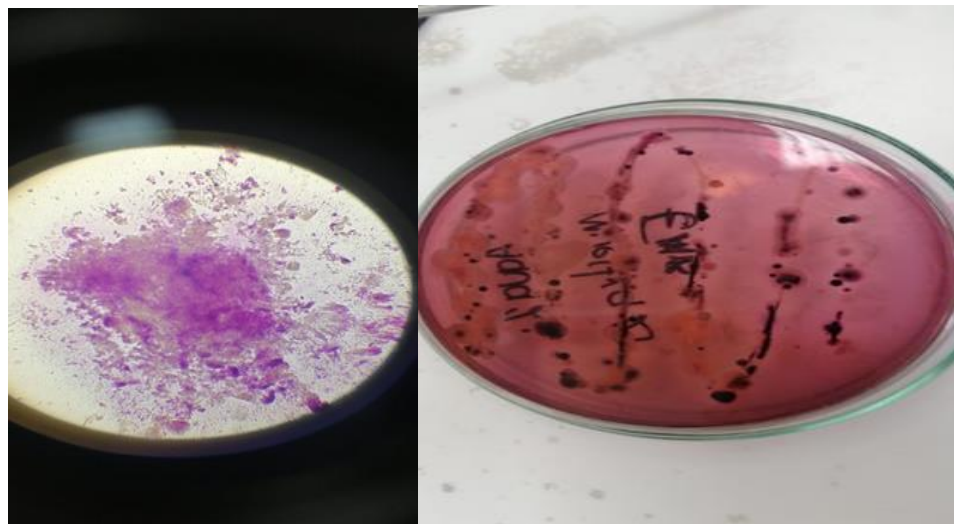
Resultados cultivo bacteriano punto 1.



Nota: Elaboración propia, realizado en el laboratorio de ingeniería ambiental UAN, Duitama.

Ilustración 8.

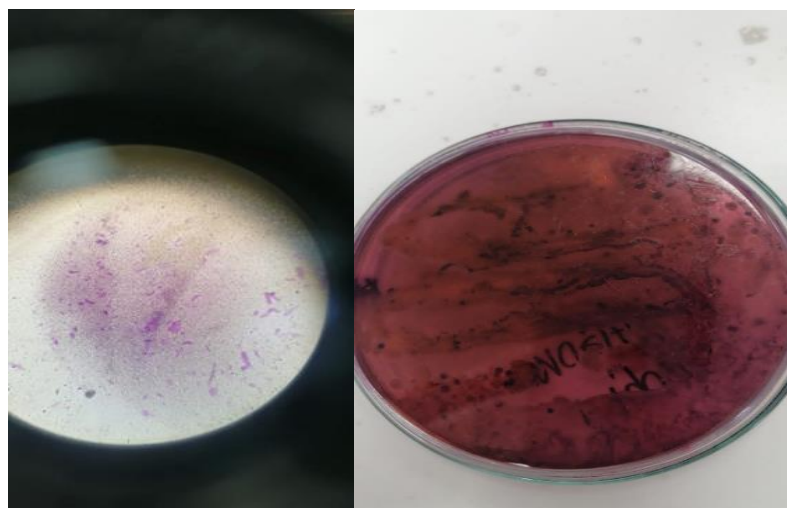
Resultados cultivo bacteriano punto 2.



Nota: Elaboración propia punto 2, realizado análisis microbiológico en laboratorio de Ingeniería Ambiental UAN, Duitama.

Ilustración 9.

Resultados cultivo bacteriano punto 3.



Nota: Elaboración propia punto 3 realizado en laboratorio de ingeniería ambiental UAN, Duitama.

8.5. Análisis de resultados

El río Chicamocha recibe una alta carga de aguas grises, negras, residuos hospitalarios e industriales desde el punto de su nacimiento en la ciudad de Tunja, presentando un alto grado de contaminación debido a que en el transcurso del recorrido estas aguas son utilizadas para consumo animal y riego para los diferentes cultivos que se encuentran en la ronda de este; entre estos alimentos se encuentra frutales, hortalizas, pasto que indirecta o directamente llegan al consumo humano, afectando la salud humana y animal.

Por lo cual, en el presente proyecto se aplicaron dos Cartillas A y B a través de la cartilla A se manejó el monitoreo de línea de base y la cartilla B monitoreo de vigilancia, permitiendo identificar el estado ecológico del río Chicamocha en el tramo que circula por el municipio de Tibasosa.

Los resultados obtenidos en los monitoreos realizados demostraron la percepción visual a partir de tres estados ecológicos dentro de los cuales se encuentran: mal estado, estado regular y un estado aceptable. Teniendo en cuenta que el punto 1 y 2 tuvieron un puntaje general de 2,6 y 2,4 respectivamente la percepción visual en estos puntos indica un mal estado del río por otra parte el punto 3 obtuvo un puntaje de 3,4 los que indica un estado regular debido a que en inmediaciones de la zona se evidencia la presencia de parqueaderos de vehículos de carga pesada los cuales arrojan vertimientos de grasas y aceites al Río.

En los análisis de parámetros fisicoquímicos in situ y en el laboratorio se calificaron pH, conductividad, temperatura, sólidos sedimentables, saturación de oxígeno y en laboratorio se agregó turbiedad, color en donde se identificaron que el punto 1 y 2 fueron los más afectados por las diversas actividades agrícolas como siembra de papa, cebolla, repollo, y otras legumbres. En estas zonas la contaminación es muy alta debido al material particulado, residuos orgánicos e

inorgánicos, vertimientos de aguas negras y grises el uso de pesticidas en el transcurso del área de estudio, la contaminación industrial y emisiones gaseosas, la falta de limpieza del alcantarillado y falta de plantas de tratamiento que son necesarias para tratamiento de las aguas contaminadas, las cuales serían esenciales para disminuir la contaminación del río Chicamocha.

Las personas trabajadoras y habitantes de la zona sueñan con una vida saludable para las demás generaciones que vienen, pero debido a toda esta problemática se encuentran en distintos interrogantes que ponen en tela de juicio su subsistencia en la zona.

En cuanto a los parámetros microbiológicos arrojaron resultados de contaminantes microbiológicos debido a la presencia de E-Coli, Bacillus, Estreptococos por la materia orgánica proveniente de animales, personas, y vertimientos de aguas negras.

En la tabla de resultados de cada monitoreo además de la cartilla A referente a monitoreo de línea se evidencia que el punto 2 cuenta con una calidad de agua en mal estado debido al tipo de actividad humana que se realiza en esta zona afectando el suelo, el tipo de vegetación, tipo de orillas ya que son poco estables o expuestas a los procesos de contaminación.

De acuerdo a la resolución 2115 del 2007 que establece los parámetros de agua para consumo humano es posible deducir que en ningún punto de los establecidos para llevar a cabo el monitoreo del presente estudio es apta para consumo debido a la alta contaminación que el Río contiene; ocasionado por los contaminantes vertidos y los parámetros fisicoquímicos y microbiológicos analizados en el laboratorio de ingeniería ambiental en la sede Duitama identificando que en los 3 puntos de muestreo se encontraron E- Coli, Bacillus, Estreptococos, lo cual demuestra que el agua que se está captando para el abastecimiento veredal del municipio de Tibasosa de no poseer un adecuado tratamiento puede ocasionar daño a la salud por la presencia de agentes microbiológicos que representan peligro al ser humano.

Tabla 8.

Análisis de resultados en función de la Resolución 2115 del 2007.

Resolución 2115 de 2007	Resultado
<p>Resolución en la que se establecen los rangos permisibles para los parámetros fisicoquímicos del agua potable.</p> <p>A partir de esta se analizaron las siguientes variables:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Coliformes totales y fecales: 0 UFC/100 cm³ 2. Color: análisis y reporte 3. Sólidos totales: 5,00 4. Conductividad: El valor máximo aceptable para la conductividad puede ser hasta 1000 µs/cm. Este valor podrá ajustarse según los promedios habituales y el mapa de riesgo de la zona. 5. pH: El agua para consumo humano, deberá estar comprendido entre 6,5 y 9,0. 	<p>Respecto a los resultados obtenidos en el estado ecológico se identificó que ninguno de los 3 puntos de monitoreo es aptos para consumo humano ya que en los análisis de laboratorio a nivel microbiológico se evidencio la presencia de e-Coli, Bacillus, Estreptococos.</p> <p>Por otra parte, los demás parámetros analizados se encuentran dentro de los valores límite permitidos.</p>

Nota: Análisis de resultados obtenidos en función de los límites máximos permisibles establecidos en la resolución 2115 del 2007.

Teniendo en cuenta que una de las mayores problemáticas que inciden en el proceso de contaminación del tramo Tibasosa del río Chicamocha son los vertimientos, a partir de la resolución 631 del 2015 por la cual se establecen los parámetros y los valores límites máximos permisibles en los vertimientos puntuales a cuerpos de aguas superficiales se realizó el análisis y comparación de los valores obtenidos para los parámetros fisicoquímicos y microbiológicos analizados en los puntos de muestreo y en laboratorio identificando que el pH se encuentra dentro de los valores admisibles sin embargo, para determinar el incumplimiento normativo es necesario realizar otros análisis de laboratorio que para el presente estudio no fueron realizados como análisis de DQO, DBO y compuestos como fenoles, grasas y aceites entre otros.

Tabla 9.

Análisis de resultados en función de la Resolución 631 del 2015

Resolución 631 del 2015	Resultados
<p>La resolución hace referencia a los valores máximos permitidos para vertimientos puntuales a cuerpos hídricos.</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. pH: 6,00 a 9,00 2. Sólidos sedimentables: 5,00 3. Color: análisis y reporte 	<p>Se identificó que en el muestreo evaluados In situ se obtuvieron pH en el punto 1 de 6,97, punto 2 8,57 y el punto 3 8,5 los cuales se encuentran dentro de los límites permisibles, igualmente a los que se obtuvieron en el laboratorio de Ciencias Básicas.</p> <p>En cuanto a los sólidos sedimentables se calificaron dos puntos el 1 y 2 obteniendo resultados de 3 y 4 mg/l.</p>

Nota: Análisis de resultados obtenidos en función de los límites máximos permisibles en la resolución 631 del 2015.

Por lo cual, se recomienda llevar a cabo la implementación de acciones estratégicas partiendo de los procesos de educación ambiental a la comunidad aledaña a la rivera del Río objeto de la zona de estudio, a través de los cuales se imparta la importancia de los procesos de conservación, preservación y restauración del ecosistema además de las ventajas que trae consigo mantener el agua en condiciones apta para el consumo humano.

Además, se propone articular las estrategias de educación ambiental con el PRAE de la institución educativa Técnico Industrial de Tibasosa de manera que se fomenten los procesos de concientización a partir de la población menor. Así mismo, continuar con el estudio de manera que permita la proposición de acciones más contundentes a través del cual se formule un programa de recuperación del estado ecológico del Río Chicamocha en el tramo Tibasosa.

9. Conclusiones

Para poder realizar el proyecto de investigación se tuvo en cuenta el tramo Tibasosa del Río Chicamocha debido a que es una fuente hídrica considerada de gran importancia ya que varios municipios se abastecen de la misma, por esta razón se realizaron análisis visuales y a nivel de laboratorio a partir de los cuales se pudo identificar que el agua recibe un alto porcentaje de contaminación afectando la salud de los animales y personas.

Al socializar con la población localizada en la rivera del Río se pudo obtener mayor información cualitativa acerca de las actividades humanas que se desarrollan en el tramo Tibasosa del río Chicamocha obteniendo un reporte de la contaminación aportada a la fuente hídrica afectando a la comunidad que es abastecida.

Se brindó capacitación sobre monitoreos visuales e implementación de cartillas para la identificación del estado del Río con un porcentaje de percepción por parte de la comunidad, debido a que estas personas poseen experiencia en las vivencias que se desarrollan diariamente lo cual aporta un mejor conocimiento y capacidad de apreciación para identificar los cambios generados en el Río a través del tiempo.

Con la aplicación de las cartillas A y B en los 3 puntos establecidos para llevar a cabo el monitoreo se logró evidenciar que se encuentran en estado regular y mal estado, sin embargo, los puntos 1 y 2 son los más afectados debido a la materia orgánica e inorgánica generada por los procesos de agricultura y los vertimientos de aguas negras y grises.

Respecto a los resultados de los análisis fisicoquímicos realizados en campo y en laboratorio se obtuvo valores mínimos permitidos en la resolución 631 de 2015 donde la calidad

de agua es mala en los 3 puntos debido a los cultivos, ganadería, materia orgánica e inorgánica y la alta contaminación hídrica que se encuentra en este tramo Tibasosa del Rio Chicamocha.

10. Recomendaciones

Es importante evidenciar la problemática que afecta el tramo Tibasosa del río Chicamocha debido a la contaminación por vertimientos, pesticidas, material particulado, aceites y otro tipo de contaminantes, por lo cual para disminuir la percepción de la comunidad evidenciada a través del presente estudio donde se demuestra el deterioro de la calidad del río es necesario concientizar a los estudiantes de los colegios que se encuentran en el punto 1 y 2 de monitoreo a través de los cuales se promuevan campañas de educación ambiental orientadas a la comunidad en general donde se concientice e implemente el uso de prácticas ambientales de conservación y se fomente la formulación e implementación de proyectos de restauración ecológica a través de los PRAE.

Así mismo, se recomienda continuar con el desarrollo y aplicación de cartillas que permitan realizar la evaluación visual de ríos y continuar con estudios relacionados que permitan construir un diagnóstico específico del estado del Río para propender por la creación y formulación de un programa de mitigación, control y recuperación del río Chicamocha en el tramo Tibasosa.

10. Referencias

- CATIE, C. R. (2008). *Evaluación visual de ríos y quebradas adaptado a Talamanca: conociendo la salud de los ríos “cuencas pequeñas 10Km2.”* 6.
<https://repositorio.bibliotecaorton.catie.ac.cr/handle/11554/2023>
- CONSTITUCION POLITICA DE COLOMBIA 1991, 108 (1991).
<https://pdba.georgetown.edu/Constitutions/Colombia/colombia91.pdf>
- COLOMBIA, R. DE, & AGRICULTURA, M. DE. (1981). *Decreto 2857 del 13 de octubre de 1981- REPUBLICA DE COLOMBIA MINISTERIO DE AGRICULTURA.*
- Conesa Fernandez, V. (1997). Guía metodológica para la evaluación del impacto ambiental. *Na, No 3*(Ediciones Mundi-Prensa), NA. <http://www.sinab.unal.edu.co/?q=node/46>
- Contreras, O., Guarín, C., & Calderón, A. (2015). *Estado Del Arte De Las Metodologías Para La Evaluación Ambiental En Proyectos De Inversión.*
https://www.researchgate.net/publication/286417821_ESTADO_DEL_ARTE_DE_LAS_METODOLOGIAS_PARA_LA_EVALUACION_AMBIENTAL_EN_PROYECTOS_DE_INVERSION
- Corpoboyacá. (2006). PLAN DE ORDENACIÓN Y MANEJO AMBIENTAL DE LA CUENCA ALTA DEL RÍO CHICAMOCHA. *Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia, Universidad Nacional de Colombia, Corporación Autónoma de Boyacá.*, 608.
<http://www.corpoboyaca.gov.co/index.php/en/nuestra-gestion/plan-de-ordenacion-y-manejo-de-cuencas/item/281-pomca-cuenca-alta-del-rio-chicamocho>

Corpoboyacá. (2014). *Mapa de riesgo de la calidad del agua para consumo humano del río chicamocha, (sector museo de arte religioso) fuente abastecedora del casco urbano del municipio de tibasosa - boyaca.* 1–66.

Corpoboyacá, UNAL, UPTC, Ana Elvia Ochoa Jiménez, C., Cecilia Osorio, L., Ramirez Zorro, F., Trabajo Grupo Directivo Fabio Ramírez Zorro, E. DE, Ángel, C. V, Philippe Chenut Correa, U., Ángel Massiris Cabeza, U., Fabio Ramírez Zorro, U., Pablo Rodríguez Africano, U., Segundo Sanabria Gómez, U., Normando Suárez, U., Elizabeth Valenzuela, U., Franz Gutierrez Rey, U., Javier Guerrero Barón, U., Luís Eudoro Vallejo, U., Liborio González, U., ... Cortés Rodríguez Manuela. (2018). “ Sostenibilidad y Vida para Tener en Cuenca ” ACTUALIZACIÓN DEL PLAN DE ORDENACIÓN Y MANEJO DE LA CUENCA HIDROGRÁFICA DEL RÍO ALTO CHICAMOCHA – NSS (2403-01) FASE DIAGNOSTICO. *Angewandte Chemie International Edition*, 6(11), 951–952., 1(1), 5–24. <https://doi.org/10.18041/2590-6704/ambiental.1.2016.4593>

Corporación Autónoma Regional de Boyacá CORPOBOYACÁ. (2009). *Implementación Tasas Retributivas Por Vertimientos Puntuales Determinación De La Meta Global De Descontaminación.*

Corregidor Fonseca, C. A. (2020). Evaluación de Impacto Ambiental - EIA en el río Chicamocha polígono del sector de Vado Castro (Boyacá). *Orphanet Journal of Rare Diseases*, 164.

Fuentes, F., López, N., Hernández, P., Naranjo, C., Acosta, G., Combariza, E., & Mojica, N. (2020). *Información previa para el establecimiento de la meta de carga global contaminante para el tercer quinquenio de la cuenca alta y el segundo quinquenio de la cuenca media del río chicamocha.*

Gustavo, M. A. F., Alexander, M. A. D., Alberto, M. A. R., & Fernando, T. B. M. (2006).

Contaminación de la cuenca alta del río Chicamocha y algunas aproximaciones sobre La salud humana.

Medina, Amanda, Macias, J. P., & Obregón. (2016). *Diagnóstico Del Plan De Ordenamiento Hídrico – PORH De La Cuenca Media Y Alta Del Río Chicamocha.*

Medina, Angela, Riveros, T., Rozo, L., & Riveros, M. (2011). *CUENCA DEL RIO CHICAMOCHA* / terelinath. <https://terelina.blogia.com/2011/032602-cuenca-del-rio-chicamocha.php>

MinAmbiente. (2010a). *Política Nacional de Gestión integral del Recurso Hídrico.*

MinAmbiente. (2010b). *Política Nacional Recurso Hídrico.*

Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible. (2014). Código Nacional de Recursos Naturales Renovables y de Protección al Medio Ambiente - Decreto Ley 2811 de 1974. *Diario Oficial, 1974*(diciembre 18), 71.
https://www.minambiente.gov.co/images/GestionIntegraldelRecursoHidrico/pdf/normativa/Decreto_2811_de_1974.pdf

Ministerio de La Protección Social. (2007). Decreto No. 1575 de 2007. *Diario Oficial, 2007*(Mayo 9), 1–14. [file:///C:/Users/Estacion 6/Downloads/n16Dmps1575.htm](file:///C:/Users/Estacion%206/Downloads/n16Dmps1575.htm)

Ministerio de salud, L. (2009). *PARÁMETROS ORGANOLÉPTICOS.*
[http://www.digesa.minsa.gob.pe/DEPA/informes_tecnicos/GRUPO DE USO 1.pdf](http://www.digesa.minsa.gob.pe/DEPA/informes_tecnicos/GRUPO_DE_USO_1.pdf)

Ministerio del Medio Ambiente. (2018). Guía De Apoyo Docente En Biodiversidad. *Ministerio*

Del Medio Ambiente - Gobierno de Chile, 5–125. https://mma.gob.cl/wp-content/uploads/2018/08/Guia-biodiversidad-docentes_web.pdf

Ochoa, bernardo C., & Sierra, J. G. (2014). *Dos Hipótesis Sobre El Efecto Que Tiene En La Forma De Explotación Agropecuaria Aplicar Subsidios A Sistemas De Riego. El Caso Del Alto Chicamocha (Boyacá, Colombia)*.

<http://www.emserchia.gov.co/PDF/Resolucion631.pdf>

ORTIZ, S. S. M., & ARIAS, I. J. B. (2018). *EVALUACIÓN DE LAS CONDICIONES DE CALIDAD DEL AGUA, PARA LA FORMULACIÓN DE ESTRATEGIAS DE APROVECHAMIENTO Y CONSERVACIÓN DE LA MICROCUENCA QUEBRADA LA ARGENTINA, VILLAVICENCIO – META*. 2018.

Río Chicamocha - Wikipedia, la enciclopedia libre. (n.d.).

Rodríguez, M. C. (2019). *Evaluación rápida para el monitoreo y determinación del estado ecológico del río Boque (Simití- Bolívar) y la quebrada Buturama (Aguachica- Cesar) en el Magdalena Medio, Colombia* Manuela Cortés Rodríguez. 1, 1–30.

<https://repository.javeriana.edu.co/handle/10554/43211>

Saladié, O., & Oliveras, J. (2010). Recursos naturales renovables y no renovables. *Recursos Naturales y Fuentes de Energía*, 2. <https://www.uv.mx/personal/marisperez/files/2013/08/2-Recursos-Naturales.pdf>

Villegas-Viloria, M., Cadavid, L., & Awad, G. (2018). *METHODOLOGY FOR ENVIRONMENTAL IMPACT ASSESSMENT* Ciencia e Ingeniería Neogranadina. In

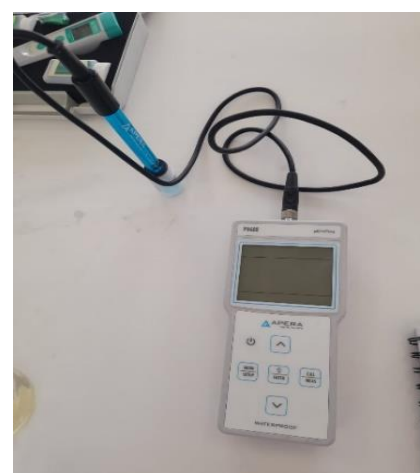
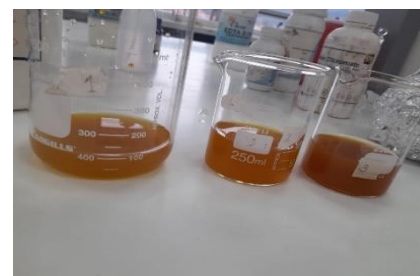
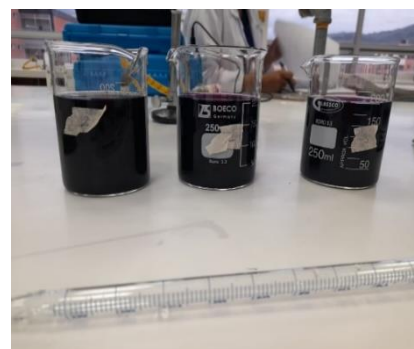
Ciencia e Ingeniería Neogranadina (Vol. 28).

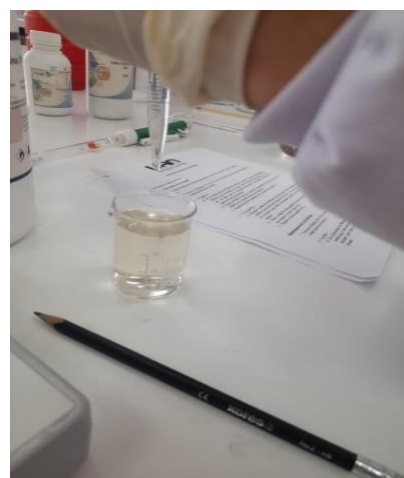
<http://www.scielo.org.co/pdf/cein/v28n2/0124-8170-cein-28-02-121.pdf>

<https://oab.ambientebogota.gov.co/conoces-el-indice-de-riesgo-de-la-calidad-del-agua-para-el-consumohumano/#:~:text=LOS%20RANGOS%20SEG%C3%9AN%20EL%20ART%C3%8DCULO,nivel%20de%20riesgo%20es%20Medio>


11. Anexos

Anexo 1. Registro Fotográfico en el laboratorio de ciencias básicas Duitama







Anexo 2. Formato de cartilla con los resultados de los 4 monitoreo. Punto 1 con sus cuatro Monitoreos.


		RIO CHICAMOCHA TRAMO TIBASOSA						Punto N.º 1	
		Monitoreo #1		Monitoreo #2		Monitoreo #3		Monitoreo #4	
		Fecha: 18- marzo 2022		Fecha: 28-arzo 2022		Fecha: 09- abril 2022		Fecha: 21- abril 2022	
Manchas de aceite	Variable	Rango	Puntaje	Rango	Puntaje	Rango	Puntaje	Rango	Puntaje
	Tipo y nivel de actividad humana	Cultivos	1	Ganadería	3	Asentamiento Humano	7	Actividades recreativas	7

	RIO CHICAMOCHA TRAMO TIBASOSA						Punto N.º 1	
	Monitoreo #1		Monitoreo #2		Monitoreo #3		Monitoreo #4	
	Fecha: 18- marzo 2022		Fecha: 28-arzo 2022		Fecha: 09- abril 2022		Fecha: 21- abril 2022	
Sombra - Lado 1	Poco Cubierta	3	Poco Cubierta	3	Poco Cubierta	3	Poco Cubierta	3
Sombra - Lado 2	No Cubierta	1	No Cubierta	1	No Cubierta	1	No Cubierta	1
Sombra - sobre el río		10%		10%		10%		10%
Orillas - Lado 1	Orillas Expuestas	1	Orillas Expuestas	1	Orillas Expuestas	1	Orillas Expuestas	1
Orillas - Lado 2	Poco Estables	5	Poco Estables	5	Poco Estables	5	Poco estables	5
Alteración flujo	Poco Alterado	5	No Alterado	10	No Alterado	10	Poco Alterado	5
Tipo de veget	Arboles	5	Arboles	3	Arboles	3	Arboles	5


	RIO CHICAMOCHA TRAMO TIBASOSA						Punto N.º 1		
	Monitoreo #1		Monitoreo #2		Monitoreo #3		Monitoreo #4		
	Fecha: 18- marzo 2022		Fecha: 28-arzo 2022		Fecha: 09- abril 2022		Fecha: 21- abril 2022		
	ación								
	- Lado 1								
	Tipo de vegetación - Lado 2	Plantas Acuáticas	5	Plantas Acuáticas	7	Plantas Acuáticas	5	Plantas Acuáticas	3
	Total Cartilla A	3.2		4		4.2		3	
	Estado Ecológico A	Mal Estado		Estado Regular		Estado Regular		Mal Estado	
	Suelo y Textura	Beige/crema		Amarillo		Beige/ crema		Beige/crema	
	Informativo			Informativo		Informativo		Informativo	
Cartilla B	Apariencia y claridad del Agua	Muy Turbia	1	Muy Turbia	1	Turbia	5	Turbia	5
	Color del agua	Marrón	5	Marrón	5	Amarillo	5	Amarillo	5
	Basura Orgánica	Mucha Basura	1	Mucha Basura	1	Mucha Basura	1	Poca Basura	5
	Basura Inorgánica	Poca Basura	5	Poca Basura	5	Poca Basura	5	Poca Basura	5

	RIO CHICAMOCHA TRAMO TIBASOSA						Punto N.º 1	
	Monitoreo #1		Monitoreo #2		Monitoreo #3		Monitoreo #4	
	Fecha: 18- marzo 2022		Fecha: 28-arzo 2022		Fecha: 09- abril 2022		Fecha: 21- abril 2022	
Olor del agua	Moderado	5	Poco Olor	7	Moderado	5	Poco Olor	7
Manchas de aceite (Informativo)	Ausente	Informativo	Ausente	Informativo	Ausente	Informativo	Ausente	Informativo
Puntaje total Cartilla B	3.4 Mal Estado		3.8 Mal Estado		4.2 Estado Regular		5.4 Estado Regular	
Animales en Peligro	Vacaciones		Vacaciones		Vacaciones		Vacaciones	


Anexo 3. Formato de cartilla con los resultados de los 4 monitoreo. Punto 2 con sus cuatro Monitoreos.

		RIO CHICAMOCHA TRAMO TIBASOSA						Punto N.º 2	
		Monitoreo #1		Monitoreo #2		Monitoreo #3		Monitoreo #4	
		Fecha: 18- Marzo 2022		Fecha: 28- Marzo 2022		Fecha: 09-Abril 2022		Fecha:21- Abril 2022	
Cartilla A	Variable	Rango	Puntaje	Rango	Puntaje	Rango	Puntaje	Rango	Puntaje
	Tipo y nivel de actividad humana	Cultivos	3	Ganadería	5	Asentamiento Humano	7	Actividades recreativas	7
	Sombra - Lado 1	No Cubierta	1	No Cubierta	1	No Cubierta	1	No Cubierta	1
	Sombra - Lado 2	No Cubierta	1	No Cubierta	1	No Cubierta	1	No Cubierta	1
	Sombra - sobre el río		0%		0%		0%		0%
	Orillas- Lado 1	Orillas Expuestas	1	Orillas Expuestas	1	Orillas Expuestas	1	Orillas Expuestas	1
	Orillas- Lado 2	Orillas Expuestas	1	Orillas Expuestas	1	Orillas Expuestas	1	Orillas Expuestas	1
	Alteración flujo	No Alteración	10	No Alteración	10	No Alteración	10	No Alteración	10

		RIO CHICAMOCHA TRAMO TIBASOSA						Punto N.º 2	
		Monitoreo #1		Monitoreo #2		Monitoreo #3		Monitoreo #4	
		Fecha: 18- Marzo 2022		Fecha: 28- Marzo 2022		Fecha: 09-Abril 2022		Fecha:21- Abril 2022	
Tipo de vegetación - Lado 1	Arbustos	3	Arbustos	3	Arbustos	3	Arbustos	5	
Tipo de vegetación - Lado 2	Plantas Acuáticas	3	Plantas Acuáticas	3	Plantas Acuáticas	5	Plantas Acuáticas	3	
Total Cartilla A	2.6		3.1		3.3		3.3		
Estado Ecológico A	Mal Estado		Mal Estado		Mal Estado		Mal Estado		
Suelo y Textura	Beige/crema		Amarillo		Beige/ crema		Beige/crema		
Manchas de aceite	Informativo		Informativo		Informativo		Informativo		
Cartilla B	Apariencia y claridad del Agua	Muy Turbia	1	Turbia	5	Turbia	5	Turbia	5
	Color del agua	Marron	5	Marron	5	Amarillo	5	Amarillo	5
	Basura Orgánica	Poca Basura	5	Mucha Basura	1	Poca Basura	5	Poca Basura	5
	Basura Inorgánica	Mucha Basura	1	Poca Basura	5	Mucha Basura	1	Poca Basura	1
	Olor del agua	Moderado	5	Moderado	5	Poco Olor	7	Poco Olor	7
	Manchas de aceite (Informativo)								
		Ausente	Informativo	Ausente	Informativo	Ausente	Informativo	Ausente	Informativo

		RIO CHICAMOCHA TRAMO TIBASOSA			Punto N.º
					2
	Monitoreo #1	Monitoreo #2	Monitoreo #3	Monitoreo #4	
	Fecha: 18- Marzo 2022	Fecha: 28- Marzo 2022	Fecha: 09-Abril 2022	Fecha:21- Abril 2022	
Puntaje total Cartilla B	3.4 Mal Estado	4.2 Estado Regular	4.6 Estado Regular	4.6 Estado Regular	
Animales en Peligro	Vacas -ovejas- caballos	Vacas	Vacas- Ovejas	Vacas- Ovejas	

Anexo 4. Formato de cartilla con los resultados de los 4 monitoreos. Punto 3 con sus cuatro Monitoreos.

		RIO CHICAMOCHA TRAMO TIBASOSA				Punto N° 3			
		Monitoreo #1		Monitoreo #2		Monitoreo #3		Monitoreo #4	
		Fecha: 18- Marzo 2022		Fecha: 28- Marzo 2022		Fecha: 09- Abril 2022		Fecha: 21- Abril 2022	
Cartilla A	Variable	Rango	Puntaje	Rango	Puntaje	Rango	Puntaje	Rango	Puntaje
	Tipo y nivel de actividad humana	Cultivos	7	Ganadería	5	Asentamiento Humano	10	Actividades recreativas	7
	Sombra - Lado 1	No Cubierto	1	No Cubierto	1	No Cubierto	1	No Cubierto	1
	Sombra - Lado 2	No Cubierta	1	No Cubierta	1	No Cubierto	1	No Cubierto	1
	Sombra - sobre el río		0%		0%		0%		0%
	Orillas- Lado 1	Orillas estables	10	Orillas Estables	10	Orillas Estables	10	Orillas Estables	10
	Orillas- Lado 2	Poco Estables	5	Poco Estables	5	Poco Estables	5	Poco Estables	5
	Alteración flujo	No Alteración	10	No alteración	10	No alteración	10	Poco Alterado	5
	Tipo de vegetación - Lado 1	Árboles	3	Árboles	3	Árboles	3	Árboles	3

Tipo de vegetación - Lado 2	Plantas Acuáticas	5	Plantas Acuáticas	5	Plantas Acuáticas	5	Plantas Acuáticas	5	
Total Cartilla A	4.7		4.5		5.1		4.2		
Estado Ecológico A	Estado Regular		Estado Regular		Estado Regular		Estado Regular		
Suelo y Textura	Beige/crema		Amarillo		Beige/ crema		Beige/crema		
Manchas de aceite	Informativo		Informativo		Informativo		Informativo		
Apariencia y claridad del Agua									
	Muy Turbia	1	Turbia	5	Turbia	5	Turbia	5	
Color del agua	Marron	5	Marron	5	Amarillo	5	Amarillo	5	
Basura Orgánica	Poca Basura	5	Poca Basura	5	No hay Basura	10	Poca Basura	5	
Basura Inorgánica	Poca Basura	5	Poca Basura	5	No hay Basura	10	Poca Basura	5	
Olor del agua	Moderado	5	Poco Olor	7	Poco Olor	5	Poco Olor	7	
Manchas de aceite (Informativo)									
	Ausente	Informativo	Ausente	Informativo	Ausente	Informativo	Ausente	Informativo	
Puntaje total Cartilla B	4.2 Estado Regular		5.4 Estado Regular		7. Estado Aceptable		5.4 Estado Regular		
Animales en Peligro	Vacas		Vacas		Vacas		Vacas		

Anexo 5. Registro fotográfico de aplicación de Cartillas A y B en los puntos de muestreo con la comunidad.



