



**Desde la Topografía generar insumos para planes de mitigación al impacto  
ambiental en la escorrentía quebrada la iglesia, para el periodo de abril a junio de  
2022**

Proyecto de Investigación

EDGAR JULIAN OROZCO RODRIGUEZ  
.1.095.819.601

DIEGO FERNANDO AVILA JIMENEZ  
1.098.358.190

JESÚS ARMANDO ZAFRA SALAMANCA  
1.098.642.398

**UNIDADES TECNOLÓGICAS DE SANTANDER**  
Facultad de ciencias e ingeniería  
Ingeniería en Topografía  
Bucaramanga, 30 septiembre 2022



DESDE LA TOPOGRAFIA GENERAR INSUMOS PARA PLANES DE MITIGACIÓN AL  
IMPACTO AMBIENTAL EN LA ESCORRENTÍA QUEBRADA LA IGLESIA, PARA EL  
PERIODO DE ABRIL A JUNIO DE 2022

Proyecto de Investigación

EDGAR JULIAN OROZCO RODRIGUEZ

.1.095.819.601

DIEGO FERNANDO AVILA JIMENEZ

1.098.358.190

JESÚS ARMANDO ZAFRA SALAMANCA

1.098.642.398

**Trabajo de Grado para optar al título de  
INGENIERO EN TOPOGRAFIA**

**DIRECTOR**

**German Alberto Suarez Arias  
GRIMAT, Semillero de Investigación SITTA**

Nota de Aceptación

APROBADO

---

---

---



---

Firma del Evaluador



German Alberto Suárez Arias

---

Firma del director

## DEDICATORIA

Dedico este logro primero a Dios por permitirme alcanzar las metas que me he propuesto, a mi madre por su amor incondicional, a mi papá que desde el cielo ha sido gran inspirador de todos mis sueños, a mi hermano que con su ejemplo me apoya, a mis sobrinas que han sido un gran motivo para dar lo mejor de mí, a mi futura esposa que está siempre incondicionalmente para mí, sin ellos no hubiera sido posible, este logro es para ustedes.

**Jesús Armando Zafra Salamanca**

La presente tesis, va dedicada principalmente a Dios por darme sabiduría para culminar mis estudios, a mi familia y amigos, especialmente a mi madre por apoyarme incondicionalmente en este proceso, mi padre por sus buenos consejos, mi mujer que siempre estuvo ahí para darme su amor y esa voz de aliento para no desistir, de igual forma a mi hijo que viene en camino, quien es mi motivación en estos momentos, mis hermanos que me apoyaron con su espíritu alentador y por último a todos los verdaderos amigos con los que compartimos estos últimos años.

**Diego Fernando Ávila Jiménez**

Cuando el camino es cuesta arriba y las piernas empiezan a cansarse, cuando el cuerpo dice no más, pero la mente dice tú puedes; es justo ahí donde te das cuenta del camino recorrido y lo que con esfuerzo se ha conseguido. Ahora bien, todo esto se hace por la gracia de Dios en mi corazón ya que es el principal motor y me mantiene con la ilusión intacta de siempre querer salir adelante; este logro personal se lo dedico a DIOS en primera instancia quien es el que guía mi vida constantemente, a mis padres y hermanos que saben el esfuerzo inconmensurable con el que emprendí mi camino para llegar a

esta instancia, a mi novia y colega que está siempre a mi lado firme fuerte y valiente, a la familia Jaimes Rodriguez que fueron quienes me brindaron su apoyo en un momento crucial en mi vida, a los verdaderos amigos y colegas que conozco de esta linda profesión y externos a ella también.

**Edgar Julian Orozco Rodriguez.**

## AGRADECIMIENTOS

Agradezco primero a Dios, por darme la oportunidad de formarme profesionalmente, hoy al culminar mi carrera profesional como Ingeniero Topógrafo agradezco a mi Madre Blanca Helena Salamanca, por todo su amor y apoyo incondicional en este proceso de formación, a mi Hermano Edgar Zafra, y su familia, y a mi futura esposa Laura Murillo, por su comprensión y amor. Agradezco a la institución por darnos la posibilidad de formarnos como Ingenieros Topógrafos, al Ing. German Alberto Suarez Arias, por su dedicación, por compartir su conocimiento con nosotros y estar presto a ayudarnos en este proceso de culminación de la carrera.

**Jesús Armando Zafra Salamanca.**

Agradecido con Dios por darme la oportunidad de culminar con este proceso satisfactoriamente, además a mi familia por ser mi apoyo incondicional. También quisiera mencionar a los docentes que hicieron parte de este logro, aquellos que pusieron su granito de arena cada día en nuestro crecimiento profesional. En especial al profesor German Suarez quien nos guió en todo momento y nos colaboró en cada etapa de este proyecto.

**Edgar Julian Orozco Rodriguez.**

Primero que todo agradezco a Dios, por permitirme terminar y obtener ese título de profesional, a mis padres por ese apoyo que me brindaron durante todo este proceso, a mi esposa por ese apoyo absoluto. También quiero agradecer a todo el grupo de docentes que estuvieron al frente de esta formación, en especial al profesor German Suarez por compartirnos todo su conocimiento y por ese apoyo en el desarrollo de esta tesis.

**Diego Fernando Avila Jiménez.**

## TABLA DE CONTENIDO

<b>RESUMEN EJECUTIVO</b> .....	<b>11</b>
<b>1. INTRODUCCIÓN</b> .....	<b>12</b>
<b>2. DESCRIPCIÓN DEL TRABAJO DE INVESTIGACIÓN</b> .....	<b>14</b>
2.1 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA .....	14
3. JUSTIFICACIÓN.....	15
4. OBJETIVOS .....	16
4.1 OBJETIVO GENERAL.....	16
4.1.1 OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	16
5. ESTADO DEL ARTE.....	18
<b>4. MARCO REFERENCIAL</b> .....	<b>26</b>
<b>5. DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN</b> .....	<b>30</b>
7.1 METODOLOGÍA DE EVALUACIÓN FÍSICOQUÍMICA Y MICROBIOLÓGICA.....	33
7.1.1 ANÁLISIS ÍNDICES DE CONTAMINACIÓN ICOS. ....	34
<b>6. DESARROLLO DEL TRABAJO DE GRADO</b> .....	<b>37</b>
8.1 LOCALIZACIÓN DE LOS PUNTOS DE MUESTRO.....	37
8.2 TOMA DE MUESTRAS DE AGUA .....	38
RESULTADOS.....	45
<b>7. RESULTADOS</b> .....	<b>46</b>
9.1 REPORTE Y ANÁLISIS DE RESULTADOS FÍSICOQUÍMICOS.....	46
9.1.1 QUEBRADA LA IGLESIA. ....	47
9.2 RESULTADOS PARÁMETROS IN SITU QUEBRADA LA IGLESIA.....	48
9.3 RESULTADOS DE LABORATORIO ANÁLISIS FÍSICOQUÍMICOS QUEBRADA LA IGLESIA.....	50
9.4 CARACTERÍSTICAS DE LOS VERTIMIENTOS .....	54
9.5. RESULTADOS DE LA ELABORACIÓN DEL FORMATO PARA LEVANTAMIENTO DE CARACTERIZACIÓN .....	63
9.6. RESULTADOS DEL LEVANTAMIENTO Y CARACTERIZACIÓN:.....	68

<b>8.</b>	<b>CONCLUSIONES .....</b>	<b>77</b>
<b>9.</b>	<b>RECOMENDACIONES .....</b>	<b>79</b>
<b>10.</b>	<b>REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....</b>	<b>80</b>
<b>11.</b>	<b>ANEXOS.....</b>	<b>82</b>



## LISTA DE FIGURAS

<b>Ilustración 1:</b> <i>Ubicación geográfica Departamento de Santander</i> .....	28
<b>Ilustración 2:</b> <i>Localización de zona de estudio</i> .....	28
<b>Ilustración 3:</b> <i>Metodología empleada en el trabajo de campo</i> .....	32
<b>Ilustración 4:</b> <i>Metodología de levantamiento de información en campo</i> .....	33
<b>Ilustración 5:</b> <i>Toma temperatura del agua</i> .....	39
<b>Ilustración 6:</b> <i>Toma PH del agua</i> .....	39
<b>Ilustración 7:</b> <i>Definición del modelo</i> .....	41
<b>Ilustración 8:</b> <i>Diseño de formulario</i> .....	41
<b>Ilustración 9:</b> <i>Muestra – caracterización de quebrada</i> .....	42
<b>Ilustración 10:</b> <i>Diseño y adaptación de las características del formulario</i> .....	43
<b>Ilustración 11:</b> <i>Publicación de formulario</i> .....	44
<b>Ilustración 12:</b> <i>Fase de información General en la recepción de datos</i> .....	45
<b>Ilustración 13:</b> <i>Cuadro de mando (dashboard) de Resultados</i> .....	46
<b>Ilustración 14:</b> <i>Comportamiento Datos In Situ Quebrada La Iglesia</i> .....	49
<b>Ilustración 15:</b> <i>Evidencia Fotográfica</i> .....	53
<b>Ilustración 16:</b> <i>Proporcionalidad de la caracterización de los vertimientos</i> .....	63
<b>Ilustración 17:</b> <i>Estilo de aplicación web</i> .....	64
<b>Ilustración 18:</b> <i>Desarrollo de ítems de levantamiento en campo</i> .....	65
<b>Ilustración 19:</b> <i>Toma de datos para caracterización de quebrada</i> .....	66
<b>Ilustración 20:</b> <i>Toma de Datos caracterización quebrada</i> .....	67
<b>Ilustración 21:</b> <i>Fase de Analisis de Recepción de datos</i> .....	68
<b>Ilustración 22:</b> <i>Fase de visualización de datos en dashboard</i> .....	69
<b>Ilustración 23:</b> <i>Estadísticas de los parámetros de las muestras tomadas en campo</i> .....	70
<b>Ilustración 24:</b> <i>Variables de una misma muestra agregadas en una sola tabla</i> .....	71
<b>Ilustración 25:</b> <i>Estadística estado, canalización</i> .....	72
<b>Ilustración 26:</b> <i>Registro Fotográfico</i> .....	73
<b>Ilustración 27:</b> <i>Estructuración archivo File Geodatabase</i> .....	74
<b>Ilustración 28:</b> <i>Fase de datos</i> .....	75
<b>Ilustración 29:</b> <i>Resultado recepción de datos</i> .....	75
<b>Ilustración 30:</b> <i>Otros Resultados recepción de datos</i> .....	76
<b>Ilustración 31:</b> <i>Resultado de levantamiento</i> .....	76

**LISTA DE TABLAS**

Tabla 1: Metodología de investigación.....	31
<b>Tabla 2.</b> Índices de Contaminación contemplados en el análisis.....	35
<b>Tabla 3.</b> Índice de contaminación por sólidos suspendidos.....	35
<b>Tabla 4.</b> Índice de contaminación Tráfico (ICOTRO).....	36
<b>Tabla 5.</b> Interpretación por colores de los índices de contaminación.....	36
<b>Tabla 6.</b> Identificación y ubicación de los puntos de muestreo.....	37
<b>Tabla 7.</b> Información General Quebrada La Iglesia – aguas arriba.....	47
<b>Tabla 8.</b> Información General Quebrada La Iglesia – aguas abajo.....	48
<b>Tabla 9.</b> Parámetros In Situ Quebrada La Iglesia.....	49
<b>Tabla 10.</b> Resultados de laboratorio fisicoquímico Quebrada La Iglesia.....	50
<b>Tabla 11.</b> Índices de calidad Quebrada La Iglesia.....	51
<b>Tabla 12.</b> Características Vertimiento #1.....	54
<b>Tabla 13.</b> Características Vertimiento #2.....	55
<b>Tabla 14.</b> Características Vertimiento #3.....	56
<b>Tabla 15.</b> Características Vertimiento #4.....	56
<b>Tabla 16.</b> Características Vertimiento #5.....	57
<b>Tabla 17.</b> Características Vertimiento #6.....	58
<b>Tabla 18.</b> Características Vertimiento #6.....	60
<b>Tabla 19.</b> Características Vertimiento #8.....	61
<b>Tabla 20.</b> Características Vertimiento #9.....	62

## RESUMEN EJECUTIVO

El enfoque principal de este proyecto de investigación fue determinar el grado de contaminación que se genera en la escorrentía la iglesia a partir de procedimientos de tipo ambiental y topográficos; como lo es la caracterización de las aguas de este cuerpo hídrico en puntos estratégicos en donde se evidencia mayor contaminación y su geomorfología, dejando como producto un inventario detallado de lo encontrado en el momento de la recolección de información en campo dentro y alrededor de la zona de impacto ambiental.

De esta manera se plasma en un programa de la extensión de ArcGIS (sistema de información geográfico) que es de gran utilidad, ya que allí se guarda la información de manera clara y precisa para la facilidad de quien en un futuro quisiera seguir investigando la alta contaminación que presenta la quebrada en este tramo de 600 metros lineales.

Luego de esto se clasifican los vertimientos dependiendo si estas son aguas residuales de tipo doméstico y no doméstico y se evidencia en campo que en menos de 600 metros son descargados 4 vertimientos, con caudales considerables y presuntamente con cargas contaminantes elevadas, desmejorando su calidad y posible recuperación a futuro de esta quebrada para el tramo estudiado.

Finalmente, se obtuvo en detalle los aspectos físicos químicos que estaban inmiscuidos en las aguas que pasaban por la zona para la fecha en donde se realizó la caracterización en dos puntos críticos.

**PALABRAS CLAVE:** contaminación, vertimientos de agua, caracterización, geomorfología, ArcGIS.

## 1. INTRODUCCIÓN

El agua en su definición la hallaremos en diferentes elementos naturales, así mismo es aplicable a las diferentes formas en que se puedan presentar, teniendo en cuenta sus características físicas, químicas y Biológicas, entre ellas podemos encontrar los diferentes tipos de agua, entre las principales, encontramos el agua Potable, dulce, salada, residuales, negras, grises o crudas.

En Colombia el Agua superficial y subterránea es de gran importancia para el sistema, permite el desarrollo de actividades agrícolas e industriales y es de vital importancia para los seres humanos y animales, sin embargo, este recurso se encuentra constantemente amenazado por la contaminación que ejercen los diferentes usos.

Así mismo vale la pena resaltar que dentro del casco urbano de la ciudad de Bucaramanga, se han encontrado puntos críticos de fuentes hídricas en las que se aprecia una aparente contaminación por vertimientos de aguas residuales y desechos de residuos sólidos ocasionadas por el crecimiento de infraestructura y población; de ahí surge la necesidad de analizar y diagnosticar algunos sectores en estas condiciones que seguramente requerirán un tratamiento adecuado y particular.

De acuerdo con lo anterior, el agua es de vital importancia para todos los seres vivos; ya que sin agua no hay vida, es de resaltar que: el mal manejo y la contaminación pueden provocar un déficit hídrico en un corto tiempo, desde la topografía generar insumos para planes de mitigación al impacto ambiental en la escorrentía quebrada la iglesia, para el periodo de abril a junio de 2022, a través de la Inspección visual de la red pluvial identificando su categoría, ubicación, especificaciones, extensión, puentes, poblaciones que sirven y estado de las

mismas; dejando registro mediante una tabla de seguimiento y la toma de fotografías.

## 2. DESCRIPCIÓN DEL TRABAJO DE INVESTIGACIÓN

### 2.1 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

Bucaramanga la capital del departamento de Santander, localizada Latitud: 7.11392 N, Longitud: -73.1198 W, al oriente del país, denominada como la ciudad de los parques, es una ciudad que cuenta con una población 528.855 habitantes, la ciudad se caracteriza por tener una zona amplia de vegetación, que hoy se encuentra en zona de protección por parte de Corporación Autónoma Regional Para la Defensa de la Meseta de Bucaramanga (CDMB).

Así mismo vale la pena resaltar que dentro del casco urbano de la ciudad, se han encontrado puntos críticos de fuentes hídricas en las cuales se aprecia una aparente contaminación por vertimientos de aguas residuales y desechos de residuos sólidos ocasionadas por el crecimiento de infraestructura y población; de ahí surge la necesidad de analizar y diagnosticar algunos sectores en estas condiciones que seguramente requerirán un tratamiento adecuado y particular.

De acuerdo con lo anterior y partiendo de la premisa que el agua es de vital importancia para todos los seres vivos; ya que sin agua no hay vida, es de resaltar que: el mal manejo y la contaminación pueden provocar un déficit hídrico en un corto tiempo por lo que surge la pregunta: ¿Cómo se puede mitigar el impacto ambiental causado por los vertimientos descargados por las construcciones residenciales e industriales, colindantes a la escorrentía de la quebrada la iglesia; en el sector del puente que comunica al barrio el Porvenir con la autopista Bucaramanga-Girón en una longitud de 600 metros lineales?

### 3. JUSTIFICACIÓN

Como es de conocimiento público que se deben salvaguardar los corredores hídricos que estén dentro y fuera de la ciudad, y es de obligación y deber de la población conocer el impacto ambiental que se generaría al no tener conciencia de las buenas prácticas de la disposición final de las aguas residuales hace importante los resultados de la presente investigación.

Conociendo los datos y resultados planteados en el párrafo anterior, es de vital importancia diseñar un estudio de los impactos ambiental por identificar, en donde se proponga mitigar el daño ocasionado por factores externos en esta importante fuente hídrica de la ciudad. Por medio de este estudio, posiblemente se reduzcan los niveles de contaminación dándole un tratamiento adecuado y particular a estas aguas, mejorando las condiciones habitacionales de los seres vivos de la zona aledaña y en estudio.

Por otra parte, es de resaltar que con este proyecto estamos trabajando y proponiendo soluciones a las preguntas y problemas de biodiversidad y sostenibilidad ambiental; línea de investigación que pertenece al grupo GRIMAT, dejando este estudio como cuota inicial para posibles estudios futuros, que vayan encaminados a esta línea de investigación.

## **4. OBJETIVOS**

### **4.1 OBJETIVO GENERAL**

Generar insumos a partir de la topografía con una metodología que permita caracterizar todos los elementos propios de la fuente hídrica comprendidos en un tramo de 600 metros lineales de la quebrada la iglesia para su futura utilización en procesos de descontaminación ambientales.

#### **4.1.1 OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

1. Recomendar una aplicación procedente de una extensión de ArcGIS, que permita levantar información de todos los elementos que se encuentran en la fuente hídrica.
2. Comparar la escorrentía al caracterizarla en 2 puntos (al inicio de nuestro tramo de estudio y el otro punto al finalizar) con el fin de determinar el grado de contaminación del agua en este tramo, las tomas de datos se realizarán.
3. Planificar los datos de la encuesta y formulario en gráficos y tablas que ayuden a identificar y a obtener información sobre el sector en estudio para





## 5. ESTADO DEL ARTE

TÍTULO	CLASE	AUTOR	MEDIO DE PUBLICACIÓN	AÑO DE PUBLICACIÓN	RESUMEN	VARIABLES A TRABAJAR	LINK
<p><b>CARACTERIZACIÓN BIOFÍSICA DEL RESGUARDO INDÍGENA DE CUMBAL NARIÑO, MEDIANTE HERRAMIENTAS DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA.</b></p>	<p>Informe Trabajo de Grado</p>	<p>PAULA ANDREA BELALCÁZAR BENAVIDES OSCAR ARNULFO PUERRES PUERRES</p>	<p>Documento publicado en el Repositorio de la Universidad de Manizales</p>	<p><b>2016</b></p>	<p>El estudio trata sobre la caracterización biofísica del Resguardo de Cumbal Nariño, este fue desarrollado utilizando técnicas de teledetección, cartografía y diferentes herramientas de los sistemas de información geográfica (SIG). Este estudio identificó variables biofísicas del territorio como clima, suelos, geología, geomorfología, pendientes, zonas de vida, coberturas vegetales, etc. las cuales almacenadas en una base de datos geográfica permiten</p>	<p>clima, suelos, geología, geomorfología, pendientes, zonas de vida, coberturas vegetales, etc</p>	<p><a href="https://ridum.umani-zales.edu.co/xmlui/bitstream/handle/20500.12746/2550/Osca_Puerres_2013.pdf?sequence=1&amp;isAllowed=y">https://ridum.umani-zales.edu.co/xmlui/bitstream/handle/20500.12746/2550/Osca_Puerres_2013.pdf?sequence=1&amp;isAllowed=y</a></p>

					identificar, localizar, agrupar y distribuir los diferentes fenómenos que interactúan en un espacio determinado. La investigación permitió conocer el estado actual del Resguardo; en este proceso se utilizaron principalmente técnicas de sensores remotos, geoprocesamientos y generación de cartografía temática.	
<b>CARACTERIZACIÓN DE LA QUEBRADA LA NONA EN MARSELLA – RISARALDA A TRAVÉS DE HERRAMIENTAS DE SISTEMAS DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA, ORIENTADA A LA PLANEACIÓN AMBIENTAL QUE</b>	<b>Artículo de investigación</b>	PAULA ANDREA BELALCÁZAR BENAVIDES, OSCAR ARNULFO PUERRES PUERRES	Documento publicado en el Repositorio de la UNIMILITAR	<b>2019</b>	la quebrada La Nona, del municipio de Marsella presenta varios problemas debido a las actividades económicas desarrolladas: cultivo café, ganadería, acueductos, manejo de comunidades etnias entre otros, Con la inscripción de la Unesco del Paisaje Cultural Cafetero	Atributos Paisaje Cultural Cafetero (PCC) <a href="https://repository.unimilitar.edu.co/handle/10654/35828">https://repository.unimilitar.edu.co/handle/10654/35828</a>

<p><b>PRESERVE LOS ATRIBUTOS DEL PAISAJE CULTURAL CAFETERO</b></p>					<p>Colombiano en la lista del patrimonio mundial, se ve la necesidad de una nueva organización territorial de la Cuenca de la Quebrada la Nona, que considere los atributos definidos para el territorio en dicha declaratoria, para lo cual en el presente artículo se realizó una recopilación de la información bibliográfica y cartográfica para el área de estudio, de resultado se obtiene una zonificación ambiental del área de interés.</p>		
<p><b>CON ALTA TECNOLOGÍA AMB ANALIZA COMPORTAMIENTO DE VERTIMIENTOS SOBRE EL RÍO DE ORO Y LA</b></p>	<p>Estudio de contaminación a la Quebrada la Iglesia y Rio Oro</p>	<p>AREA METROPOLITANA DE BUCARAMANGA (AMB)</p>	<p>Página oficial de AMB</p>	<p>2015</p>	<p>Durante tres días y utilizando los más modernos sistemas de valoración y medición de variables sobre el agua, la Subdirección Ambiental del Área</p>	<p>Variables del agua</p>	<p><a href="https://www.amb.gov.co/con-alta-tecnologia-amb-analiza-comportamiento-de-vertimientos-sobre-el-rio-de-oro-y-la-quebrada-la-iglesia/">https://www.amb.gov.co/con-alta-tecnologia-amb-analiza-comportamiento-de-vertimientos-sobre-el-rio-de-oro-y-la-quebrada-la-iglesia/</a></p>

<p><b>QUEBRADA LA IGLESIA</b></p>					<p>Metropolitana de Bucaramanga, inició el proceso de modelamiento del comportamiento de los vertimientos, especialmente lixiviados, en las aguas de la Quebrada La Iglesia y el Río de Oro.</p>		
<p><b>EVALUACIÓN GEOAMBIENTAL DE LA CUENCA HIDROGRÁFICA DEL RÍO PONTEZUELO, MAYARÍ.</b></p>	<p>Informe Trabajo de Grado</p>	<p>Torres Beltrán, Marlen</p>	<p>Documento publicado en el Repositorio de la NÍNIVE</p>	<p>2015</p>	<p>evaluar las condiciones geo ambientales de la cuenca del río Pontezuelo con vista a implementar estrategias de mitigación de la contaminación. La metodología está basada en caracterización de los focos y fuentes contaminantes mediante los métodos de cartografía ambiental</p>	<p>iones nitrato y sulfato</p>	<p><a href="http://ninive.ismm.edu.co/handle/123456789/1411">http://ninive.ismm.edu.co/handle/123456789/1411</a></p>
<p><b>DIAGNOSTICO Y EVALUACION DEL IMPACTO AMBIENTAL</b></p>	<p>Informe Trabajo de Grado</p>	<p>Andrés Sebastián Sánchez Kassela,</p>	<p>Este informe publicado en acceso abierto.</p>	<p>Bogotá-Col Marzo 2020</p>	<p>El presente proyecto tiene como objetivo</p>	<p>Indicadores de Calidad del agua, los indicadores hidrocarburos</p>	<p><a href="https://repository.unilibre.edu.co/handle/10901/19681">https://repository.unilibre.edu.co/handle/10901/19681</a></p>

<p><b>GENERADO POR VERTIMIENTOS HIDRICARBURA DOS A LA CUENCA DEL RIO TORCA</b></p>		<p>John Eduard Castañeda Suarez</p>		<p>realizar un estudio sobre el impacto ambiental generado por las estaciones de servicio gasolineras a la cuenca sanitaria del río Torca , mediante datos obtenidos directamente de la secretaria distrital de ambiente cómo bases de datos y conceptos técnicos qué servirán cómo fuente información para el procesamiento de dichos datos mediante estadísticas basadas en los índices de calidad del agua de cada estación reglamentados en la Resolución 3957</p>	<p>totales (HC) ,fenoles totales (FNS) ,demanda biológica de oxígeno (DBO5) ,demanda química de oxígeno (DQO) ,grasas y aceites (G Y AC) ,pH ,solidos sedimentables totales (SEED) ,solidos suspendedos totales (SST) ,temperatura (T°C) y tensoactivos totales (SAAM)</p>	
--	--	---	--	--	--	--

					del 19 de Junio del 2009 .		
<p><b>IMPACTOS AMBIENTALES GENERADOS POR VERTIMIENTO DE AGUAS RESIDUALES URBANAS DE LA CIUDAD DE TUMBES - PERÚ</b></p>	<p>Artículo de Investigación</p>	<p>María Isabel Niquén Inga, Antero Celso Vasquez Garcia, Yahaira Anabel Hinojosa Niquen, Ange I Gregorio German Niquen Inga.</p>	<p>Este artículo se publico en la revista RECIAMUC, ISSN: 2588-0748, Pag, 222-232, EDITORIAL: Saberes del Conocimiento</p>	<p>ago-21</p>	<p>determinar que las aguas residuales urbanas de Tumbes generan impactos ambientales negativos sobre la calidad de agua del río Tumbes, para lo cual se obtuvieron nueve muestras del agua superficial en tres puntos 100 m antes, en el punto de vertimiento y 100 m aguas abajo del río Tumbes, según criterios de la APHA citados por Vásquez (2005) y procedimientos para el análisis estandarizado por el laboratorio NKAP SRL de Trujillo. Como resultados se determinó que el</p>	<p>aceites y grasas, demanda bioquímica de oxígeno (DBO5), demanda química de oxígeno (DQO), sólidos suspendidos totales, coliformes fecales y Escherichia coli con la finalidad de determinar la calidad de agua.</p>	<p><a href="https://reciamuc.com/index.php/RECIAMUC/article/view/692/1055">https://reciamuc.com/index.php/RECIAMUC/article/view/692/1055</a></p>

					agua residual generó impactos ambientales negativos sobre el agua superficial del río de esta ciudad	
<b>IMPACTOS AMBIENTALES SIGNIFICATIVOS GENERADOS POR EL SISTEMA DE ELIMINACIÓN DE AGUAS RESIDUALES URBANAS DE LA CIUDAD DE TUMBES Y PROPUESTA DE UN PLAN DE MITIGACIÓN.</b>	Informe Trabajo de Grado	María Isabel Niquén Inga	Documento publicado en el Repositorio de la Universidad Nacional de Tumbes - Perú	2019	identificar impactos ambientales del vertimiento de aguas residuales urbanas producidas en la ciudad de Tumbes al cauce del río Tumbes; se ejecutó esta Tesis desde abril de 2012 hasta julio de 2017. En tres puntos, M1, 100 m antes del vertimiento; M2, en punto de vertimiento y M3, 100 m aguas abajo. Se evaluó la línea base considerando, suelo, agua, aire, clima, flora, fauna y población en áreas directa e indirecta.	<a href="http://repositorio.untumbes.edu.pe/handle/20.500.12874/2394">http://repositorio.untumbes.edu.pe/handle/20.500.12874/2394</a>



F-DC-125

INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO EN MODALIDAD DE PROYECTO  
DE INVESTIGACIÓN, DESARROLLO TECNOLÓGICO, MONOGRAFÍA,  
EMPRENDIMIENTO Y SEMINARIO

VERSIÓN: 1.0

					Muestras de agua se trasladaron hasta los laboratorios de NKAP SRL ubicados en Trujillo. Se determinaron variables físicas, químicas y microbiológicas	
--	--	--	--	--	--	--

ELABORADO POR:  
Oficina de Investigaciones

REVISADO POR:  
soporte al sistema integrado de gestión

APROBADO POR: Asesor de planeación  
FECHA APROBACION:

## 4. MARCO REFERENCIAL

### 6.1 MARCO TEÓRICO

**CARACTERIZACIÓN DE AGUA:** Cuando se habla de caracterizar un agua residual, lo usual es realizar un análisis fisicoquímico, el cual dependerá del tipo de agua en estudio. Una primera consideración que surge es: **¿Cuál es el propósito para hacer la caracterización?** A manera de ejemplo, entre otros, podría ser:

- Medir impacto ambiental que tendría el agua y/o saber si cumple normas sobre vertimientos.
- Identificar y cuantificar los contaminantes para propósitos de diseñar un sistema de tratamiento.
- En el caso de tratamiento de aguas residuales industriales, conocer el impacto que tendrían sobre la calidad del efluente final los distintos afluentes de A.R. generados en los procesos de manufactura, y, de esta manera considerar una potencial segregación de corrientes. (IAGUA, 2020)

**GEOREFERENCIACIÓN:** La georreferenciación es el uso de coordenadas de mapa para asignar una ubicación espacial a entidades cartográficas. Todos los elementos de una capa de mapa tienen una ubicación geográfica y una extensión específicas que permiten situarlos en la superficie de la Tierra o cerca de ella. La capacidad de localizar de manera precisa las entidades geográficas es fundamental tanto en la representación cartográfica como en SIG. (ESRI, 2014).

### 6.2 MARCO AMBIENTAL

Es pertinente mencionar algunos requerimientos constitucionales que dan lugar a este proyecto:

Según el Decreto – Ley 2811 de 1974 (Colombia, 2021) el gobierno de Colombia establece algunos fundamentos que prevén y controlan la contaminación del medio ambiente ya sean estos: aire, agua y suelo. Esto se cumple por medio de la generación de mecanismos de mejoramiento, conservación y restauración de recursos renovables para defender la salud y el bienestar de todos los habitantes del país.

Teniendo en cuenta que el objetivo del proyecto presente es el cuidado y mitigación de la contaminación de las aguas, prima la ley 79 de 1986 (Función Pública, 2021) que rige todas las disposiciones y normas que prevén la conservación del agua y todas las fuentes hídricas de la nación.

Así mismo se cita el artículo 8 de la constitución política de 1991 (Colombia G. d., 2021) donde se resalta la importancia de proteger las riquezas culturales y naturales de la nación como obligación del Estado y de los habitantes del territorio nacional.

Por otro lado, el artículo 58 regula la función ecológica relacionada a la propiedad privada y también incluye el respeto obligatorio por un ambiente sano. En el artículo 79 se nombra el deber del Estado de proteger la diversidad e integridad del ambiente y proponer la educación necesaria para que todas las personas cuiden y conserven las áreas de importancia ecológica.

### **6.3 MARCO HISTÓRICO**

**Ilustración 1:** *Ubicación geográfica Departamento de Santander.*



Tomada: Tomada de (Codazzi, 2019)

**Ilustración 2:** *Localización de zona de estudio.*



Nota: localización de zona de estudio. Elaboración: Propia (Earth, 2022)

Quebrada la iglesia está comprendido desde el viaducto Benjamín García Cadena hasta su desembocadura en Rio de Oro Girón, tiene aproximadamente 9km y atraviesa los municipios de Bucaramanga y Girón, se ha caracterizado por la falta de atención de su fuente Hídrica, puesto, que recibía el vertimiento de EMPAS con

un 93% , relleno sanitario El CARRASCO con un 7% y el alcantarillado local, la ciudad fue desarrollándose sin tener en cuenta la misma, aunque en los años 2014 – 2015, se ejecutó un proyecto de construcción de una planta de tratamiento que redujo la contaminación de esta importante fuente Hídrica.

Una de las fuentes hídricas ubicadas en el sector del puente que comunica al barrio Porvenir con la autopista Bucaramanga-Girón es la llamada “Quebrada La Iglesia” y quien es objeto de análisis en el presente proyecto. Esta, recibe vertimientos del alcantarillado local y del relleno sanitario El Carrasco (CIDEU, 2015). Nace en el barrio San Martín, recorre el municipio de Girón y termina ocho kilómetros abajo en el río de Oro. Está formada por dos quebradas que son La Cascada y La Flora. La primera, está constituida por las quebradas El Cacique y La Aurora.

A lo largo del 2012 se presentaron grandes inundaciones por lluvias y desbordamientos hacia la comuna 9 de Bucaramanga que es la que colinda con esta quebrada. “La última inundación ocurrió en octubre de 2014, hecho que dejó 170 familias afectadas. Esta circunstancia se originó porque la presión del agua lluvia hizo explotar las tapas de los depósitos donde estaban contenidas”. (Liberal, 2013).

Debido a estas razones, el deterioro ambiental se notaba en gran cantidad por los malos olores generados alrededor de esta y por la contaminación tan grande que persistía cada día más.

Por esta razón se considera la quebrada La Iglesia como una fuente hídrica contaminada a lo largo de la historia con la excepción que su condición es mixta, es decir, 800 metros del tramo están canalizados de forma cerrada y el resto del cauce esta canalizado de forma abierta lo que genera aún más contaminación.

En los años 2014-2015 la entidad que presta el servicio de alcantarillado canalizó el cauce que por allí pasaba y construyó un colector paralelo para captar aguas servidas. Finalmente se financió la construcción de una planta de tratamiento de lixiviados y se redujo al mínimo el vertimiento contaminante.

Actualmente y debido a la gran urbanización a sus alrededores la quebrada está en pésimo estado, un deterioro ambiental que es causante de algunos desastres como inundaciones y vertimientos en el pavimento que finalmente generan un caudal aún más grande y un posible desbordamiento.

## 5. DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN

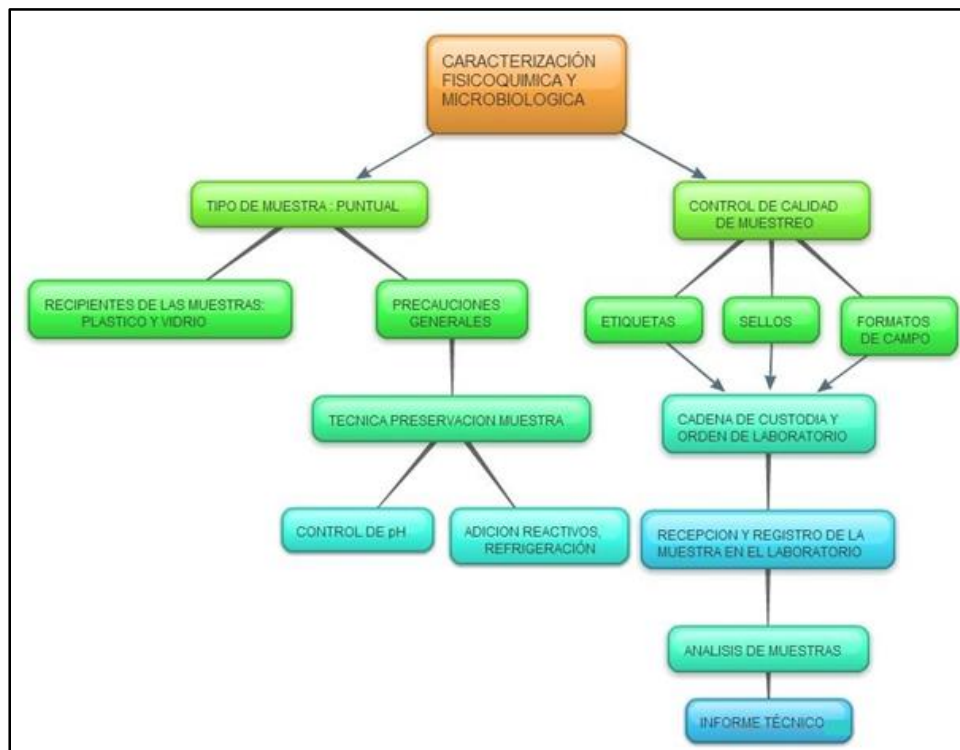
La presente investigación tendrá un enfoque mixto, cuantitativo y cualitativo, donde nos permitirá medir los parámetros Físicoquímicos de la quebrada la Iglesia y de igual manera las características de los vertimientos que se presentan en el tramo de estudio; para unificar los enfoques relacionados anteriormente, se realizará un Sistema de Información Geográfica con la ayuda de las herramientas del programa ArcGis, que permita contener toda información recolectada durante el proceso y pase a ser un insumo de apoyo para una futura formulación de un Plan de Mitigación de la zona. De los métodos empleados se pueden obtener conclusiones que pueden ser expresadas de forma matemática.

Tabla 1: Metodología de investigación.

Fase I	Actividades	Fuentes de Información		Métodos de Investigación		Herramientas	Entregables
		Primarias	Secundarias	Análítico-Sintético	Inductivo-Deductivo		
Toma de muestras de agua al inicio y final del tramo de la Quebrada La Iglesia escogido.	1. Ubicación zona de estudio, localización de puntos de muestreo y diseño de parámetros para implementación del trabajo.	Plataformas de descarga de información gratuita como USGS, IGAC, Google Earth.	Textos, Documentos, Normas, Bibliografías, Tesis, videos, guía del director de proyecto para descarga de Imágenes y Shapes			Herramientas computacionales y plataformas de consulta, Software Arcgis.	Informe caracterización del agua en los 2 puntos definidos.
	2. Visita al lugar y toma de muestra de agua en 3 envases diferentes, en el inicio y el final del tramo de la quebrada la iglesia objeto de estudio.						
	3. Realizar el analisis fisico-quimico de las 2 muestras.						
Fase II	Actividades	Fuentes de Información		Métodos de Investigación		Herramientas	Entregables
		Primarias	Secundarias	Análítico-Sintético	Inductivo-Deductivo		
Creación formulario y levantamiento en campo.	1. Configuración de un formulario en ArcSurvey123, para la recolección de información.	Software Arcgis, Software ArcSurvey123.	Textos, Documentos, Normas, Bibliografías, Tesis, videos, guía del director de proyecto para descarga de Imágenes y Shapes			Herramientas computacionales y plataformas de consulta, Software Arcgis, Formato F-DC-125	Resultados del Software, File geodatabase.
	2. Levantamiento en campo de las características físicas del tramo de la quebrada la iglesia escogido.						
	3. Revisión y edición de los parámetros recolectados en campo.						
	4. Edición en oficina de los resultados de la caracterización físico-química realizada por el laboratorio.						
Fase III	Actividades	Fuentes de Información		Métodos de Investigación		Herramientas	Entregables
		Primarias	Secundarias	Análítico-Sintético	Inductivo-Deductivo		
Creación cuadro de mando para visualización, conclusiones y toma de decisiones en cuanto al manejo que se le va a dar a la quebrada.	1. Interpretación de resultados, estadísticas y comparación para conclusiones e iniciar planes de mitigación.	Software Arcgis online, Software ArcSurvey123, ArcGIS Dashboard.	Textos, Documentos, Normas, Bibliografías, Tesis, videos, guía del director de proyecto para descarga de Imágenes y Shapes			Herramientas computacionales y plataformas de consulta, Software Arcgis, Formato F-DC-125	Sistema de información geográfica en ArcSurvey123, y cuadro de mando para visualización y control
	2. Puesta en marcha del cuadro de control ArcGIS Dashboard en donde podemos tener un sistema de información geográfica actualizado, que nos muestra el estado y el cambio de todos los parámetros que se van a controlar de ahora en adelante.						

A continuación, en la ilustración 3 se presenta la metodología empleada y las actividades realizadas, teniendo en cuenta los lineamientos establecidos en el Manual de Toma y Preservación de Muestras del IDEAM según el documento interno de SEGIMA SAS (Laboratorio acreditado ante el IDEAM), P-CR-01 Procedimiento de caracterización de aguas:

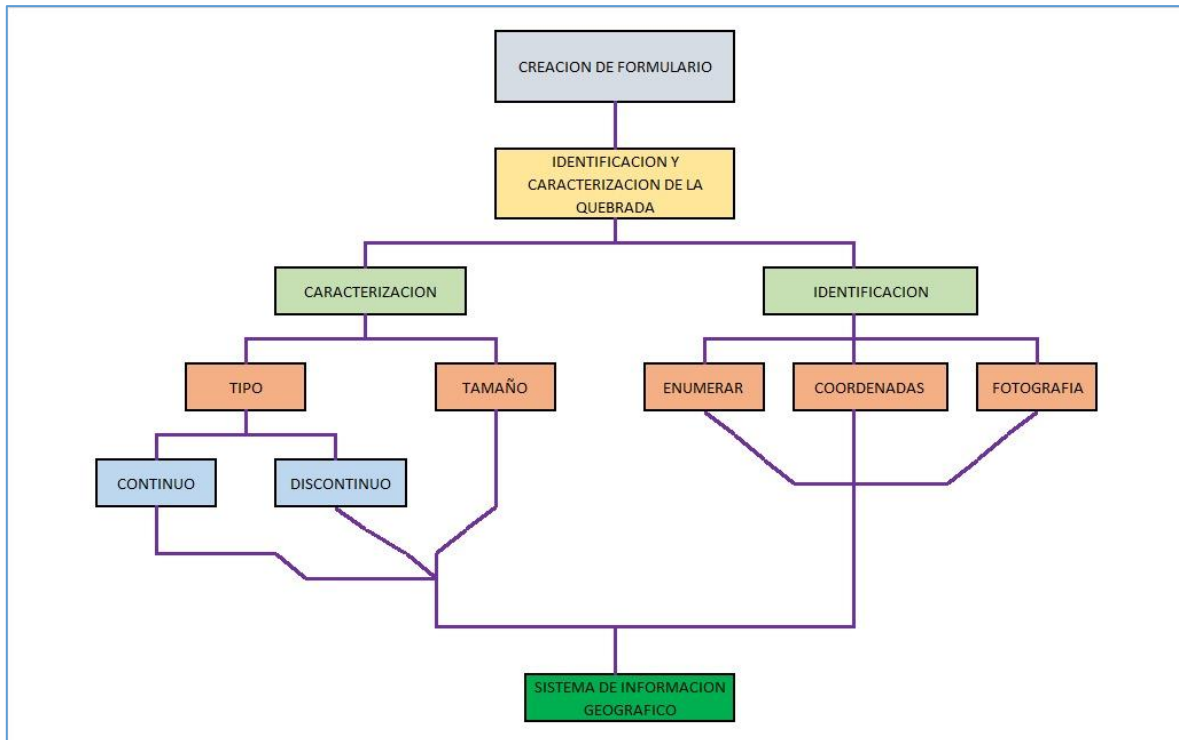
**Ilustración 3:** Metodología empleada en el trabajo de campo.



*Nota: Metodología de trabajo y ejecución trabajo de campo, Tomada de: SEGIMA SAS*



**Ilustración 4:** Metodología de levantamiento de información en campo .



Fuente: Propia

## 7.1 METODOLOGÍA DE EVALUACIÓN FÍSICOQUÍMICA Y MICROBIOLÓGICA.

Desde hace varias décadas se han utilizado los Índices de Calidad del Agua (ICA), los cuales tienen como objeto simplificar en una expresión numérica las características positivas o negativas de cualquier fuente de agua (Martínez de Bascaran, 1976, Prat et al. 1986, MOPT 1992).

Los ICA tienen como propósito la estimación de un número generalmente entre 0 y 1, ó 0 y 100, que define el grado de calidad de una fuente hídrica determinada.

Se presentan en el siguiente ítem los índices de contaminación empleados en la evaluación físicoquímica:

### 7.1.1 ANÁLISIS ÍNDICES DE CONTAMINACIÓN ICOS.

- **Índice de contaminación por sólidos suspendidos ICOSUS:**

Se determina a partir de la concentración de sólidos suspendidos entendiéndose estos como el material no filtrable o no disuelto en el agua.

- **Índice de contaminación trófico ICOTRO:**

Se determina por la concentración del fósforo total.

- **Índice de contaminación por materia orgánica ICOMO:**

Se expresa en diferentes variables que incluyen: nitrógeno amoniacal, nitritos, fósforo, oxígeno, DBO5, DQO, Coliformes totales y fecales principalmente.

La valoración de los índices de contaminación se define mediante un rango de 0.0 a 1.0 y corresponden al valor promedio de las variables elegidas; índices próximos a cero (0.0) reflejan baja contaminación e índices cercanos a uno (1.0) reflejan posible contaminación de origen antrópico o natural a las fuentes hídricas evaluadas.

**Tabla 2.** Índices de Contaminación contemplados en el análisis.

ÍNDICE	PARÁMETROS	INTERPRETACIÓN
ICOSUS	Sólidos Suspendidos	0 (baja Contaminación) 1 (Alta Contaminación)
ICOTRO	Fosforo Total	< 0,01 (Oligotrófico) 0,01 – 0,02 (Mesotrófica) 0,02 – 1,0 (Eutrofia) > 1 (Hipertrófico)
ICO pH	pH	0 (baja Contaminación) 1 (Alta Contaminación)

*Nota. Resultados de muestras de campo. Tomada de: Limnología colombiana 1998*

Para calcular los diferentes índices de contaminación, se aplicaron las fórmulas relacionadas a continuación.

- **Índice de contaminación por Sólidos Suspendidos ICOSUS.**

**Tabla 3.** Índice de contaminación por sólidos suspendidos.

ICOSUS	
$\text{ICOSUS} = -0,02 + 0,0003 \text{ Sólidos Suspendidos } \left(\frac{\text{mg}}{\text{L}}\right)$	
<b>Sólidos Suspendidos &gt; 340 mg/L</b>	ICOSUS = 1
<b>Sólidos Suspendidos &lt; 10 mg/L</b>	ICOSUS = 0

*Nota. Resultados de muestras de campo. Tomada de: Limnología colombiana*

- **Índice de contaminación Trófico ICOTRO.**

A diferencia de los índices anteriores en los cuales se determina un valor particular entre 0 y 1, la concentración de fósforo define por sí mismo una categoría discreta a saber:

**Tabla 4.** *Índice de contaminación Trófico (ICOTRO).*

ICOTRO	
ICOTRO = Fósforo Total ( $\frac{\text{mg}}{\text{L}}$ )	
<b>OLIGOTROFIA</b>	< 0,01 (mg/L)
<b>MESOTROFIA</b>	0,01 – 0,02 (mg/L)
<b>EUTROFIA</b>	0,02 – 1,00 (mg/L)
<b>HIPERTROFIA</b>	> 1,00 (mg/L)

*Nota. Resultados de muestras de campo. Tomada de: Limnología colombiana*

Igualmente se designa un código de colores para facilitar la interpretación de los valores de los índices de contaminación (ICOS).

**Tabla 5.** *Interpretación por colores de los índices de contaminación.*

Valor Índice de Contaminación	Grado de Contaminación
<b>0,00 - 0,20</b>	Ninguna
<b>0,21 – 0,40</b>	Bajo
<b>0,41 – 0,60</b>	Medio
<b>0,61 – 0,80</b>	Alto
<b>0,81 – 1,00</b>	Muy Alto

*Nota. Resultados de muestras de campo. Tomada de: Limnología colombiana 1998*

## 6. DESARROLLO DEL TRABAJO DE GRADO

### 8.1 LOCALIZACION DE LOS PUNTOS DE MUESTRO.

Se realizó visita a la fuente hídrica y con la ayuda de un GPS navegador, se determinó la zona de trabajo, el punto de partida fue el puente vehicular que del barrio el Porvenir de Bucaramanga comunica a la autopista Girón - Bucaramanga, de este sitio se calculó una distancia aproximada de 300 metros lineales aguas arriba y lo mismo aguas abajo, es así como determinamos el punto de inicio y final, en estos puntos se realizó el muestreo; posterior a esto, se localizan los puntos y se realiza el posicionamiento en el sistema de coordenada MAGNA-SIRGAS BOGOTÁ CENTRAL, obteniendo unas coordenadas X,Y,Z, la tabla 1 presenta la identificación y ubicación de los puntos de muestreo del presente estudio de caracterización.

**Tabla 6.** Identificación y ubicación de los puntos de muestreo

Ítem	Identificación	Georreferenciación		
		Norte	Este	Altura (msnm)
1	Quebrada La Iglesia – aguas arriba	1275582.527	1104391.764	802
2	Quebrada La Iglesia – aguas abajo	1275463.032	1103867.705	789

*Nota. Resultados de muestras de campo. Elaboración: Propia*

## 8.2 TOMA DE MUESTRAS DE AGUA

Ya identificado los dos puntos donde se realizará el muestreo, se organizó un día de campo, con los equipos y el material necesario para la toma de muestra, a continuación, se relacionan los equipos y materiales utilizados:

### EQUIPOS

- (1) Termómetro digital de mano.
- (1) PH metro digital.

### MATERIALES

- (6) Botellas de pastico.
- (2) Botellas de vidrio.
- (1) Cava de Icopor.
- (1) Bolsa de hielo.
- (1) Balde
- Guantes
- (1) Soga de 3 metros

Es importante tener en cuenta que, a la hora de realizar el muestreo, el caudal de la quebrada no esté alterado por la alta precipitación de la zona en el mismo día, si llega ser el caso, se recomienda que no se realice el muestreo hasta que el caudal llegue a su estado normal y así se garantiza una muestra sin alteraciones.

Se llego al sitio donde se va tomar la muestra con los equipos y materiales anteriormente mencionados, se toma el balde, se realiza un enjuague con la misma agua de la quebrada para eliminar suciedad ajena, posteriormente, se toma la temperatura del ambiente y del agua que se cogió.

**Ilustración 5:** Toma temperatura del agua.



*Nota. Toma de muestras en campo, Elaboración: propia*

Seguido se realizó con la ayuda del PH metro se toma el PH de la muestra.

**Ilustración 6:** Toma PH del agua



*Nota. Toma de muestras en campo, Elaboración: propia*

Luego de obtener la Temperatura y el PH de la muestra, se prosigue a embazar la muestra en los recipientes, 1 botella de vidrio y 3 de plástico con su respectiva etiqueta para identificar la muestra de cada punto, por último, se deposita los recipientes en la cava de icopor llena de hielo, con el fin de refrigerar la muestra, ya que hay varios parámetros (nitratos, nitritos, amoníaco) que pueden cambiar por efecto de la alta temperatura debido a la proliferación microbiana. De acuerdo con MacLeod et al. (1967), el congelamiento puede ser una alternativa para preservar una muestra biológica de agua, aun cuando se corre el riesgo de ocasionar un daño en la estructura celular de algunos microorganismos. Este mismo proceso se realizó en los dos puntos de muestreo.

### **8.3. DISEÑO DE APLICATIVO PARA LEVANTAMIENTO Y CARACTERIZACION DE LA QUEBRADA.**

#### **8.3.1. IMPLEMENTACION**

Definición del modelo de datos de la información a ser recopilada durante la caracterización (Nombre de campo, alias, tipo de campo, longitud, etc.). Esta actividad básicamente busca definir las estructuras de los datos que se van a almacenar en la base de datos cada vez que se capture una entidad. El modelo de datos busca definir los tipos de datos que estarán en la base de datos y la forma en que estos se relacionan.



**Ilustración 7, Definición del modelo**

Capas/Tablas: 4	Campos: 24	Propiedades del campo
caracterizacion_qda (Feature Layer)	tipo_punto	Alias
+ colindantes_group (Table)	ubicacion	Tipo de punto:
+ vegetacion_group (Table)	nombre	Tipo select1
+ fotografias_group (Table)	ancho_m	Apariencia minimal
	color	Tipo de Esri esriFieldTypeString
	olor	Longitud 255
	turbiedad	Requerido No
	velocidad_ms	Solo lectura No
	profundidad_m	Predeterminado
	temp_ambiente_c	Restricción
	temp_agua_c	Relevante
	tipo_tub_cruce	Calcular
	tipo_puente	Conjunto de nodos /caracterizacion_qda/tipo_punto
	estado_puente	
	bocatoma_estado	
	represa_estado	
	canalizacion	
	canalizacion_tipo	
	canalizacion_estado	
	tk_aireacion	
	disipador_energia	

*Nota. Base Inicial para recopilar información detallada en campo. Elaboración: Propia*

**Ilustración 8, Diseño de formulario**

Capas/Tablas: 4	Campos: 24	Propiedades del campo
caracterizacion_qda (Feature Layer)	tipo_punto	Alias
+ colindantes_group (Table)	ubicacion	Velocidad (m/s):
+ vegetacion_group (Table)	nombre	Tipo decimal
+ fotografias_group (Table)	ancho_m	Apariencia numbers
	color	Tipo de Esri esriFieldTypeDouble
	olor	Longitud 255
	turbiedad	Requerido No
	velocidad_ms	Solo lectura No
	profundidad_m	Predeterminado
	temp_ambiente_c	Restricción
	temp_agua_c	Relevante
	tipo_tub_cruce	Calcular
	tipo_puente	Conjunto de nodos /caracterizacion_qda/propiedades_group/velocidad...
	estado_puente	
	bocatoma_estado	
	represa_estado	
	canalizacion	
	canalizacion_tipo	
	canalizacion_estado	
	tk_aireacion	
	disipador_energia	

*Nota. Diseño de plantilla, recolección de información. Elaboración: Propia*

Diseño de formulario inteligente usando la aplicación de ArcGIS Survey123 la cual es una solución completa y basada en formularios que permite crear, compartir y analizar encuestas. El diseño se hizo por medio de un ambiente web, configurando las características de cada campo que aparecerá en el formulario.

**Ilustración 9, Muestra – caracterización de quebrada**

The screenshot displays the Survey123 web interface for creating a form titled "Muestra - Caracterización Quebrada".

- Left Sidebar (Question Types):**
  - Muestra - Texto de una sola línea\***: Includes a text input field and a character count ("Introduzca 5 - 10 caracteres").
  - Muestra - Texto de varias líneas**: Includes a multi-line text input field with a predefined response ("Muestra - Respuesta predefinida para esta pregunta").
  - Muestra - Grupo** (selected):
    - Muestra - Una única opción**: Shows three radio button options labeled "Opción 1", "Opción 2", and "Opción 3".
- Central Preview Area:** A large green rectangular area representing the visual layout of the form.
- Right Sidebar (Appearance and Options):**
  - Apariencia**: Includes a "Pantalla de agradecimiento" (Thank you screen) toggle, a "Previsualización" (Preview) toggle set to "Desactivado", and a rich text editor with a toolbar.
  - Opciones**: Includes an "Enviar otra respuesta" (Send another response) toggle, radio buttons for "Mostrar opción para volver a cargar la encuesta" and "Volver a cargar la encuesta automáticamente", and a "Especificar el retraso" (Specify delay) field set to "3 segundos".
  - A "Publicar" (Publish) button is located at the bottom right.

*Nota. Muestra, recolección de información. Elaboración: Propia*

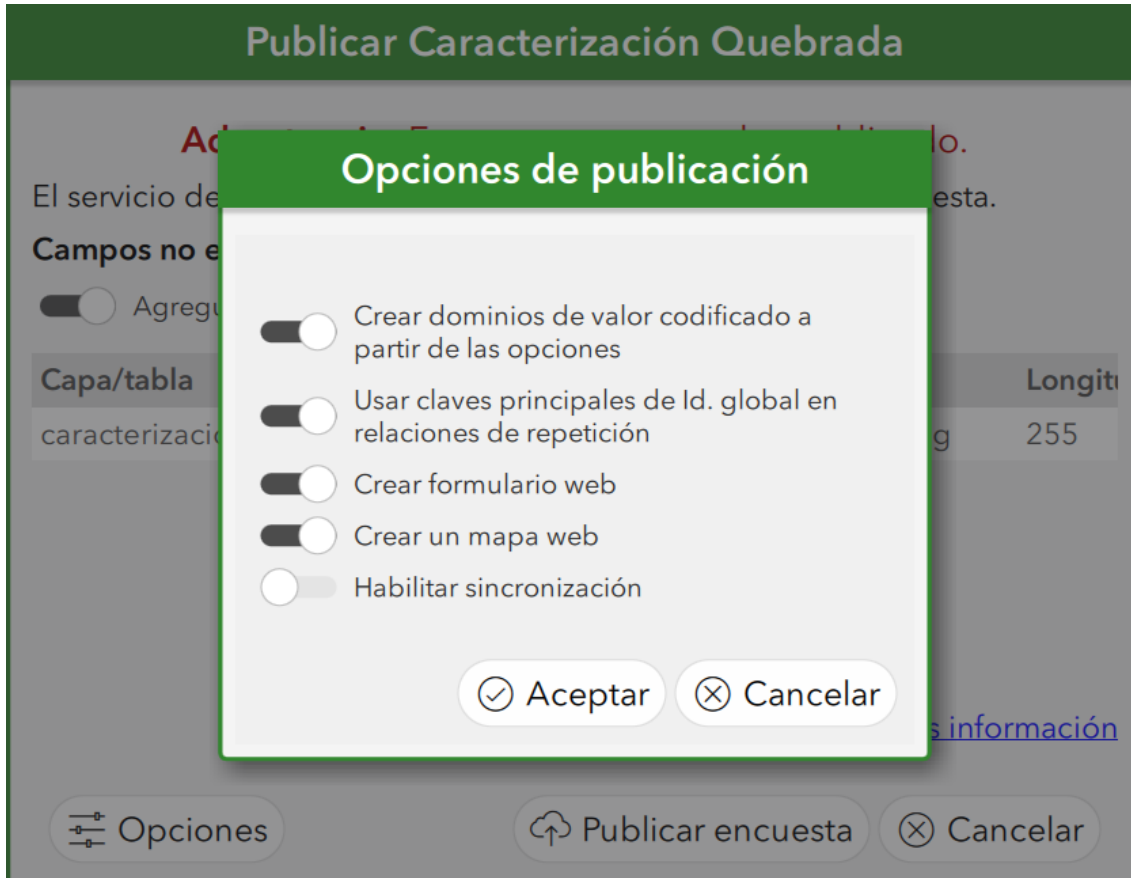
En el diseño del formulario tenemos varias opciones para darle forma a la pregunta que deseamos cómo el usuario que va a capturar la información. Las opciones de respuesta son variadas, apariencia, unidades de medida, tipo de archivo, entre otros, y varios cálculos sencillos con solo responder una pregunta.

**Ilustración 10, Diseño y adaptación de las características del formulario**

*Nota. Adaptabilidad de las opciones de pregunta o toma de información. Elaboración: propia*

Publicación de diseño de formulario y creación de Feature Layer en ArcGIS Online. Una vez terminado el diseño del formulario y la configuración de cada campo, se procede a publicar en una cuenta de ArcGIS Online, para que pueda estar disponible a los usuarios en campo. Automáticamente también se creará un Feature Layer alojado en la cuenta de ArcGIS Online donde se publica el formulario.

**Ilustración 11,** *Publicación de formulario.*



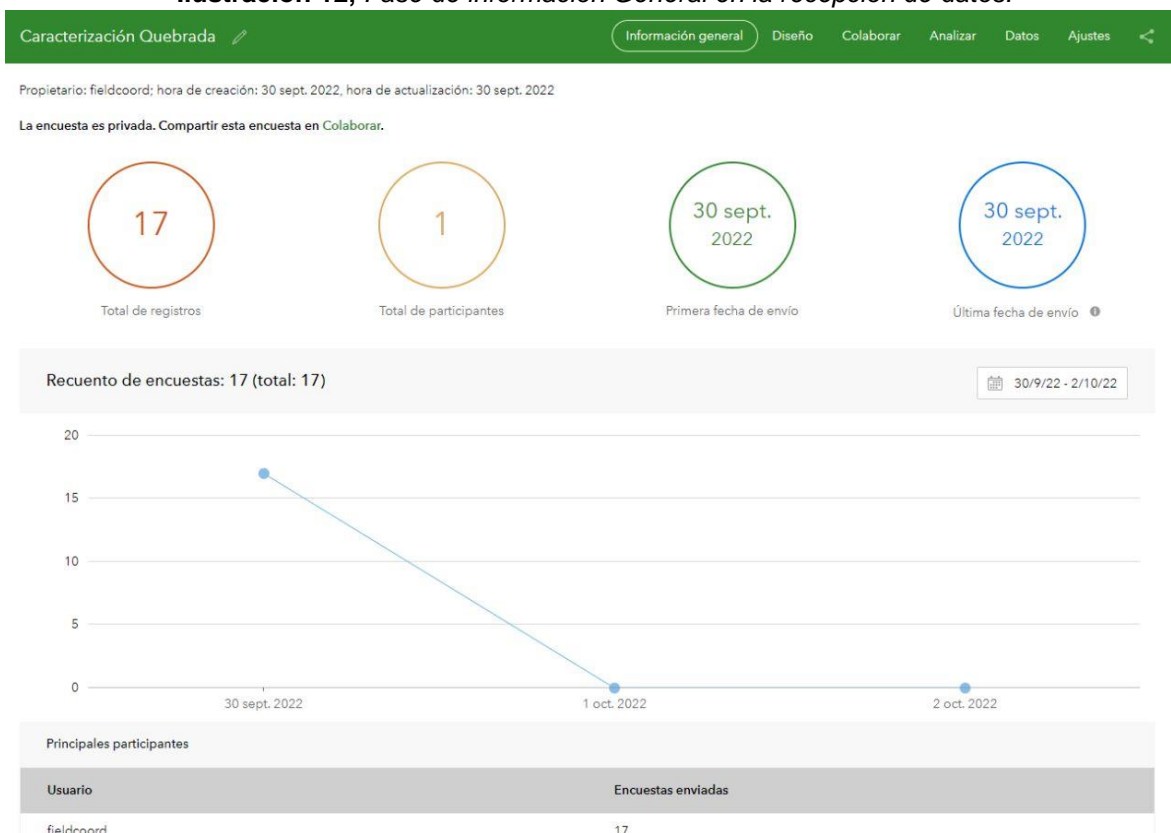
<input type="checkbox"/>	Caracterización Quebrada	Form
<input type="checkbox"/>	Caracterización Quebrada	Feature Layer (alojado) ▼
<input type="checkbox"/>	Caracterización Quebrada FM	Web Map
<input type="checkbox"/>	Caracterización Quebrada	Web Map

*Nota. Resultado, recolección de información. Elaboración: Propia*

## Resultados

Los resultados de la captura de información podrán ser consultados por medio de la misma aplicación de diferentes maneras, en información general vemos la fecha de la toma de datos, cantidad de los puntos levantados, quien levanto, fechas de los levantamientos, estadística básica del proceso de levantamiento etc.

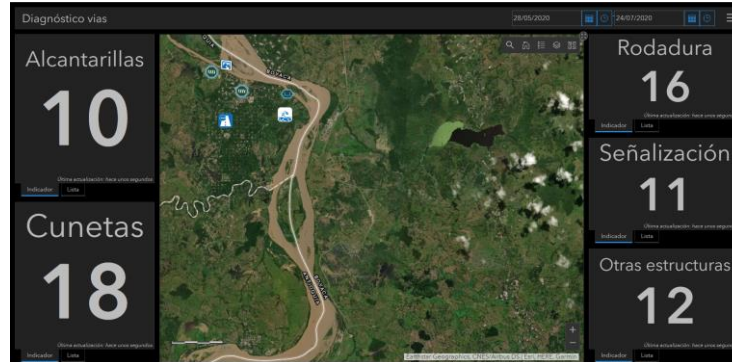
**Ilustración 12, Fase de información General en la recepción de datos.**



*Nota. Fase de control de datos acerca del levantamiento. Elaboración: propia*

Para esta investigación se utilizó también una aplicación web tipo Dashboard. ArcGIS Online también permite la exportación de la información a diferentes formatos (csv, shapefile y File Geodatabase).

**Ilustración 13, Cuadro de mando (dashboard) de Resultados**



*Nota. Resultado recolección de información. Elaboración: Propia*

## 7. RESULTADOS

El alcance de los resultados obtenidos en la ejecución del proyecto se describe a continuación:

Caracterización Físicoquímica de la fuente hídrica Quebrada La Iglesia, en dos puntos, separados aproximadamente por 600 metros.

Ubicación: Bucaramanga, Departamento de Santander.

Nº Puntos de Muestreo: 2

Tipo de muestreo: Simple.

Tipo de análisis: Físicoquímico.

La caracterización físicoquímica se realizó el día 18 de agosto de 2022.


### 9.1 REPORTE Y ANÁLISIS DE RESULTADOS FÍSICOQUÍMICOS.

A continuación, se presenta la información general de los puntos caracterizados en la fuente hídrica Quebrada La Iglesia, los reportes de resultados y su análisis.

### 9.1.1 Quebrada La Iglesia.

Quebrada La Iglesia – aguas arriba.


**Tabla 7.** Información General Quebrada La Iglesia – aguas arriba.

Características Generales Quebrada La Iglesia – aguas arriba	
<p><u>Quebrada La Iglesia– aguas arriba</u></p> 	Coordenadas geográficas
	<b>Norte:</b> 1275582.527
	<b>Este:</b> 1104391.764
	<b>Altura:</b> 802 msnm
	Ancho de la fuente
	Aprox. 5,0 m
Condiciones Organolépticas	Olor: Agua Residual Color: Marrón
Profundidad promedio	0,5 m
<p><b>Observaciones:</b> Las condiciones climáticas denotaban tiempo soleado. Se presenta vegetación de tipo boscosa y matorral. La exposición en el punto de muestreo es abierta, se percibe espuma y olores de agua residual.</p>	

*Nota. Muestra, recolección de información. Elaboración: Propia*

Quebrada La Iglesia – aguas abajo.

**Tabla 8.** Información General Quebrada La Iglesia – aguas abajo.

Características Generales Quebrada La Iglesia – aguas abajo	
<p><b>Quebrada La Iglesia – aguas abajo</b></p> 	<p>Coordenadas geográficas</p> <p><b>Norte:</b> 1275463.032</p> <p><b>Este:</b> 1103867.705</p> <p><b>Altura:</b> 789 msnm</p>
	<p>Ancho de la fuente</p> <p>Aprox. 5,0 m</p>
	<p>Condiciones Organolépticas</p> <p>Olor: Agua residual</p> <p>Color: Marrón</p>
	<p>Profundidad promedio</p> <p>0,5 m</p>
	<p><b>Observaciones:</b> Las condiciones climáticas denotaban tiempo soleado. Se presenta vegetación de tipo boscosa y matorral. La exposición en el punto de muestreo es abierta, se percibe espuma y olores de agua residual, así como residuos sólidos sobre los márgenes de la fuente hídrica.</p>

*Nota. Muestra, recolección de información. Elaboración: Propia*

## 9.2 RESULTADOS PARÁMETROS IN SITU QUEBRADA LA IGLESIA.

Dentro del trabajo de campo se realizaron las mediciones In Situ, cuyos resultados son relacionados en la siguiente tabla:

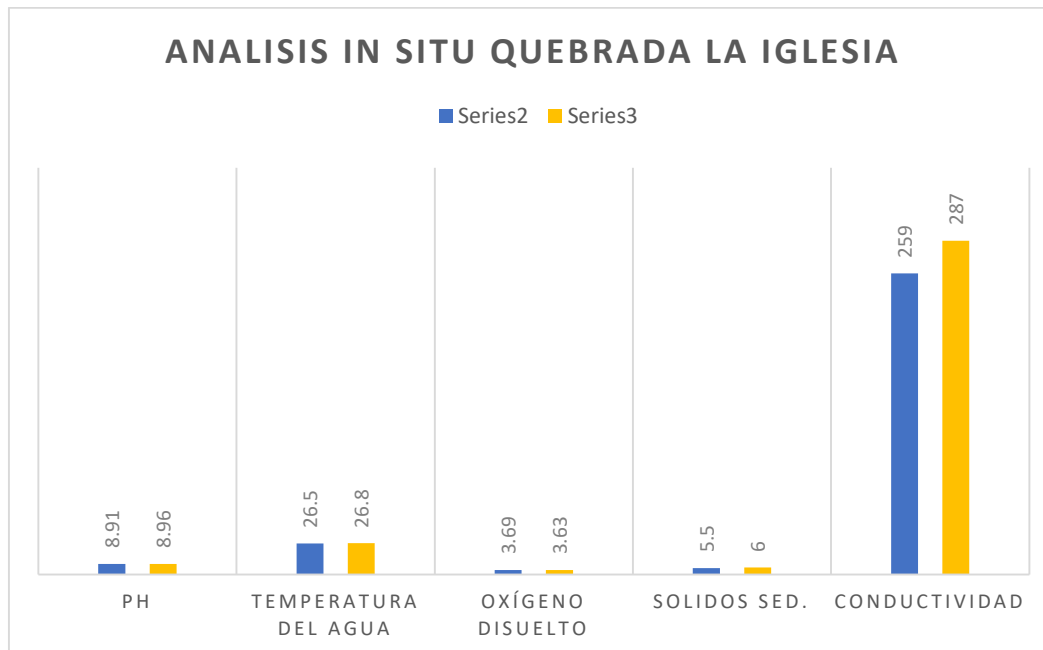


**Tabla 9.** *Parámetros In Situ Quebrada La Iglesia.*

Análisis In Situ – Quebrada La Iglesia					
Punto de Muestreo	pH	Temperatura Del Agua	Oxígeno Disuelto	Solidos Sed.	Conductividad
	Unid. de pH	°C	mg/L	mL/L	µs/cm
<b>Aguas arriba</b>	8,91	26,5	3,69	5,5	259
<b>Aguas abajo</b>	8,96	26,8	3,63	6,0	287

*Nota. Muestra, recolección de información. Elaboración: Propia*

**Ilustración 14.** *Comportamiento Datos In Situ Quebrada La Iglesia.*



*Nota. Análisis comportamiento de datos. Elaboración: Propia*

Los resultados obtenidos de los parámetros analizados In Situ, indican que la temperatura es típica de aguas naturales superficiales siendo acorde a las condiciones climáticas del lugar.

Los sólidos sedimentables arrojan un valor relativamente alto, esto debido a la turbidez del agua y la presencia de lluvias en la zona.

La medición de pH In Situ refleja un resultado alcalino para los dos puntos de muestreo.

La conductividad es alta, por tal motivo se puede decir que tiene alto contenido de iones disueltos.

Adicional a esto se evidencia que en los dos puntos la concentración de oxígeno disuelto es menor a los 4,0 mg/L, lo cual imposibilita la vida de organismos acuáticos.

### 9.3 RESULTADOS DE LABORATORIO ANÁLISIS FISCOQUÍMICOS QUEBRADA LA IGLESIA

En la tabla 8 se presentan los resultados fisicoquímicos de los puntos muestreados.

**Tabla 10.** Resultados de laboratorio fisicoquímico Quebrada La Iglesia.

ANÁLISIS FISCOQUÍMICO QUEBRADA LA IGLESIA			
PARÁMETRO	AGUAS ARRIBA	AGUAS ABAJO	UNIDADES
*pH	8,91	8,96	Unidades de pH
*Sólidos Sedimentables	5,5	6	mL/L
*Temperatura	26,5	26,8	°C
*Conductividad	259	287	µs/cm
*Oxígeno disuelto	3,69	3,63	mg/L
*Sólidos suspendidos totales	215	241	mg/L
**DBO <sub>5</sub>	237	251	mg O <sub>2</sub> /L
**DQO	412,8	437,3	mg O <sub>2</sub> /L
**Ortofosfatos	1,75	1,83	mg P-PO <sub>4</sub> <sup>3-</sup> /L
**Fósforo total	2,65	2,74	mg P/L
**Grasas y aceites	5,4	5,6	mg/L

**Nitratos	0,32	0,33	mg NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> - N/L
**Nitritos	0,190	0,210	mg NO <sub>2</sub> <sup>-</sup> - N/L
**Nitrógeno amoniacal	30,8	31,2	mg N/L
**Nitrógeno total Kjeldahl	31,9	32,1	mg N/L
***Nitrógeno total	32,4	32,64	mg N/L
**Surfactantes aniónicos como SAAM	4,15	4,26	mg SAAM/L

*Nota. Muestra, fisicoquímica. Elaboración: Propia*

Se emplearon los valores requeridos de los parámetros de la tabla anterior, para el cálculo de los índices de contaminación ICOS, para los puntos de muestreo en la Quebrada la Iglesia. Es importante aclarar que la fuente hídrica presenta algunas características propias de aguas naturales superficiales contaminadas.

A continuación, en la tabla 10 se presenta el valor correspondiente de los índices de contaminación evaluados para la fuente hídrica objeto de estudio.

**Tabla 11. Índices de calidad Quebrada La Iglesia.**

ÍNDICES DE CALIDAD DEL AGUA QUEBRADA LA IGLESIA					
Punto de Monitoreo		Índice/Parámetro	Valor	Índice de Contaminación	
ICOSUS	AGUAS ARRIBA	SOLIDOS SUSPENDIDOS	215	0,63	ALTO
	AGUAS ABAJO	SOLIDOS SUSPENDIDOS	241	0,70	ALTO
ICOpH	AGUAS ARRIBA	pH	8,91	0,42	MEDIO
	AGUAS ABAJO	pH	8,96	0,46	MEDIO

<b>ICOTRO</b>	<b>AGUAS ARRIBA</b>	FOSFORO TOTAL	2,65	<b>HIPEREUTROFIA</b>
	<b>AGUAS ABAJO</b>	FOSFORO TOTAL	2,74	<b>HIPEREUTROFIA</b>

*Nota. Muestra, fisicoquímica. Elaboración: Propia*

Los valores relacionados en la tabla 10 indican que la fuente hídrica evaluada en sus condiciones naturales, en relación al índice de contaminación por sólidos suspendidos ICOSUS presenta un grado de contaminación alta para los dos puntos, siendo mayor en el punto aguas abajo.

El índice de contaminación con relación al pH presenta un grado de contaminación medio en los dos puntos evaluados de la fuente hídrica Quebrada La Iglesia.

El índice de contaminación trófico ICOTRO da como resultado HIPEREUTROFIA en los 2 puntos muestreados lo cual indica que la fuente hídrica presenta una buena carga de nutrientes y alta concentración de sustancias húmicas.

Durante el trabajo de campo se pudo evidenciar que entre los dos puntos de muestreos existen varios puntos en donde se le realiza vertimientos presuntamente de tipo doméstico y no doméstico a la fuente hídrica, razón por la cual se observa que los valores obtenidos en el punto aguas abajo son mayores que los datos obtenidos en el punto aguas arriba, no obstante, la fuente hídrica desde el punto aguas arriba del tramo evaluado posee concentraciones altas en parámetros de interés sanitario, como la DBO, DQO, grasas y aceites sólidos, detergentes, nitrógenos, entre otros, los cuales permiten concluir que la fuente hídrica objeto de estudio está altamente contaminada, por lo tanto el uso de este tipo de agua es restringido para cualquier actividad, haciéndose necesario hacer un tratamiento del agua de tipo fisicoquímico o biológico para poder hacer uso de la misma, en actividades que no demanden un alto grado de pureza del agua, y que no represente riesgo para la salud humana, o para la actividad que se desee utilizar.

A continuación, se presenta evidencia fotográfica de los vertimientos observados entre los dos puntos de muestreo, en donde claramente podemos concluir que afectan de manera representativa la fuente hídrica en términos de calidad.


**Ilustración 15. Evidencia Fotográfica**



*Nota. Fotografías de campo. Elaboración: Propia*


## 9.4 CARACTERÍSTICAS DE LOS VERTIMIENTOS

**Tabla 12.** Características Vertimiento #1

Características Generales de Vertimientos en la Quebrada La Iglesia		
<p style="text-align: center;"><u>Vertimiento # 1</u></p> 	<p>Coordenadas Magna-Sirgas</p> <p><b>Norte:</b> 1275501.929</p> <p><b>Este:</b> 1103887.590</p> <p><b>Altura:</b> 893 msnm</p>	
	<p>Tamaño del vertimiento</p> <p>Aprox. 8,0 Pulgadas</p>	
	<p>Condiciones Organolépticas</p> <p>Olor: Agua Residual</p> <p>Color: Marrón</p>	
	<p>Tipo Vertimiento</p> <p>Continuo</p>	
	<p><b>Observaciones:</b> El caudal no es el 100% del diámetro del tubo, como se observa en la imagen.</p>	


*Nota. Muestra, recolección de información. Elaboración: Propia*

**Tabla 13.** *Características Vertimiento #2*

Características Generales de Vertimientos en la Quebrada La Iglesia	
<p style="text-align: center;"><u>Vertimiento # 2</u></p> 	<p>Coordenadas Magna-Sirgas</p> <p><b>Norte:</b> 1275512.382</p> <p><b>Este:</b> 1103891.251</p> <p><b>Altura:</b> 893 msnm</p>
	<p>Tamaño del vertimiento</p> <p>Aprox. 24,0 pulgadas</p>
	<p>Condiciones Organolépticas</p> <p>Olor: Agua Residual</p> <p>Color: Marrón</p>
	<p>Tipo Vertimiento</p> <p>Continuo</p>
	<p><b>Observaciones:</b> El caudal no es el 100% del diámetro del tubo, como se observa en la imagen.</p>

*Nota. Muestra, recolección de información. Elaboración: Propia*

**Tabla 14. Características Vertimiento #3.**


Características Generales de Vertimientos en la Quebrada La Iglesia		
<p style="text-align: center;"><b><u>Vertimiento # 3</u></b></p> 	<p style="text-align: center;">Coordenadas Magna-Sirgas</p>	<b>Norte:</b> 1275529.594
		<b>Este:</b> 1103894.286
		<b>Altura:</b> 894 msnm
	<p style="text-align: center;">Tamaño del vertimiento</p>	Aprox. 6,0 Pulgadas
	<p style="text-align: center;">Condiciones Organolépticas</p>	Olor: N/D Color: N/D
	<p style="text-align: center;">Tipo Vertimiento</p>	Discontinuo
	<p><b>Observaciones:</b> Se logra identificar el vertimiento por las marcas que ha generado el agua en el muro.</p>	

*Nota. Muestra, recolección de información. Elaboración: Propia*

**Tabla 15. Características Vertimiento #4.**

Características Generales de Vertimientos en la Quebrada La Iglesia		
<b><u>Vertimiento # 4</u></b>	Coordenadas Magna-Sirgas	<b>Norte:</b> 1275533.605
		<b>Este:</b> 1103902.564
		<b>Altura:</b> 894 msnm




	Tamaño del vertimiento	Tipo cuadrado de Aprox. 30x30 Pulgadas
	Condiciones Organolépticas	Olor: Agua Residual Color: Marrón con espuma blanca
	Tipo Vertimiento	Continuo
	<b>Observaciones:</b> El caudal no es el 100% de la capacidad del tubo, como se observa en la imagen.	

*Nota. Muestra, recolección de información. Elaboración: Propia*

**Tabla 16.** Características Vertimiento #5.

Características Generales de Vertimientos en la Quebrada La Iglesia		
<b><u>Vertimiento # 5</u></b>	Coordenadas Magna-Sirgas	<b>Norte:</b> 1275585.611
		<b>Este:</b> 1104094.895
		<b>Altura:</b> 897 msnm
	Tamaño del vertimiento	Aprox. 24 Pulgadas de diámetro
Condiciones Organolépticas	Olor: Agua Residual Color: Marrón con espuma blanca	

	Tipo Vertimiento	Continuo
	<p><b>Observaciones:</b> El caudal no es el 100% del diámetro del tubo, como se observa en la imagen.</p>	

*Nota. Muestra, recolección de información. Elaboración: Propia*

**Tabla 17.** Características Vertimiento #6.

Características Generales de Vertimientos en la Quebrada La Iglesia		
<u>Vertimiento # 6</u>	Coordenadas Magna-Sirgas	<b>Norte:</b> 1275595.431
		<b>Este:</b> 1104089.044
		<b>Altura:</b> 897 msnm
	Tamaño del vertimiento	Aprox. 6 pulgadas de diámetro
	Condiciones Organolépticas	Olor: N/D Color: N/D
	Tipo Vertimiento	Discontinuo

F-DC-125


INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO EN MODALIDAD DE PROYECTO  
DE INVESTIGACIÓN, DESARROLLO TECNOLÓGICO, MONOGRAFÍA,  
EMPREDIMIENTO Y SEMINARIO

VERSIÓN: 1.0

	<p><b>Observaciones:</b> Se logra identificar el vertimiento por las marcas que ha generado el agua en el muro.</p>
---	---

*Nota. Muestra, recolección de información. Elaboración: Propia*

**Tabla 18.** Características Vertimiento #6.

Características Generales de Vertimientos en la Quebrada La Iglesia		
<p style="text-align: center;"><u>Vertimiento # 7</u></p> 	<p>Coordenadas Magna-Sirgas</p> <p><b>Norte:</b> 1275612.710</p> <p><b>Este:</b> 1104125.225</p> <p><b>Altura:</b> 897 msnm</p>	
	<p>Tamaño del vertimiento</p> <p>Aprox. 6 Pulgadas de diámetro</p>	
	<p>Condiciones Organolépticas</p> <p>Olor: Agua Residual</p> <p>Color: Marrón</p>	
	<p>Tipo Vertimiento</p> <p>Continuo</p>	
	<p><b>Observaciones:</b> El caudal no es el 100% del diámetro del tubo, como se observa en la imagen</p>	


*Nota. Muestra, recolección de información. Elaboración: Propia*

**Tabla 19.** Características Vertimiento #8.

Características Generales de Vertimientos en la Quebrada La Iglesia		
<p style="text-align: center;"><u>Vertimiento # 8</u></p> 	<p>Coordenadas Magna-Sirgas</p> <p><b>Norte:</b> 1275618.880</p> <p><b>Este:</b> 1104137.796</p> <p><b>Altura:</b> 897 msnm</p>	
	<p>Tamaño del vertimiento</p> <p>Aprox. 8 Pulgadas de diámetro</p>	
	<p>Condiciones Organolépticas</p> <p>Olor: N/D</p> <p>Color: N/D</p>	
	<p>Tipo Vertimiento</p> <p>Discontinuo</p>	
	<p><b>Observaciones:</b> Se logra identificar el vertimiento por las marcas que ha generado el agua en el muro.</p>	

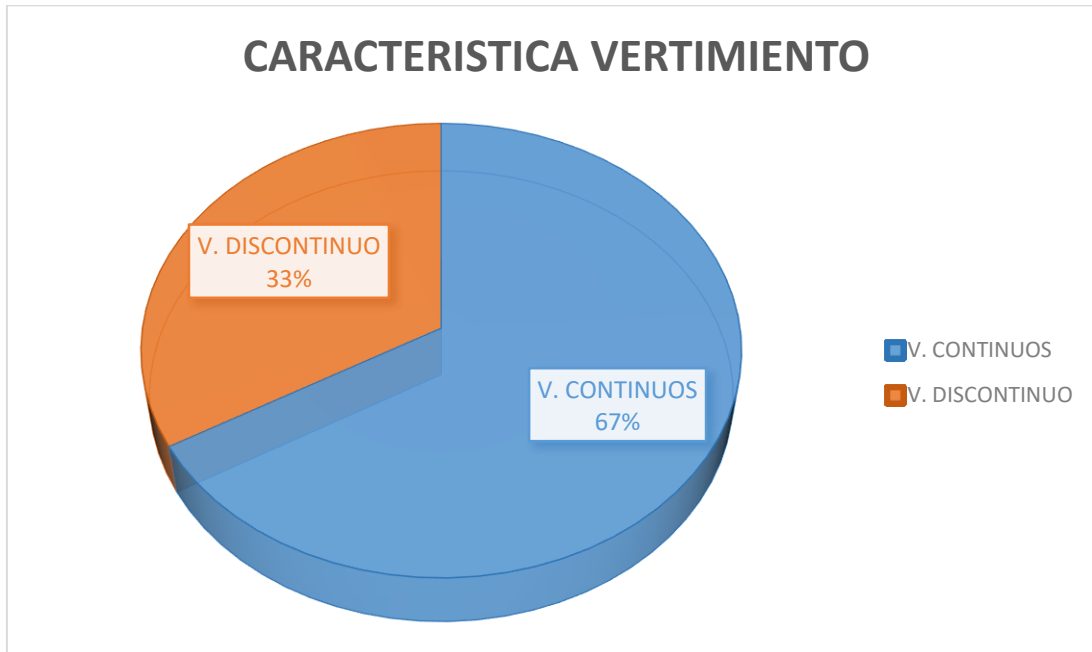
*Nota. información de campo Elaboración: Propia*

Tabla 20. Características Vertimiento #9.

Características Generales de Vertimientos en la Quebrada La Iglesia			
<p style="text-align: center;"><b><u>Vertimiento # 9</u></b></p> 	Coordenadas Magna-Sirgas	Norte: 1275657.518	
		Este: 1104252.810	
		Altura: 899 msnm	
	Tamaño del vertimiento	Tipo canaleta aprox. De 1.1 m.	
	Condiciones Organolépticas	Olor: Agua Residual Color: Marrón	
	Tipo Vertimiento	Continuo	
	<b>Observaciones:</b> El caudal no es el 100% del diámetro del tubo, como se observa en la imagen.		

*Nota. información de campo Elaboración: Propia*

**Ilustración 16.** Proporcionalidad de la caracterización de los vertimientos.

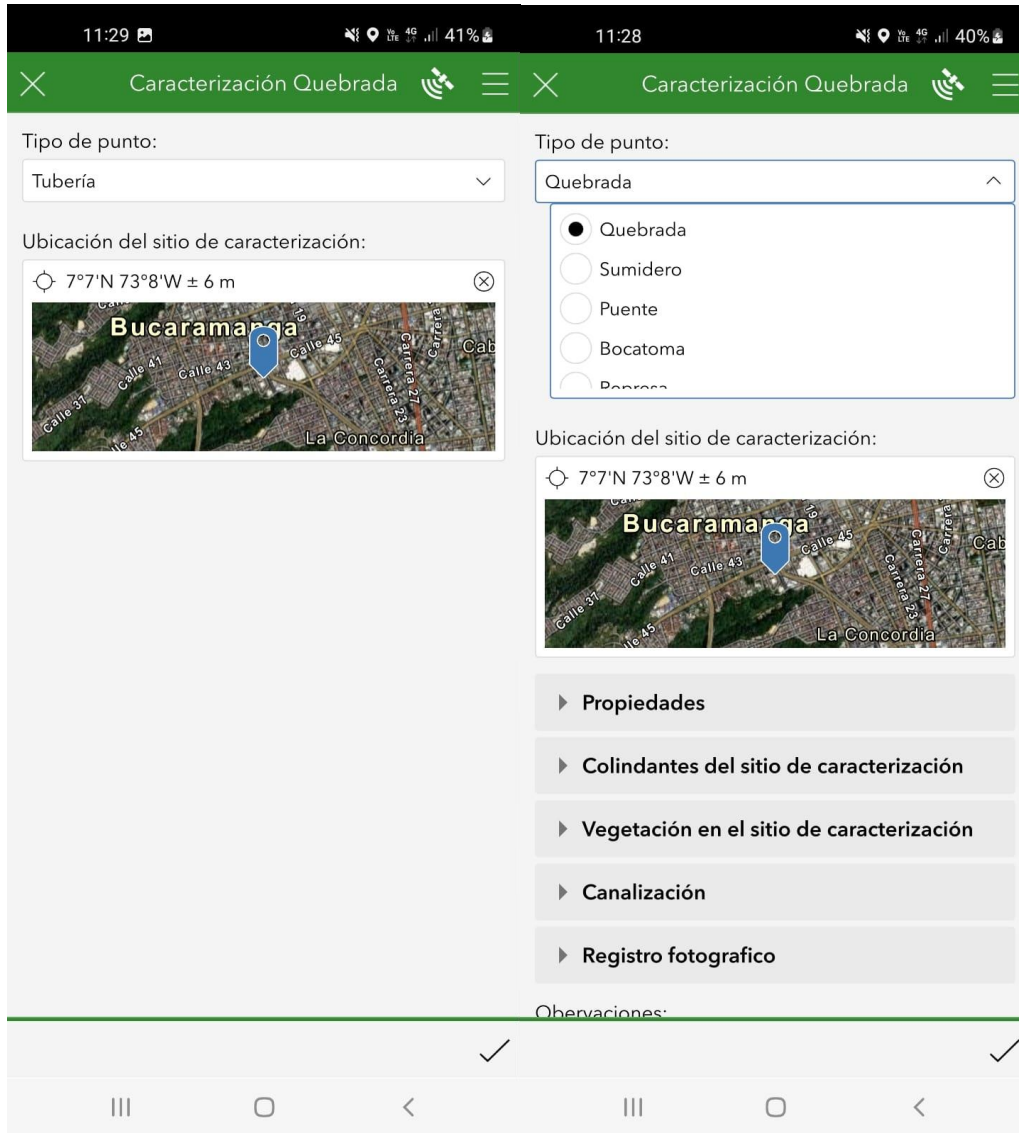


*Nota. Comparación de vertimientos, Elaboración: Propia*

## 9.5. RESULTADOS DE LA ELABORACIÓN DEL FORMATO PARA LEVANTAMIENTO DE CARACTERIZACIÓN

Se obtuvo una aplicación web tipo encuesta o formulario, que al ser diligenciada permite crear un sistema de información geográfica, el cual permite la caracterización de diferentes aspectos de la quebrada y su estado, contemplado como una File Geodatabase.

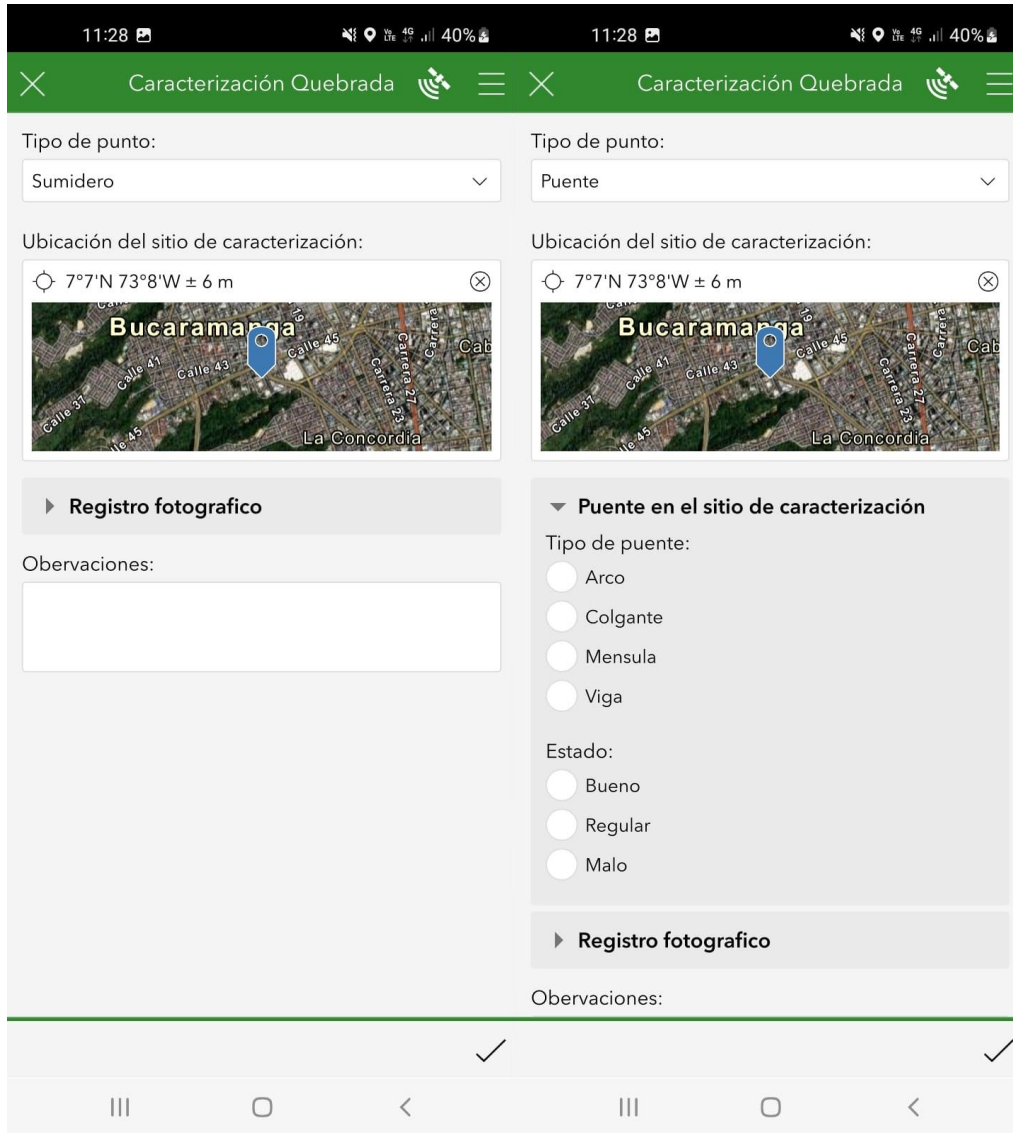
**Ilustración 17, Estilo de aplicación web.**



*Nota. Interface del software, Elaboración: Propia*

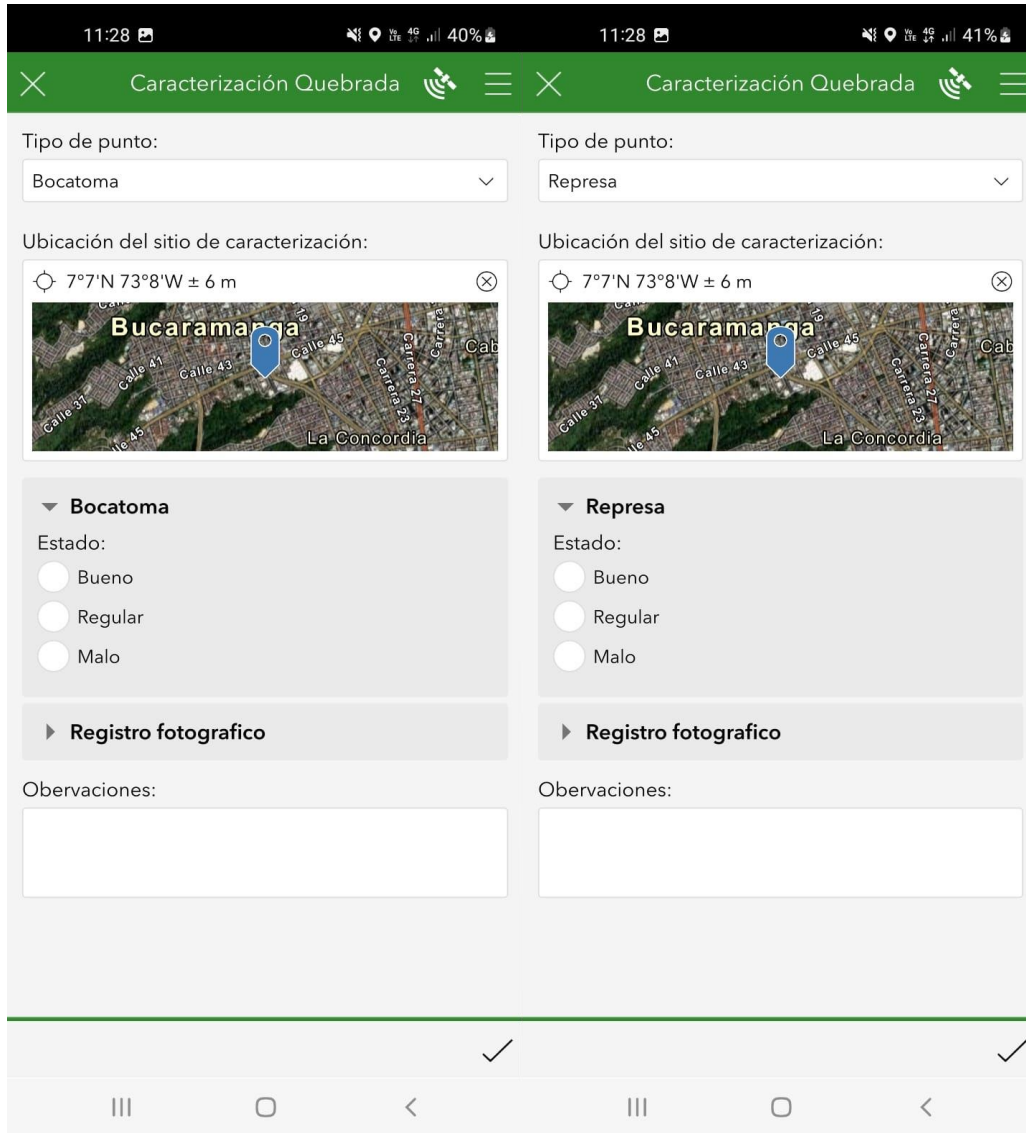


**Ilustración 18,** *Desarrollo de ítems de levantamiento en campo*



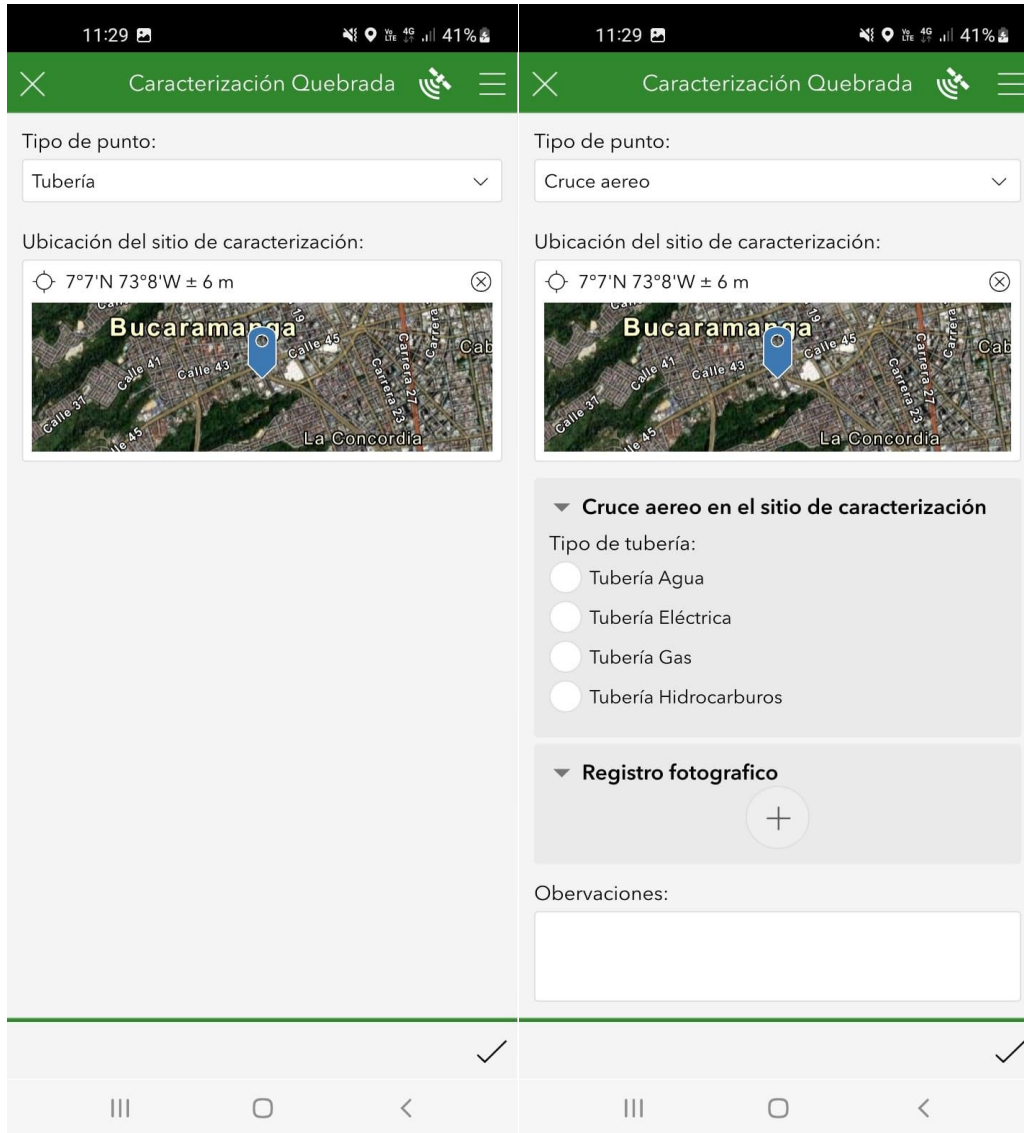
*Nota. Interface del software, Elaboración: Propia*

**Ilustración 19, Toma de datos para caracterización de quebrada**



*Nota. Interface del software, Elaboración: Propia*

**Ilustración 20, Toma de Datos caracterización quebrada**

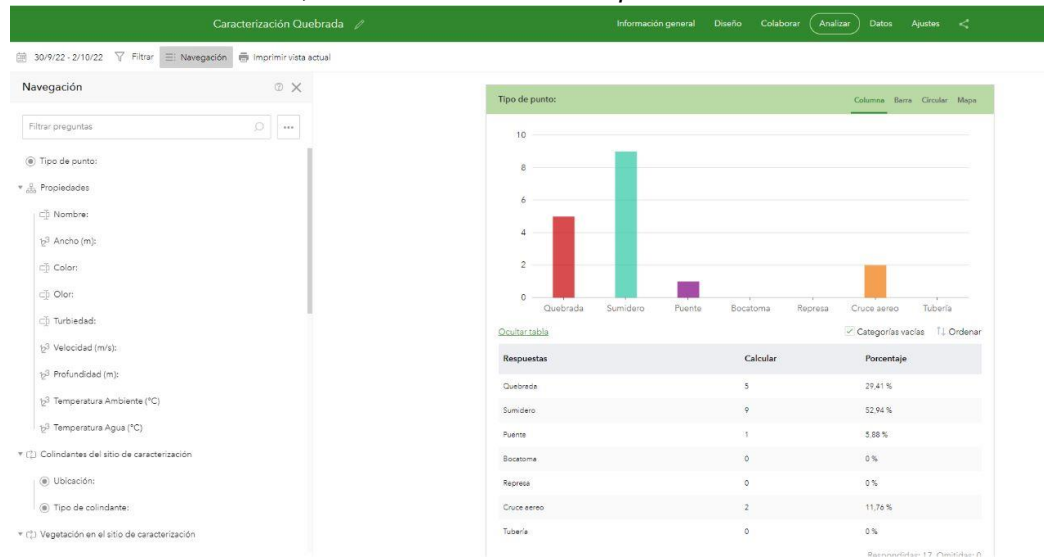


*Nota. Interface del software, Elaboración: Propia*

## 9.6. RESULTADOS DEL LEVANTAMIENTO Y CARACTERIZACIÓN:

- En 600m lineales de quebrada se levantó la información correspondiente a 2 puntos de muestreo (Quebrada), 9 vertimientos (Sumidero), 2 cruce de tubería (Cruce aéreo) y un puente (Puente).

**Ilustración 21, Fase de Analisis de Recepción de datos**



*Nota. Estadísticas y relaciones propias del levantamiento hechas por el software. Elaboración: Propia*

- Un dashboard o cuadro de mando que nos permite visualizar la información levantada de manera gráfica e interactuar con ella en modo de estadísticas, cuadros de comparación, presentación de mapas y demás que nos ayudó a conocer inventario actual de la quebrada, su estado y características, aparte, nos permitirá visualizar levantamientos posteriores un mismo archivo .gdb y crear una base de datos más amplia y unificada que permita gestionar el manejo de las soluciones que se requieran para ayudar en la descontaminación de la quebrada.

- En este tramo se encontraron mayormente vertimientos con colindancias principalmente del sector industrial, rodeado por bosque o pastizal

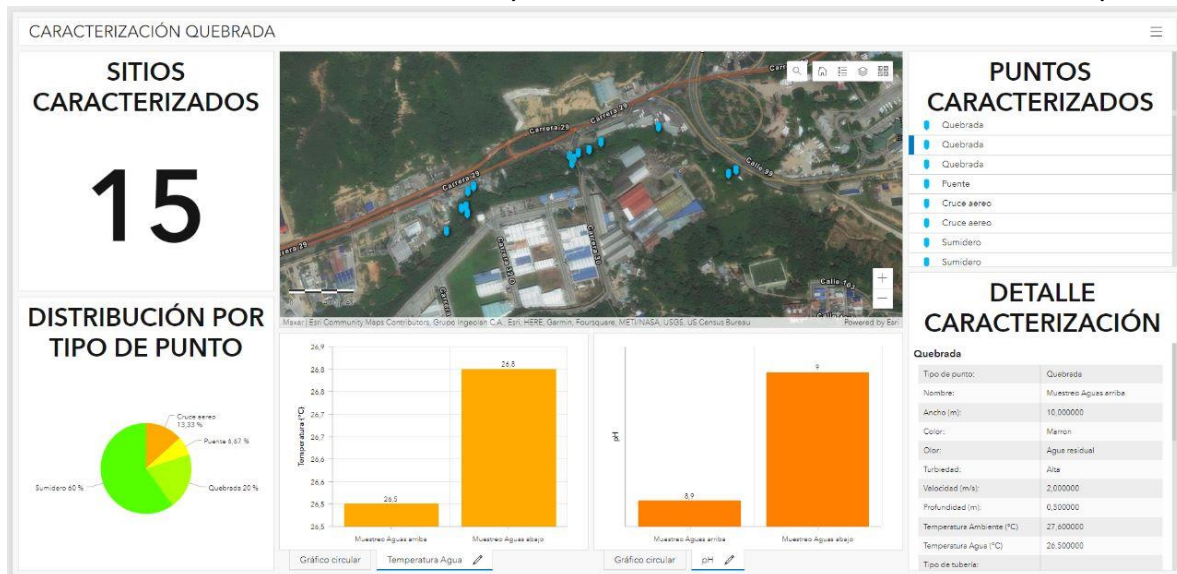
**Ilustración 22, Fase de visualización de datos en dashboard**



*Nota. Estadísticas y relaciones propias del levantamiento hechas por el software. Elaboración: Propia*

- Luego del análisis hecho por el mismo software de la información consignada, en el caso de los dos puntos a los que se les hizo la caracterización de agua podemos ver cualquiera de sus características, en este caso vemos que el pH y la temperatura del muestreo aguas abajo es más alto que el muestreo inicial aguas arriba, pH aguas arriba= 9, pH aguas abajo= 8.9, temperatura aguas arriba= 26.5 °C, temperatura aguas abajo= 26.8 °C.

**Ilustración 23, Estadísticas de los parámetros de las muestras tomadas en campo**



*Nota. Estadísticas y relaciones propias del levantamiento hechas por el software. Elaboración:*

*Propia*

- Pudimos agregar otra característica resultado del estudio a las muestras de agua y mirar todas las variantes en una misma tabla, así con el número de opciones necesarias para visualizar y administrar la información de interés. Grasa y aceites muestreo aguas arriba = 5.4mg/L, Grasa y aceites muestreo aguas abajo= 5.6mg/L.

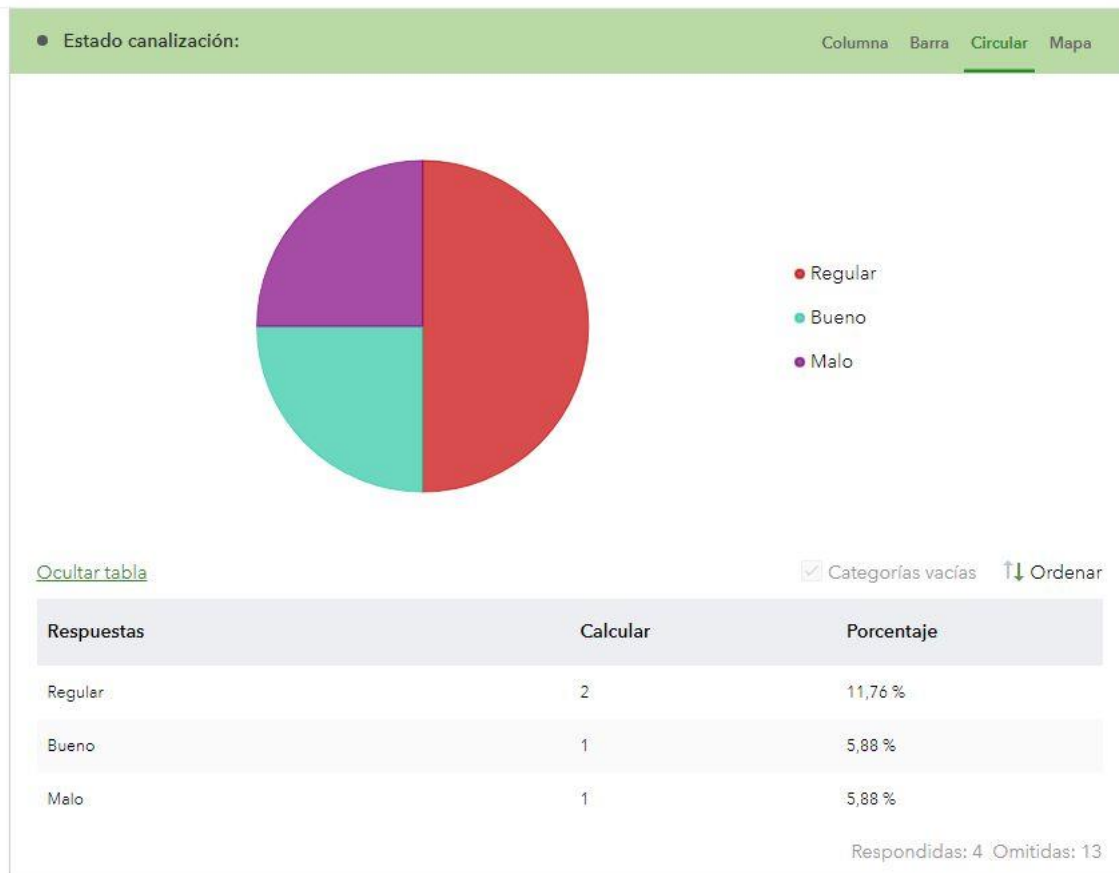
**Ilustración 24,** Variables de una misma muestra agregadas en una sola tabla



*Nota. Estadísticas y relaciones propias del levantamiento hechas por el software. Elaboración: Propia*

- Los datos levantados de manera gráfica donde podemos sacar cualquier medida, comparación, estadística, registro fotográfico y en general todos los datos consignados en el formato de la encuesta.

**Ilustración 25, Estadística estado, canalización**



*Nota. Estadísticas y relaciones propias del levantamiento hechas por el software. Elaboración: Propia*



### Ilustración 26, Registro Fotográfico

Registro fotografico

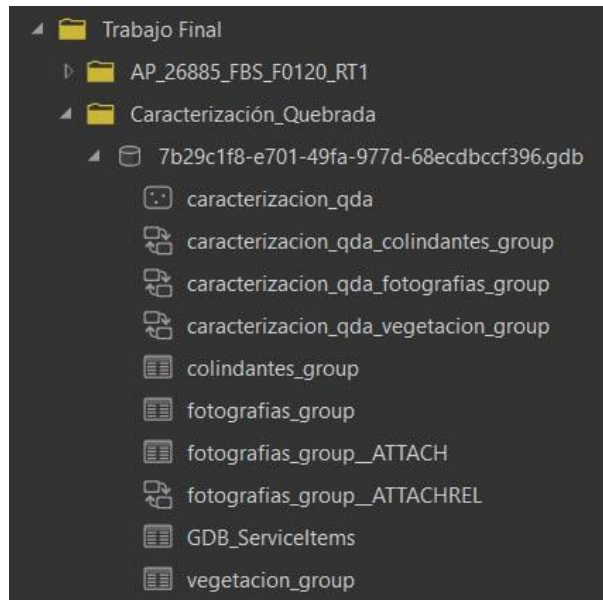


*Nota. Todas las imágenes del levantamiento se pueden ver y consultar en un mismo sitio.*

*Elaboración: Propia*

- Un File Geodatabase con toda la información de los objetos levantados y todas las características identificando su categoría, ubicación, especificaciones, extensión, puentes, poblaciones que sirven y estado de las mismas, dejando registro mediante una tabla de seguimiento y la toma de fotografías.

**Ilustración 27**, Estructuración archivo File Geodatabase



*Nota. Todas las imágenes del levantamiento se pueden ver y consultar en un mismo sitio.*

*Elaboración: Propia*

- La recepción del levantamiento en una base de datos que nos permite conocer el estado de la sección de quebrada levantada y permitir programar planes de mitigación.

**Ilustración 28, Fase de datos**

Tipo de punto:	Nombre:	Ancho (m):	Color:	Olor:	Turbiedad:	Velocidad (m/s):	Profundidad (m):	Temperatura Ambiente (°C):	Temperatura Agua (°C):
Quebrada	Muestreo Aguas abajo	10	Marron	Aguas residuales	Alta	2	0,5	29,2	24,3
Quebrada	Muestreo Aguas arriba	10	Marron	Agua residual	Alta	2	0,5	27,6	24,4

*Nota. Espacio para identificar, ubicar, filtrar, editar la información. Elaboración: Propia*

**Ilustración 29, Resultado recepción de datos**

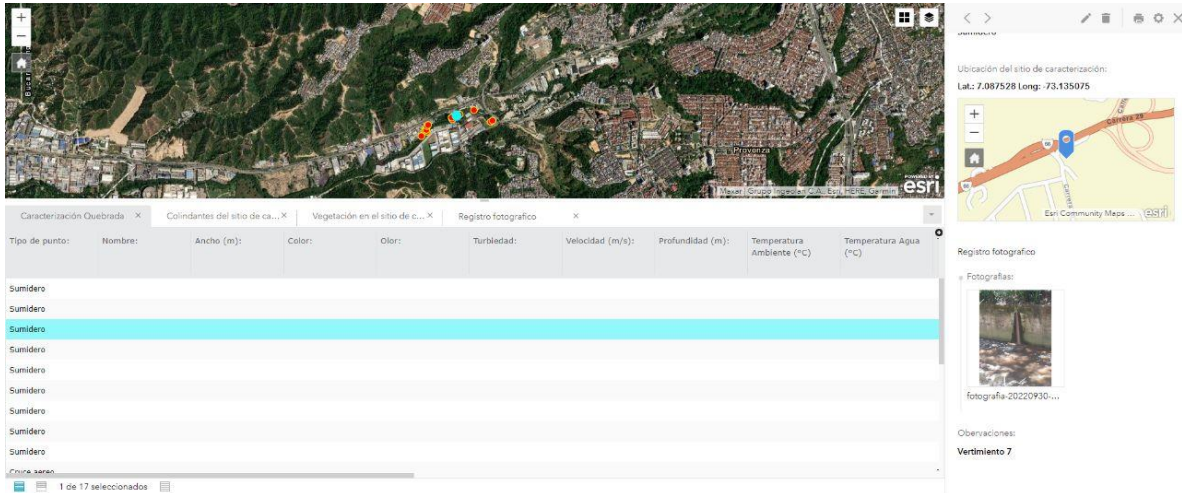
Tipo de punto:	Nombre:	Ancho (m):	Color:	Olor:	Turbiedad:	Velocidad (m/s):	Profundidad (m):	Temperatura Ambiente (°C):	Temperatura Agua (°C):
Quebrada	Muestreo Aguas abajo	10	Marron	Aguas residuales	Alta	2	0,5	29,2	24,3
Quebrada	Muestreo Aguas arriba	10	Marron	Agua residual	Alta	2	0,5	27,6	24,4
Quebrada	LA IGLESIA	10	Marron	Residual	no	1,4	4	27	26
Quebrada	aaa	789	rojo	lavanda					
Quebrada	Alcantarillado	10	Marron	Inodoro	No	1,2	0,5	46	2

Observaciones:  
Muestra tomada en el eje de la quebrada.  
Canalización presenta daños en su estructura.

*Nota. Visualización de puntos en el mapa, tabla de datos y registro fotográfico.*

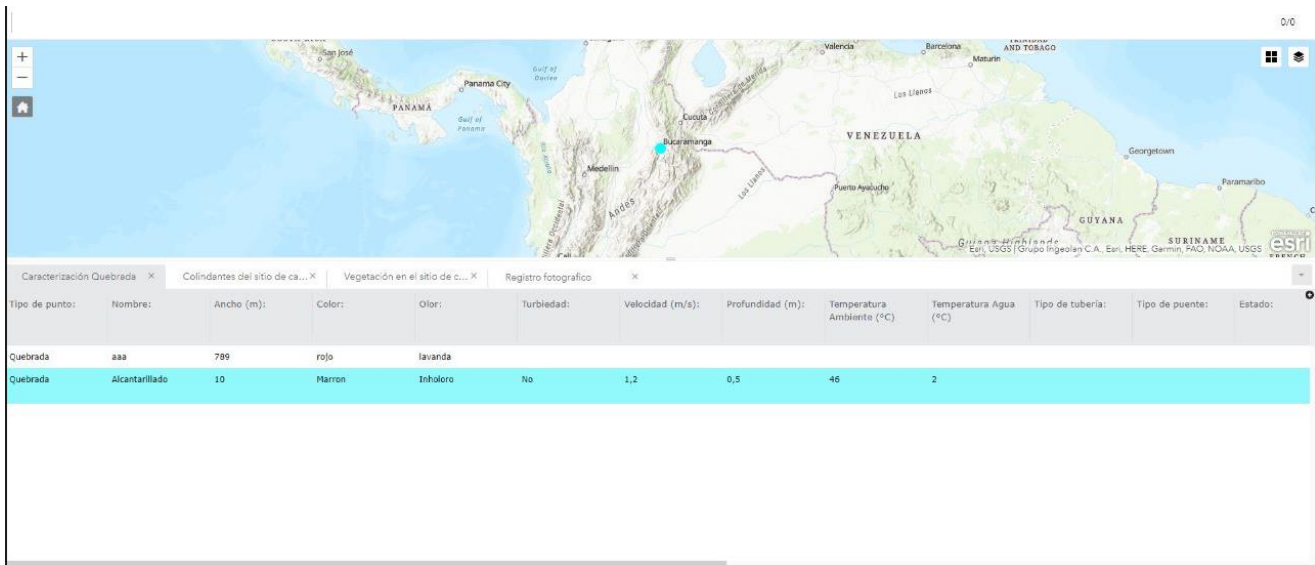
*Elaboración: Propia*

**Ilustración 30, Otros Resultados recepción de datos**



*Nota. Visualización de puntos en el mapa, tabla de datos y registro fotográfico e imagen satelital. Elaboración: Propia*

**Ilustración 31, Resultado de levantamiento**



*Nota. Resultados del levantamiento, Elaboración: Propia*

## 8. CONCLUSIONES

Como conclusión principal, la Quebrada La Iglesia es objeto de aportes de aguas residuales domésticas y no domésticas a lo largo de su cauce, los cuales afectan de manera representativa el cuerpo hídrico, evitando que se recupere de forma efectiva, dado a que como se pudo observar en este estudio, en menos de 600 metros son descargados 4 vertimientos, con caudales considerables y presuntamente con cargas contaminantes elevadas, desmejorando su calidad.

El uso de la tecnología y las aplicaciones como las utilizadas en este proceso facilitan la generación de mapas temáticos. En este proyecto se logró generar un sistema de información geográfica por medio del diligenciamiento de formato sencillo, el cual puede utilizarse entre otras cosas, para gestionar el tratamiento de este y otros cuerpos de agua de mejor manera. Las aplicaciones que tiene este tipo de generación de mapas son muchas, las posibilidades en edición en este mapa hacen que se pueda generar una base de datos actualizada y confiable.

Los reportes de los análisis relacionados en el presente informe son válidos únicamente para las muestras de agua superficial tomadas el día 18 de agosto de 2022.

Para el índice de contaminación por sólidos suspendidos totales ICOSUS, se evidencia que la fuente hídrica Quebrada La Iglesia presenta contaminación alta.

Para el índice de contaminación por pH ICOpH, se evidencia que la fuente hídrica, presenta contaminación media.

En los índices de contaminación calculados anteriormente se muestran alteraciones, en función de parámetros sanitarios, probablemente aportados por la contribución de vertimientos de tipo doméstico y no doméstico.

Como aporte a este trabajo, es preciso mencionar que para efectos de poder controlar de forma adecuada estos vertimientos que están llegando a la fuente hídrica, se recomienda a las autoridades ambientales hacer un seguimiento y control estricto a cada actividad que genera estos vertimientos y exigir de forma inmediata el cumplimiento de la normatividad ambiental vigente en materia de vertimientos líquidos a fuentes hídricas, establecido en la Resolución 631 de 2015.

Como opción paralela a la anterior los entes gubernamentales deberían proyectar la descontaminación por tramos de esta fuente hídrica, para lo cual sería indispensable la implementación de una planta de tratamiento que pueda tratar el tramo que más presente descargas a esta fuente hídrica, con el fin de poder ayudar a la depuración de la misma.

Es posible generar una base de datos que se pueda retroalimentar con el trabajo de colegas y profesionales afines al tema en distintos lugares y diferentes momentos, de manera sencilla, todo formulario se puede convertir en un mapa.

La aplicación diseñada cumplió con lo requerido para prestar suministro desde la topografía a la caracterización y conservación de la quebrada la iglesia.

Se conoció el número exacto de los vertimientos, demás parámetros y de todas sus características de los 600m lineales consignados en la propuesta de grado, y se deja como insumo el formato para que más estudiantes puedan continuar alimentando esa base de datos desde el punto de vista topográfico y ambiental.

## 9. RECOMENDACIONES

- Realizar caracterización fisicoquímica de cada vertimiento encontrado en el tramo de estudio, con el fin de determinar que vertimiento requiere algún proceso de filtrado o trampagrasa antes de la descarga a la fuente hídrica, para minimizar la contaminación directa.
- Realizar el proceso de caracterización de la Quebrada la Iglesia, de toda su extensión en el mismo archivo File Geodatabase, esto permitirá generar una gran base de datos con un mismo formato de recepción y presentación y facilitara su implementación en planes de mitigación, conservación y mejoramiento de esta quebrada y las de cualquier cuerpo de agua que se pretenda caracterizar.
- Antes de decidir sobre la gestión de una quebrada debe hacerse un sistema de información geográfica que indique las características y el estado de la infraestructura que se va a intervenir.
- El implemento de tecnologías hace que el seguimiento y actualización sea cada vez más fácil, por ejemplo, con el uso de cámaras con sensores para controlar los vertimientos, o drones para verificar el estado de cierta maquinaria o equipo, es recomendable tener todas las capacidades tecnológicas para utilizar los medios más pertinentes para mejorar nuestros mapas y los resultados que nos presentan.

## 10. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Benavides, B. P. A. (2016, 1 junio). *Caracterización biofísica del resguardo indígena de Cumbal Nariño, mediante herramientas de información geográfica.*

Recuperado 5 de octubre de 2022, de

<https://ridum.umanizales.edu.co/handle/20.500.12746/2550>

bianyth26@gmail.com. (2020, 12 junio). *Caracterización de la quebrada la Nona en Marsella – Risaralda a través de herramientas de sistemas de información geográfica, orientada a la planeación ambiental que preserve los atributos del paisaje cultural cafetero.*

Recuperado 4 de octubre de 2022, de

<https://repository.unimilitar.edu.co/handle/10654/35828>

Carmenates, A. Y. (2018, 19 julio). *Evaluación geoambiental de la cuenca hidrográfica del río Pontezuelo, Mayarí.*

Recuperado 5 de octubre de 2022, de

<http://ninive.ismm.edu.cu/handle/123456789/1411>

*Con alta tecnología analiza comportamiento de vertimientos sobre el río De Oro y*

*la quebrada La Iglesia.* (2015, 29 mayo). AMB. Recuperado 5 de octubre de

2022, de [https://www.amb.gov.co/con-alta-tecnologia-amb-analiza-](https://www.amb.gov.co/con-alta-tecnologia-amb-analiza-comportamiento-de-vertimientos-sobre-el-rio-de-oro-y-la-quebrada-la-iglesia/)

[comportamiento-de-vertimientos-sobre-el-rio-de-oro-y-la-](https://www.amb.gov.co/con-alta-tecnologia-amb-analiza-comportamiento-de-vertimientos-sobre-el-rio-de-oro-y-la-quebrada-la-iglesia/)

[iglesia/](https://www.amb.gov.co/con-alta-tecnologia-amb-analiza-comportamiento-de-vertimientos-sobre-el-rio-de-oro-y-la-quebrada-la-iglesia/)

*Estudio realizado por la UPB determina que Empas y no El Carrasco es el principal aportante de la carga contaminante sobre Quebrada La Iglesia y el río de Oro.* (2018,

4 noviembre). AMB. Recuperado 30 de septiembre de 2022, de

[https://www.amb.gov.co/estudio-realizado-por-la-upb-determina-que-empas-y-no-el-](https://www.amb.gov.co/estudio-realizado-por-la-upb-determina-que-empas-y-no-el-carrasco-es-el-principal-aportante-de-la-carga-contaminante-sobre-quebrada-la-iglesia-y-el-rio-de-oro/)

[carrasco-es-el-principal-aportante-de-la-carga-contaminante-sobre-quebrada-la-](https://www.amb.gov.co/estudio-realizado-por-la-upb-determina-que-empas-y-no-el-carrasco-es-el-principal-aportante-de-la-carga-contaminante-sobre-quebrada-la-iglesia-y-el-rio-de-oro/)

[iglesia-y-el-rio-de-oro/](https://www.amb.gov.co/estudio-realizado-por-la-upb-determina-que-empas-y-no-el-carrasco-es-el-principal-aportante-de-la-carga-contaminante-sobre-quebrada-la-iglesia-y-el-rio-de-oro/)



CIDEU. Centro Iberoamericano de Desarrollo Estratégico Urbano. (2019, 25 diciembre).  
*Parque Lineal de La Quebrada La Iglesia* –. CIDEU. Recuperado 30 de septiembre  
de 2022, de <https://www.cideu.org/proyecto/parque-lineal-de-la-quebrada-la-iglesia/>

*Con alta tecnología analiza comportamiento de vertimientos sobre el río De Oro y la quebrada La Iglesia*. (2015, 29 mayo). AMB. Recuperado 30 de septiembre de 2022, de <https://www.amb.gov.co/con-alta-tecnologia-amb-analiza-comportamiento-de-vertimientos-sobre-el-rio-de-oro-y-la-quebrada-la-iglesia/#>

American Psychological Association. *APA Style*. Recuperado de <http://www.apastyle.org/>.

American Psychological Association (2010). *Manual de Publicaciones* (3a. ed.). México.

11. ANEXOS

Anexo 1. Hojas de campo de las muestras realizadas.

**segima** **DATOS DE CAMPO: MUESTREO FÍSICOQUÍMICO EN CUERPO DE AGUA LÉNTICO Y/O LÓTICO**

Código: FO-CR-28  
Versión: 02  
Fecha: 2021-05-19  
Página 1 de 1

Empresa: \_\_\_\_\_ Fecha: 18/08/2022 Municipio/Departamento: Bucaramanga/Santander

Punto de muestreo: 001 Identificación de la muestra: \_\_\_\_\_

Coordenadas: Norte: 1275502527 Este: 1164391.764 Altura (mnm): 802.00 Tipo de Muestreo: Simple  Compuesto: \_\_\_\_\_ Integrado: \_\_\_\_\_

Cuerpo de agua Mítico:  Agua subterránea: \_\_\_\_\_ Condiciones Climáticas: Soleado  Nublado: \_\_\_\_\_ Lluvioso: \_\_\_\_\_ Niebo: \_\_\_\_\_

Condiciones Organolépticas: Olor: Inodoro:  Hidrocarburos: \_\_\_\_\_ Dúrbido: \_\_\_\_\_ Resaca  Metálico: \_\_\_\_\_ Otro: \_\_\_\_\_ Ancho aproximado Puntos(m): 10m

Color: Transparente:  Amarillo: \_\_\_\_\_ Verde: \_\_\_\_\_ Gris: \_\_\_\_\_ Marrón  Negro: \_\_\_\_\_ Otro: \_\_\_\_\_ Profundidad aproximada (m): \_\_\_\_\_

Vegetación del entorno: Bosque  Pastizal: \_\_\_\_\_

Uso del suelo: Químico  Fito: \_\_\_\_\_ Minería: \_\_\_\_\_ Lago: \_\_\_\_\_ Embalse: \_\_\_\_\_ Otro: \_\_\_\_\_ Exposición en el punto de muestreo: Abierto  Parcialmente: \_\_\_\_\_ Cubierto: \_\_\_\_\_

Uso del suelo: Agropecuario: \_\_\_\_\_ Industrial  Residencial: \_\_\_\_\_ Zona de reserva: \_\_\_\_\_ Exposición en el punto de muestreo: Abierto  Parcialmente: \_\_\_\_\_ Cubierto: \_\_\_\_\_

Tipo de Sustrato: Piedra: \_\_\_\_\_ Grava: \_\_\_\_\_ Arena: \_\_\_\_\_ Lodo: \_\_\_\_\_ Artificial: \_\_\_\_\_ Cerámico Sustrato: \_\_\_\_\_ Limpio: \_\_\_\_\_ Materia Orgánica: \_\_\_\_\_ Restos vegetales: \_\_\_\_\_

Código de equipo: pH: \_\_\_\_\_ Temperatura: \_\_\_\_\_ Conductividad: \_\_\_\_\_ Oxígeno disuelto: \_\_\_\_\_ Sólidos sedimentables: \_\_\_\_\_

Número	Hora	pH a T		Temperatura agua	Temperatura ambiente	Conductividad a 25°C		Oxígeno Disuelto		Sólidos sedimentables
		Unid. pH - °C	Unid. pH - °C	°C	°C	µmhos	mg/L O <sub>2</sub>	%	ml/L	
1				24.3	29.2					
2										
3										
4										
5										
6										
7										
8										
9										
10										
11										
12										

Este documento se debe diligenciar de forma clara y ordenada, con letra legible. Las muestras que se coleccionen deben etiquetarse con una línea alfilerada y con un parón (-) según corresponda.  
"Los errores se registran entre ( ) y minutos con el fin de facilitar la corrección y con la letra (E, E2, E3, E4) Estas abreviaturas facilitan y registran en las observaciones.  
"Siempre que se colecciona la categoría "otro" dentro de las condiciones generales, se registran la condición correspondiente.  
1. La salinidad se debe registrar en unidades de "tempus" (20), "para natural" (18, 20 a 24), "natural" (48 a 58 unidades), "may natural" (68 a 78 unidades) y "natural" (80).  
2. El valor de conductividad se registra tomando una temperatura de referencia de 25°C.

Responsable Muestreo: \_\_\_\_\_ Responsable Empresa: \_\_\_\_\_ Responsable Ente Regulador: \_\_\_\_\_ Revisión del registro Muestreo: \_\_\_\_\_

Firma: \_\_\_\_\_ Firma: \_\_\_\_\_ Firma: \_\_\_\_\_ Firma: \_\_\_\_\_

Nombre: \_\_\_\_\_ Nombre: \_\_\_\_\_ Nombre: \_\_\_\_\_ Nombre: \_\_\_\_\_

Cargo: \_\_\_\_\_ Cargo: \_\_\_\_\_ Cargo: \_\_\_\_\_ Cargo: \_\_\_\_\_

Este documento es propiedad de SEGIMA S.A.S., no debe ser copiado ni reproducido por cualquier medio electrónico. Documento controlado, COPA CONTROLADA. Una vez descargado e impreso se considera COPA NO CONTROLADA.

ELABORADO POR:  
Oficina de Investigaciones

REVISADO POR:  
soporte al sistema integrado de gestión

APROBADO POR: Asesor de planeación  
FECHA APROBACION:

Fegima		DATOS DE CAMPO: MUESTREO FISICOQUIMICO EN CUERPO DE AGUA LENTICO Y/O LOTICO						Código: FO-CR-28	
		Fecha: 18/08/2022						Versión: 02	
		Municipio/Departamento: Bucaramanga						Fecha: 2021-05-19	
		Punto de muestreo: 002						Página 1 de 1	
		Coordenadas: Norte: 1275463.032 Este: 1103867.705 Altura (mnm): 789.00						Tipo de muestra: Simple: <input checked="" type="checkbox"/> Compuesta: <input type="checkbox"/> Integrada: <input type="checkbox"/>	
Cuerpo de agua lúcido: <input type="checkbox"/>		Cuerpo de agua lílida: <input checked="" type="checkbox"/>		Agua subterránea: <input type="checkbox"/>		Condiciones climáticas: Escudo: <input checked="" type="checkbox"/> Nublado: <input type="checkbox"/> Lluvioso: <input type="checkbox"/> Nuboso: <input type="checkbox"/>		Ancho aproximado Fuente(m): 10m	
Color: Inodoro: <input type="checkbox"/> Hidrocarburos: <input type="checkbox"/> Sulfhídrico: <input checked="" type="checkbox"/> Metálico: <input type="checkbox"/> Otro: <input type="checkbox"/>		Olor: Transparente: <input type="checkbox"/> Amarillo: <input type="checkbox"/> Verde: <input type="checkbox"/> Gris: <input type="checkbox"/> Marrón: <input checked="" type="checkbox"/> Negro: <input type="checkbox"/> Otro: <input type="checkbox"/>		Profundidad aproximada (m):					
Tipo de fuente: Canalizada: <input checked="" type="checkbox"/> Río: <input type="checkbox"/> Manantial: <input type="checkbox"/> Lago: <input type="checkbox"/> Embalse: <input type="checkbox"/> Otro: <input type="checkbox"/>		Vegetación del entorno: Bosque: <input checked="" type="checkbox"/> Matorral: <input type="checkbox"/> Pastoral: <input type="checkbox"/>							
Uso del suelo: Agrícola: <input type="checkbox"/> Industrial: <input checked="" type="checkbox"/> Residencial: <input type="checkbox"/> Zona de reserva: <input type="checkbox"/>		Exposición al punto de muestreo: Abierto: <input checked="" type="checkbox"/> Parcialmente: <input type="checkbox"/> Cubierto: <input type="checkbox"/>							
Tipo de sustrato: Piedra: <input type="checkbox"/> Grava: <input type="checkbox"/> Arena: <input type="checkbox"/> Lodo: <input type="checkbox"/> Artificial: <input type="checkbox"/>		Condición sustrato: Limpio: <input type="checkbox"/> Materia orgánica: <input type="checkbox"/> Restos vegetales: <input type="checkbox"/>							
Oligo de sustrato: pH: <input type="checkbox"/>		Temperatura: <input type="checkbox"/>		Conductividad: <input type="checkbox"/>		Origen de sustrato: <input type="checkbox"/>		Sólidos sedimentables: <input type="checkbox"/>	
Muestreo									
Número	Hora	pH a T		Temperatura agua	Temperatura ambiente	Conductividad a 25°C	Oxígeno disuelto		Sólidos suspendidos
		Unid. pH	°C	°C	°C	µmhos	mg/L O <sub>2</sub>	%	
1				24.4	27.6				
2									
3									
4									
5									
6									
7									
8									
9									
10									
11									
12									
<p>Este documento es propiedad de SEURAMA S.A.S., no debe ser copiado ni reproducido sin su autorización.</p>									

ELABORADO POR:  
Oficina de Investigaciones

REVISADO POR:  
soporte al sistema integrado de gestión

APROBADO POR: Asesor de planeación  
FECHA APROBACION: