	<b>UNIVERSIDAD FRANCISCO DE PAULA SANTANDER OCAÑA</b>			
	Documento	Código	Fecha	Revisión
	<b>FORMATO HOJA DE RESUMEN PARA TRABAJO DE GRADO</b>	<b>F-AC-DBL-007</b>	<b>10-04-2012</b>	<b>A</b>
	Dependencia	Aprobado		Pág.
<b>DIVISIÓN DE BIBLIOTECA</b>	<b>SUBDIRECTOR ACADEMICO</b>		<b>i(121)</b>	

### RESUMEN – TRABAJO DE GRADO

AUTORES	<b>ALBA MILENA GUTIERREZ WENDY ANGARITA HERRERA</b>
FACULTAD	<b>CIENCIAS AGRARIAS Y DEL AMBIENTE</b>
PLAN DE ESTUDIOS	<b>INGENIERIA AMBIENTAL</b>
DIRECTOR	<b>YENNY LOZANO LAZARO</b>
TÍTULO DE LA TESIS	<b>EVALUACIÓN FÍSICOQUÍMICA Y MICROBIOLÓGICA DE LOS VERTIMIENTOS GENERADOS SOBRE EL CAÑO EL CRISTO CORRESPONDIENTES AL MUNICIPIO DE AGUACHICA, CESAR Y FORMULACIÓN DE ALTERNATIVAS DE MITIGACIÓN</b>

#### RESUMEN

(70 palabras aproximadamente)

EN ESTE PROYECTO, SE TUVO COMO FINALIDAD LA IDENTIFICACIÓN DE LOS VERTIMIENTOS, EN EL TRAYECTO CORRESPONDIENTE AL MUNICIPIO; IGUALMENTE, LA EVALUACIÓN Y ANÁLISIS DE LAS CARACTERÍSTICAS FÍSICOQUÍMICAS Y MICROBIOLÓGICAS DEL CUERPO, AJUSTADO BAJO LAS METODOLOGÍAS DE LABORATORIO Y EN LA NORMATIVIDAD COLOMBIA RESOLUCIÓN 0631 DE 2015. POSTERIORMENTE BASADO EN RESULTADOS CUANTITATIVOS Y DESCRIPTIVOS, FORMULAR UNAS SERIES DE ACCIONES Y ALTERNATIVAS DE TRATAMIENTO, CONTROL, PREVENCIÓN Y MITIGACIÓN DE LAS AGUAS RESIDUALES Y EL RECURSO HÍDRICO.

#### CARACTERÍSTICAS

PÁGINAS: 121	PLANOS:	ILUSTRACIONES:	CD-ROM:
--------------	---------	----------------	---------



EVALUACIÓN FÍSICOQUÍMICA Y MICROBIOLÓGICA DE LOS VERTIMIENTOS  
GENERADOS SOBRE EL CAÑO EL CRISTO CORRESPONDIENTES AL MUNICIPIO DE  
AGUACHICA, CESAR Y FORMULACIÓN DE ALTERNATIVAS DE MITIGACIÓN

AUTORES:

ALBA MILENA GUTIÉRREZ OTALVARO

WENDY YURANY ANGARITA HERRERA

**Proyecto de Grado para Optar el Título de Ingeniera Ambiental**

DIRECTOR:

YEENY LOZANO LAZARO

INGENIERA AMBIENTAL

UNIVERSIDAD FRANCISCO DE PAULA SANTANDER OCAÑA

FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS Y DEL AMBIENTE

INGENIERÍA AMBIENTAL

OCAÑA, COLOMBIA

OCTUBRE DE 2017

## *Agradecimientos*

*En esta tesis de grado expresamos nuestros sinceros agradecimientos a todas las personas que contribuyeron de una u otra manera en la realización de este proyecto, agradecer principalmente a Dios por habernos permitido formarnos en esta hermosa profesión, a nuestros padres por su apoyo incondicional, a nuestra directora YENNY LOZANO LAZARO por orientarnos de manera especial y por dedicarnos su tiempo y entrega en este proceso.*

## Índice

<b>Introducción</b> .....	xii
<b>Capítulo 1: Evaluación Físicoquímica y Microbiológica de los Vertimientos Generados Sobre el Caño el Cristo Correspondientes al Municipio de Aguachica, Cesar y Formulación De Alternativas De Mitigación</b> .....	1
1.1 Planteamiento del problema .....	1
1.2 Formulación del problema.....	6
1.3 Objetivos.....	7
1.3.1 Objetivo general.....	7
1.3.2 Objetivos específicos. ....	7
1.4 Justificación .....	7
1.5 Hipótesis .....	10
1.6 Delimitaciones .....	10
1.6.1 Delimitación operativa.....	10
1.6.2 Delimitación conceptual. ....	10
1.6.3 Delimitación geográfica.....	10
1.6.4 Delimitación temporal. ....	10
 <b>Capítulo 2: Marco Referencial</b> .....	 11
2.1 Marco Histórico .....	11
2.2 Marco Contextual .....	17
2.3 Marco Conceptual.....	19
2.3.1 Aguas servidas. ....	19
2.3.2 Contaminación. ....	19
2.3.3 Los contaminantes .....	19
2.3.4 Carga contaminante. . ....	19
2.3.5 Muestra compuesta. . ....	19
2.3.6 Calidad de agua.....	19
2.3.7 Aguas residuales. ....	20
2.3.8 Aguas residuales domésticas.....	20

2.3.9 Aguas residuales industriales.....	20
2.3.10 Aguas residuales agrícolas.....	20
2.3.11 Vertimiento.. ..	21
2.3.12 Vertimiento puntual. ....	21
2.3.13 Vertimiento doméstico.....	21
2.3.14 Punto de descarga. ....	21
2.3.15 Parámetros.....	21
2.3.16 Olor ofensivo. ....	21
2.3.17 Materia orgánica de un agua residual. ....	22
2.3.18 Sustancias químicas inorgánicas.....	22
2.4 Marco Teórico .....	22
2.4.1 El agua. ....	22
2.4.2 Composición y estructura.. ..	23
2.4.3 Propiedades del agua.....	23
2.4.4 Índices de calidad y de contaminación del agua. ....	27
2.4.5 Valoración de la calidad del agua .....	28
2.5 Marco Legal.....	37
<b>Capítulo 3: Diseño Metodológico .....</b>	<b>39</b>
3.1 Tipo de investigación.....	39
3.2 Población .....	41
3.3 Muestra .....	41
3.4 Recolección de información .....	41
3.5 Análisis de información.....	42
<b>Capítulo 4: Administración del Proyecto.....</b>	<b>49</b>
4.1 Recursos humanos .....	49
4.2 Recursos institucionales .....	49
4.3 Recursos Financieros.....	50

<b>Capítulo 5: Presentación y análisis de resultados</b> .....	51
5.1 Área de estudio .....	51
5.2 Vertimientos .....	52
5.2.1 Vertimientos identificados.. .....	52
5.2.2 Tipo de vertimientos.. .....	56
5.2.3 Vertimientos por sector.....	57
5.3 Puntos y tomas de muestras de agua residual.....	58
5.4 Registro de caudales .....	59
5.5 Análisis fisicoquímicos y microbiológicos.....	61
5.5.1 Curva de parámetros .....	63
5.5.2 Evaluación fisicoquímica y microbiológica. En las siguientes gráficas, de acuerdo a la Resolución 0631 de 2015, se evidencia la evaluación fisicoquímica del estado del recurso en cada punto de muestreo.....	69
5.6 Resultados de encuestas.....	71
5.7 Alternativas de tratamiento, control y manejo del recurso hídrico.....	74
<b>Capítulo 6: Conclusiones</b> .....	77
<b>Capítulo 7: Recomendaciones</b> .....	79
<b>Referencias</b> .....	80
<b>Apéndices</b> .....	95

## Lista de Tablas

Tabla 1. Parámetros organolépticos.....	24
Tabla 2. Parametros fisicoquimicos .....	25
Tabla 3. Elementos quimicos del agua .....	26
Tabla 4. Parametros microbiologicos.....	27
Tabla 5. Parámetros fisicoquímicos y microbiológicos objeto de estudio .....	47
Tabla 6. Recursos financieros .....	50
Tabla 8. Vertimientos identificados Caño el Cristo.....	53
Tabla 9. Tomas de muestras de agua residual .....	59
Tabla 10. Datos de caudales .....	60
Tabla 11. Cálculos de caudales .....	60
Tabla 12. Resultados fisicoquímicos y microbiológicos.....	61

## Lista de Figuras

Figura 1. Materiales para medición de caudal de agua. ....	44
Figura 2. Esquema para la medición de la velocidad de la corriente del río. ....	44
Figura 3. Esquema para la medición de la velocidad de la corriente del río. ....	45
Figura 4. Esquema para medir el ancho del río. ....	45
Figura 5. Esquema para medir la profundidad del río. ....	46
Figura 6. Delimitación Geográfica de Aguachica, Cesar. ....	51
Figura 7. Localización geográfica del Caño el Cristo. ....	52
Figura 8. Localización geográfica de los puntos de vertimientos. ....	56
Figura 9. Localización geográfica puntos de muestreo y tomas de muestra. ....	58



## Lista de Graficas

Grafica 1. Tipos de vertimientos identificados. ....	56
Grafica 2. Vertimientos por sector. ....	57
Grafica 3. Curva de DQO.....	63
Grafica 4. Curva de DBO.....	64
Grafica 5. Curva de Solidos Suspendidos totales.....	65
Grafica 6. Curva de Nitratos. ....	66
Grafica 7. Curva de Nitritos. ....	66
Grafica 8. Curva de Dureza.....	67
Grafica 9. Curva de Alcalinidad.....	67
Grafica 10. Curva de Turbiedad.....	68
Grafica 11. Curva de pH. ....	68
Grafica 12. Evaluacion fisicoquimica para sector Invasión las Vegas.....	69
Grafica 13. Evaluacion fisicoquimica para sector Cañaveral.....	69
Grafica 14. Evaluacion fisicoquimica para sector Cra 23-cll 6.....	70
Grafica 15. Evaluacion fisicoquimica para sector la Sabanita. ....	70
Grafica 16. Evaluacion fisicoquimica para sector Floridablanca.....	70
Grafica 17. Personas que han enfermado por el mal estado del Caño el Cristo.....	72
Grafica 18. Personas que han percibido olores ofensivos.....	72
Grafica 19. Personas que depositan adecuadamente los residuos.....	73
Grafica 20. Hogares que cuenta con conexión al sistema de alcantarillado. ....	73
Grafica 21. Personas que distinguen acciones para evitar el deterioro del agua.....	74

## Introducción

Hoy en día, cada vez más son los casos de contaminación de cuerpos de agua como ríos, lagos, arroyos, caños, entre otros. La degradación se viene dando por multiplex factores, pero en especial, los vertimientos son el factor notorio de afectación, a raíz de descoordinación que sufre el estado para establecer mecanismos de protección y control a los recursos naturales.

Caso puntual ocurre en el cuerpo hídrico Caño el Cristo del Municipio de Aguachica, Cesar, Colombia. Cuyas características del cuerpo presentan en sus aguas, serios contenidos residuales provenientes de vertimientos domésticos, comerciales e industriales.

En este proyecto, se tuvo como finalidad la identificación de los vertimientos que se descargan directamente sobre el cuerpo, en el trayecto correspondiente al municipio; igualmente, la evaluación y análisis de las características fisicoquímicas y microbiológicas del cuerpo, ajustado bajo las metodologías de laboratorio y en la normatividad Colombia Resolución 0631 de 2015. Posteriormente basado en resultados cuantitativos y descriptivos, formular unas series de acciones y alternativas de tratamiento, control, prevención y mitigación de las aguas residuales y el recurso hídrico.

La evaluación de la calidad del agua de este cuerpo hídrico se llevara a cabo mediante la toma de 5 muestras compuestas de agua residual en diferentes puntos del caño el Cristo, para ser llevada al laboratorio para los respectivos análisis fisicoquímicos y microbiológicos teniendo en

cuenta las metodologías tratadas en el proyecto, para posteriormente basado en resultados arrojados, encuestas realizadas y de la evaluación formular una serie de alternativas de control.

Este trabajo surge a la necesidad de conocer el estado actual del Caño el Cristo en relación a sus características y las actividades que ocasionan la mayor afectación sobre el recurso. Con el fin de que al futuro se busquen los recursos necesarios para darle un manejo adecuado al recurso y a las actividades que lo impactan, evitando la degradación del mismo.

# **Capítulo 1: Evaluación Físicoquímica y Microbiológica de los Vertimientos Generados Sobre el Caño el Cristo Correspondientes al Municipio de Aguachica, Cesar y Formulación De Alternativas De Mitigación**

## **1.1 Planteamiento del problema**

Desde que se tiene indicios del hombre en la tierra la transformación del medio se ha visto marcada por la contaminación y degradación de la misma.

hombre como ser humano y como especie dominante en el planeta empezaron a producirse impactos significativos en el ambiente

Hoy en día, el mundo se urbaniza cada vez más, cuatro de cada cinco personas en zonas de América Latina y el Caribe viven en áreas urbanas (ONU-HÁBITAT, 2009). El rápido proceso de urbanización trae consigo impactos significativos en la disponibilidad y la calidad del agua, entre las cuales se incluyen la sobreexplotación de los recursos hídricos superficiales y subterráneos (Banco Mundial, 2012), (García Serna, Morales, & Guerrero Erazo, 2014).

Por consiguiente, debido a la sobreexplotación del recurso hídrico, se genera la contaminación de cuerpos de agua, por vertimientos de aguas residuales, se estima que en los países de América del Sur y el Caribe, menos del 20% de las aguas residuales son tratadas antes

de su vertido (PNUMA, 2000); muchos de los ríos en áreas urbanas presentan un alto grado de deterioro y contaminación (García Serna, Morales Pinzón, & Guerrero Erazo, 2014).

actualidad el crecimiento poblacional ha incrementado la cantidad y la diversidad de las aguas residuales de tal forma que su disposición incontrolada causa deterioro en el recurso hídrico y en

actividades agroindustriales han ocasionado que los ríos aporten menos agua dulce y mayor

presencia de factores externos y contaminantes orgánico e inorgánico generen transformaciones en las características fisicoquímicas del agua, y afectar la composición y distribución de las

Marciales Caro, Otero

Paternina, Cruz Casallas, & Velasco Santamaría, 2011). Todo lo anterior es sustentado por

la contaminación de los cuerpos de agua está relacionada directamente con los vertimientos y residuos de origen doméstico, y que la carga contaminante, está representada en mayoría de los

as residuales en los países en vías de

UNESCO, (2016). Ya que a nivel mundial, prácticamente todas las actividades productoras de bienes, servicios y uso generan contaminantes como subproductos no deseados; entre los contaminantes más importantes del agua generados por las actividades humanas se encuentran

microbios patógenos, nutrientes, sustancias agotadoras de oxígeno del agua, metales pesados, materia orgánica, sedimentos en suspensión y pesticidas entre muchos más, los cuales generalmente son la causa más importante de la pérdida de calidad del agua en todo el mundo. (UNESCO, 2016).

Por otro lado, Jaramillo Rojas, Molina, & Betancur, (2011) aseguran, que en Colombia uno de los países con mayor riqueza en recursos hídricos a nivel mundial, la versatilidad de las condiciones hidroclimáticas, con eventos extremos de sequía o precipitaciones intensas, y distribución desigual de la población y de las actividades económicas, hacen que se presenten problemas tanto de calidad y cantidad del agua en las zonas donde se concentra la mayor parte de la población.

Es por eso, que no se puede desconocer, que en Colombia, hoy en día, se libra una dura batalla para atenuar la contaminación que sufren los ríos; es tan crítica la situación de las cuencas y de los ríos que estudios del Ministerio de Ambiente revelan entre muchos como el río Medellín que sufren problemas por acumulación de desechos, sólidos suspendidos, aguas residuales e industriales de los municipios; el río Cauca en la localidad de Jarillón que no solo se ve afectado con la cantidad de toneladas de aguas residuales que le caen a diario, si no también, que lo envenenan con los vertimientos de la minería ilegal y el narcotráfico; la contaminación del río Suárez, en los sectores de la laguna de Fúquene y el río Fonce; ; así mismo, el río Bogotá que aguas residuales de 46 municipios, si no que se han encontrado trazos de cadmio, cromo, plomo y es uno de los ríos más contaminado de Sudamérica y que incluso la contaminación llega hasta tal

2015).

las personas, por el contrario, se convirtieron en solución a la miseria, alcantarillas, botadero de colombianos son fuente de materiales de arrastre para la construcción y se encuentran afectados por la deforestación y la contaminación orgánica y vertimiento Empresarial R&R, 2014).

Según Fontalvo (2015), a nivel del Departamento del Cesar se trae a consideración el cuerpo hídrico quizás con mayor representatividad en la región como es el río Cesar. Ya que atraviesa por su más grande crisis de contaminación debido a las aguas residuales que se generan de la lagarguna de oxidación ubicada a la altura del puente Salguero, entre La Paz y Valledupar; su modificación es tan notoria ya que alrededor del río, no se evidencia la presencia de flora ni de fauna.

Así mismo, sumado a esto, el río Cesar también está siendo contaminado por las actividades de ganadería, minería, agricultura y material de arrastre, que se desarrollan a lo largo y que recorre 11 municipios del Cesar y La Guajira, entre los que se encuentran El Paso, La Paz, San Diego, Valledupar (Cesar), La Jagua del Pilar, Urumita, Villanueva y San Juan del Cesar (García, 2014).

A nivel municipal, Aguachica Cesar y su región tiene gran variedad de fuentes hídricas, como en las que se distinguen la cuenca de la quebrada Norean, la cuenca de la quebrada Buturama y la presencia de diferentes arroyos tanto en la zona alta, como dentro del casco urbano entre ellos el Pital Y el Cristo.

En este caso, Rodriguez cuerpo de agua de aproximadamente 4,4 Km de longitud, que atraviesa la ciudad de Aguachica Cesar en forma diagonal, naciendo al oriente del casco urbano para desembocar al occidente en la Ciénaga del Juncal, convirtiéndose, en fuente y recurso para uso agropecuario y de consumo para los habitantes aledaños de esta zona.

A medida de los años y el crecimiento poblacional y la generación de asentamientos humanos y los diversos asentamientos subnormales tras la misma corriente, se han venido construyendo aproximadamente 645 viviendas para un total aproximadamente de 3200 habitantes, comprendido entre los barrios el Divino Niño, Paraíso, IDEMA, María Auxiliadora, María Eugenia Baja, San roque, Higuierón, Las Américas, La libertad, La Ceiba y Romero Díaz, los cuales son unos los principales causantes de la contaminación por aguas servidas y residuos sólidos que han ido ocasionando diferentes enfermedades en la población, además de observarse la presencia de animales infecciosos como roedores, e insectos entre otros; a todo esto, se suma la poca educación ambiental, cultural y en si la falta de seguimiento de autoridades ambientales. (Rodriguez Silva, 2012).

Así mismo, l cobertura del servicio de alcantarillado del sector urbano, con una cobertura del 67%



representado en 9.882 suscriptores, y que por lo menos 30 barrios aproximadamente no cuentan con e

En general las principales fuentes de contaminación del cuerpo de agua en el municipio son los vertimientos de aguas servidas del sector urbano, el servicio de alcantarillado que registra problemas de redes incompletas y de deterioro, la falta de colaboración de la comunidad al ignorar la magnitud de este impacto, la falta educación y participación ciudadana en el manejo ambiental de las basuras, entre muchas otras.

Frente a lo anterior, es alta la incidencia que presenta el cuerpo hídrico para el municipio, al ser un cuerpo con gran deterioro, pero que se desconoce la gran cantidad y tipos de vertimientos que tributan, como también la contaminación directa que se genera sobre el mismo. Por tanto, se reconoce el valor que incurre este cuerpo en la calidad de vida de los residentes y de su situación actual en cuanto a las problemáticas y daños causados por el mal uso.

## **1.2 Formulación del problema**

¿Cuál es la contaminación directa del Caño el Cristo y el número de vertimientos generados sobre el mismo, dentro de la estructura urbana de Aguachica, Cesar; y que alternativas de mitigación se pueden implementar?

## **1.3 Objetivos**

1.3.1 Objetivo general. Evaluar las características fisicoquímicas y microbiológicas en ciertos puntos de los vertimientos generados sobre el Caño el Cristo correspondiente al Municipio de Aguachica, Cesar; y formular alternativas de mitigación.

1.3.2 Objetivos específicos.

- Identificar el número y tipos de vertimientos que se generan sobre el Caño el Cristo dentro del Municipio de Aguachica, Cesar; e inducir sus posibles características.
- Determinar mediante los parámetros fisicoquímicos y microbiológicos la contaminación directa del Caño el Cristo, correspondiente al Municipio de Aguachica, Cesar.
- Formular a través de los análisis de parámetros, alternativas de mitigación mediante relaciones causalidades.

## **1.4 Justificación**

Dada a la problemática expuesta, se empieza por considerar, lo que atestigua Ban Ki-Moon, económicos y sociales nos dicen que nuestro actual modelo de progreso es insostenible, que nuestro mundo tiene retos inminentes y recursos cada vez más limitados, el desarrollo sostenible ofrece la mejor oportunidad para redirigir nuestro rumbo".

Por lo anterior, según el Departamento de Asuntos Económicos y Sociales de las Naciones Unidas (2014), expone que el agua está en el centro del desarrollo sostenible, fundamental para el

desarrollo socioeconómico, importante para ecosistemas saludables y la supervivencia humana; el agua resulta vital a la hora de reducir la carga mundial de enfermedades y para mejorar la salud, el bienestar y la productividad de las poblaciones; así como para la producción y la preservación de una serie de beneficios y servicios de los que goza el hombre, el agua también está de la mano de la adaptación al cambio climático sirviendo de vínculo crucial entre el sistema climático, la sociedad humana y el medio ambiente; además, el agua es un recurso limitado e insustituible que es clave para el bienestar humano y solo funciona como recurso renovable si está bien gestionado, el agua puede suponer un serio desafío para el desarrollo sostenible, pero, que gestionada de manera eficiente y equitativa, puede jugar un papel facilitador en el fortalecimiento de la resiliencia de los sistemas sociales, económicos y ambientales.

Por otro lado, según el Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible y el Departamento Nacional de Planeación (2013), Estipula que en Colombia a partir del proceso de implementación de la Política Nacional para la Gestión Integral del Recurso Hídrico se ha avanzado en la construcción de mecanismos sobre el concepto de gobernanza del agua, el cual reconoce la prioridad del consumo humano en procesos de coordinación y cooperación de distintos y diversos actores sociales, sectoriales e institucionales que participan en su gestión integrada; y asume al territorio y a la cuenca como entidades activas en tales procesos, con el fin de evitar que el agua y sus dinámicas ambientales se afecten y se conviertan en amenazas para las comunidades; de tal modo, es indispensable garantizar la integridad y diversidad de los ecosistemas, para asegurar la oferta hídrica y los servicios ambientales.

Por consiguiente, Luna Hernández & Madroñero Palacios (2016), afirman que la degradación de los recursos acuáticos es motivo de interés para las ciencias del medio ambiente,

para proteger los ecosistemas hídricos y analizar las modificaciones en el tiempo, investigándolos de manera general e integral con el fin de desarrollar acciones que permitan estimar el efecto y magnitud de la intervención antrópica y de los posibles impactos (Araya, 2003).

Es por eso que en la actualidad se ha dado una gran importancia al medio ambiente y a su conservación y protección, y se busca que las acciones y las actividades realizadas por el hombre dentro de su ámbito social, económico y cultural no generen impacto y deterioro de los recursos agua, suelo y aire (Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo, 2007; Ciencias Zaragoza, 2006) (Acevedo Barrios & Severiche Sierra, 2013)

En este sentido, es necesario y de gran importancia comprender las series de acciones que están deteriorando cada vez más al cuerpo hídrico Caño el Cristo, como desde la realización de un inventario de vertimientos, la identificación de los tipos y clases de vertimientos como también la evaluación y determinación de la contaminación directa que se genera sobre el mismo, de tal manera que coadyuven a reconocer la magnitud del problema que presenta, para que en un futuro se implementen planes de prevención, mitigación y corrección de sus dinámicas ecosistemicas.

Con el fin de garantizarle el recurso a generaciones futuras, reconociendo que este recurso es prioridad para el consumo humano y por tanto es necesario velar por su protección sostenible. Siendo el agua un recurso natural importante para la vida de todo ser vivo, por tal importancia al igual que otros recursos naturales es motivo de investigación dada a su trascendencia en la conservación y protección, formando con el entorno un enfoque integral agradable.

## 1.5 Hipótesis

¡Habrá posibilidad, que a través de la identificación de los tipos de vertimientos y la evaluación de la contaminación que ejercen los mismos, se lograra alcanzar indicios sobre el.

## 1.6 Delimitaciones

**1.6.1 Delimitación operativa.** El proyecto se llevara a cabo en el cuerpo hídrico caño el Cristo a través de la realización de un inventario de vertimientos sobre el mismo, la identificación de los tipos y clases de vertimientos generados, como también la evaluación y determinación de las cargas contaminantes directas.

**1.6.2 Delimitación conceptual.** El proyecto se enmarca en conceptos tales como: cuerpo hídrico, contaminación, calidad del agua, vertimientos, tipos de vertimientos, cargas contaminantes y todos los demás que soporten el proyecto.

**1.6.3 Delimitación geográfica.** El proyecto se realizará dentro de la estructura o casco urbano del municipio de Aguachica (Cesar, Colombia), a lo largo del trayecto y recorrido del caño el Cristo.

**1.6.4 Delimitación temporal.** El proyecto se llevará a cabo durante un periodo vigente no más de 3 meses, de los cuales se detallaran las actividades a realizar en el correspondiente cronograma.

## Capítulo 2: Marco Referencial

### 2.1 Marco Histórico

Durante miles de años, el hombre ha considerado el agua como un elemento no modificable que hace parte del mundo; en un planeta que esencialmente tenía grandes vestigios de condición rural, el agua estaba enormemente desconectada de los circuitos económicos ya que la fuente, el río, el brazo de río, el pozo y la cisterna mantenían a las poblaciones sin ningún costo o muy bajo, dependiendo de la condición servil o no de la mano de obra (UNESCO, 2005).

los Dioses como el árbol fuente o árbol santo de las Canarias, que captaba agua de la neblina hasta 1610 y mantenía

A su vez, la UNICEF (2000), expone que no tardo mucho para que los humanos aprendieran a fabricar vasijas para almacenar agua; dada era fundamental para la supervivencia de los clanes prehistóricos, por eso vivían muy cerca de ríos, lagos y manantiales; con el tiempo, aprendieron a almacenarla y transportarla.

Así mismo, años más tarde, surgieron los primeros acueductos para llevar agua a la ciudades en la antigua Grecia; el sistema acogido fue el de túneles subterráneos en Samos y en Atenas, el sistema se extendió por todo el Mediterráneo desde España y el sur de Francia hasta Cartago y Alejandría; a mediados del 312 antes de J.C., los romanos señalaron que el río Tíber estaba demasiado contaminado para usarlo como agua potable y construyeron su primer

acueducto; hacia el siglo I, Roma dependía de nueve sistemas de este tipo, que tenían una extensión total de 423 kilómetros y suministraban toda el agua potable de la ciudad (Sarlingo, 1998).

La historia de la contaminación es larga, la generación de desechos ha sido una de las características que ha marcado a la humanidad; a través de los años la lucha se centró en las medidas sanitarias, y el principal reto fue la obtención de suministros de agua sin contaminar; pero a la medida en que el número de habitantes crecía, así mismo, se agudizaba la contaminación de cuerpos de agua; miles de años después surgiría la vida modificando el patrón de asentamiento de la mayoría de las culturas; la contaminación estaba básicamente localizada en las primeras etapas del desarrollo urbano, el espacio urbano por lo general se asentaba a las cercanías de los ríos, los ríos cada vez más, funcionaban como vertederos; no obstante, tres mil quinientos años más tarde, a finales del siglo XX, la contaminación ha aumentado a un nivel sin precedentes, afectando a todo el mundo (Sarlingo, 1998).

Según Echarri (1998), la contaminación de los cuerpos de agua procede de las actividades humanas y de fenómenos naturales; en la década de los 90, no se tenía duda que la degradación del recurso agua era provocada por el hombre, el desarrollo y la industrialización hacen que se genere un mayor uso del agua y por tanto un incremento en la generación de residuos de toda clase contaminando cuerpos, dado a que muchos van a parar al mismo.

Según Osorio J, A (2008), en la década pasada 2000-2010, el 40% de la población mundial no dispone de sistemas de adecuados de abastecimiento de agua, lo que conlleva a que el 80% de las enfermedades que

afectan a la humanidad tengan como origen el mal estado del recurso hídrico; a su vez, esto provoca la muerte diaria de 6.000 niños aproximadamente, y que Además, el 90% de las aguas residuales del primer mundo carecen de tratamiento, afectando notoriamente las fuentes de agua. (Pag, 107-116)

residuales en los países en vías de desarrollo se descarga sin tratamiento, contaminando ríos,

A medida de los años, el crecimiento demográfico, el desarrollo industrial y las actividades de producción agrícola, mineras y domesticas; han generado una mayor utilización de los recursos hídricos, limitando su aprovechamiento a causa de la modificación de sus características biológicas, físicas y químicas (Torres, Cruz, Patiño, Escobar, & Pérez, 2010). Así mismo RAMÍREZ et al. (2009)

cuerpo hídrico, se debe al crecimiento urbanísticos, de las actividades antrópicas y la falta de 255).

Es por eso, que a nivel mundial se trae a consideraciones una serie de eventos a través de los años:

Según la Organización Mundial de la Salud (OMS), expone, que a causas del consumo de agua en mal estado, se presentan las enfermedades infecciosas y parasitarias gastrointestinales en un 80%; así mismo, Higuera et al



la misma manera establece que el 41% de la población mundial consumen agua higiénica y (Ramírez et al., 2009).

La mayoría de las enfermedades que ocasionan graves afectaciones a la salud se relacionan con la de origen parasitario, bacteriano y viral; a causa de grandes extensiones de agua en mal estado, producto de las actividades del hombre, la mala higiene o por actitudes erróneas equivocadas. Ha mediado del siglo XIX, Louis Pasteur y su escuela muestran una serie de microorganismos que ocasionan enfermedades infecciosas, producto de la mala higiene del agua; las enfermedades más comunes a causa del consumo de agua en mal estado, como el paludismo con 1 millón de muertes por año, 100 a 150 millones de casos anuales, correspondiendo el 90% a África, y 300 millones de portadores de parásitos; como el sistosomiasis con 300 millones de personas con riesgo, como la filariosis, etc. Así mismo, el vibrión colérico, es la bacteria que ocasiono en Europa la pandemia de 1854, cerca de 150.000 muertes en Francia; entre los siglos XIX y XX, siete pandemias mundiales causaron la muerte de centenas de millares de personas; entre las virosis, como la hepatitis A al igual que el cólera son enfermedades de las manos sucias y agua contaminada (Bain et al., 2014).

El crecimiento demográfico, la industrialización, la urbanización y el aumento de la producción y el consumo han generado una demanda de agua dulce cada vez mayor; se prevé que en 2030 el mundo tendrá que enfrentarse a un déficit mundial del 40% de agua bajo un contexto climático en que todo sigue igual (2030 WRG, 2009).

La disponibilidad de agua en el mundo cada vez más está relacionada con la contaminación, se espera que la eutrofización de las aguas superficiales y las zonas costeras aumente en casi todo el planeta hasta 2030 (UNDESA, 2012).

La falta de saneamiento e higiene y el acceso inadecuado al agua es uno de los muchos problemas que padecen hoy en día los grupos de población más pobres y marginados del mundo, 748 millones de personas no disfrutan de una buena fuente de agua potable y 2.500 millones no gozan de buenas instalaciones de saneamiento (WHO y UNICEF, 2014); mil millones de personas hacen sus necesidades al aire libre (WHO y UNICEF, 2014a); se estima que 1.800 millones de personas utilizan una fuente de agua potable contaminada con bacterias fecales (Bain et al., 2014).

Actualmente, en muchos países se ha mejorado el saneamiento, con construcciones de redes de alcantarillado, pero sin un sofisticado tratamiento y eliminación de las aguas residuales; inclusive en los países medianamente desarrollados, las aguas residuales de aproximadamente el 75% de los hogares con conexión a la red de alcantarillado pueden no recibir el tratamiento adecuado (Baum et al., 2013).

Según la UNESCO (2012), se prevé que en 2050 la demanda mundial de agua haya incrementado un 55%, debido principalmente a demandas relacionadas con la creciente urbanización en los países en vía de desarrollo (OECD, 2012); las ciudades tendrán que ir más lejos o construir pozos con tal de obtener agua, o apalearán por soluciones innovadoras o de tecnologías avanzadas para satisfacer sus necesidades hídricas.

Según la UNESCO (2016), asegura que entre 2011 y 2050, se prevé que la población mundial aumente un 33%, pasando de 7.000 millones a 9.300 millones de habitantes (UNDESA, 2011); la demanda de alimentos incremente un 60% en el mismo período (Alexandratos y Bruinsma, 2012). Además, se pronostica que la población que vive en las áreas urbanas casi se duplicará, pasando de 3.600 millones en 2011 a 6.300 millones en 2050 (UNDESA, 2011).

de personas utilizaban un servicio de suministro de agua potable tratado de forma segura; es decir, ubicado en el l

Como se contextualiza anteriormente, el agua contaminada puede transmitir enfermedades como la diarrea, el cólera, la disentería, la fiebre tifoidea y la poliomielitis; se estima que la contaminación del agua potable provoca más de 502.000 muertes por diarrea al año; hasta el 2025, la mitad de la población mundial vivirá en zonas con escasez de agua (Organización Mundial de la Salud, 2017).

Se calcula que unas 842.000 personas mueren cada año de diarrea como consecuencia de la insalubridad del agua, de un saneamiento deficiente o de una higiene de manos. (Organización Mundial de la Salud, 2017)

Hoy en día, en Colombia se evidencian los sistemas de alcantarillado, que aunque existan, es muy frecuente que las aguas residuales producto de las actividades domésticas e industriales sean vertidas a los ríos, arroyos y caños, perteneciente al territorio nacional Colombiano; lo anterior ocasionando la contaminación y problemas de salubridad.

En este sentido, en Aguachica, Cesar, durante los últimos tiempos la problemática ambiental principal asociada al vertimiento de aguas residuales domésticas, la acumulación de residuos y demás factores que afectan los cuerpos de aguas.

## **2.2 Marco Contextual**

Aguachica, es un Municipio ubicado al sur de Colombia en el Departamento del Cesar. Demográfica y económicamente es la segunda ciudad más importante del Departamento y el foco urbano de mayor crecimiento en la Región; así mismo, el Municipio se encuentra en una posición geográfica transcendental, siendo camino obligado entre el norte y el interior del país, interconectados por carretera con la troncal del Magdalena y la troncal central.

En cuanto a la zona montañosa de Aguachica, al norte se ve representada por las estibaciones noroccidentales de la cordillera oriental con elevaciones entre los 200 y los 2.150 metros sobre el nivel del mar; y al sur una zona de planicie o llanura regada por los ríos Lebrija y Magdalena y sus numerosas quebradas y arroyos, cuya fisiografía oscila entre los 50 y los 200 msnm.

Por consiguiente, a nivel Municipal, Aguachica Cesar y su región tiene gran variedad de fuentes hídricas, en las que se distinguen la cuenca de la quebrada Norean, la cuenca de la quebrada Buturama y la presencia de diferentes arroyos tanto en la zona alta, como dentro del casco urbano entre ellos el Pital Y el Cristo.

aproximadamente 4,4 Km de longitud, que durante el trayecto se ve surtido de agua por diversos nacimientos naturales; el Caño el Cristo, atraviesa la ciudad de Aguachica Cesar en forma diagonal, naciendo al oriente del casco urbano para desembocar al occidente en la Ciénaga del Juncal, convirtiéndose, en fuente y recurso para uso agropecuario y de consumo para los habitantes aledaños de esta zona. (Rodriguez Silva, 2012).

Lo que es posible asegurar, que Aguachica estratégicamente e hidrográficamente es un punto de referencia para la conservación, con un mayor énfasis en los recursos hídricos.

Esta vertiente manifiesta degradación por todo tipo de vertimientos, que a su vez se traduce en aguas residuales que generan malos olores y proliferación de vectores e incomodidad a los habitantes del sector.

Este cuerpo de agua, en cierto modo, genera preocupación constante por parte de los habitantes de la zona, debido a los problemas que generan y poca atención de dar soluciones a largo plazo.

## 2.3 Marco Conceptual

### 2.3.1 Aguas servidas.

aquellas aguas residuales de origen doméstico, como resultado de las actividades cotidianas de las personas, cuyas características presentan gran significancia contaminante

**2.3.2 Contaminación:** Mauricio Bermúdez asegura que la contaminación presencia de sustancias o elementos tóxicos en el medio ambiente que pueda ocasionar riesgo u afectación a la salud humana y los rec

**2.3.3 Los contaminantes:** Corey (1987), asegura que los contaminantes biológicos virus, bacterias, hongos, artrópodos, etc.), químicos (sustancias químicas sintéticas clasificables según toxicidad, origen, estructura y función), y físicos (ruido, temperatura, (Huertas, 2015, p. 8 - 19).

**2.3.4 Carga contaminante.** Para la Agencia del Medio Ambiente de la Habana Cuba la medida que determina la masa de contaminante según la unidad de tiempo, la cual es vertida por una corriente residual, y de manera común es expresada en

### 2.3.5 Muestra compuesta.

stras recolectadas de

(Resolucion 0062 de 2007).

**2.3.6 Calidad de agua:** Según Salas, la calidad del recurso agua es entendida como una correlación medible y cuantificable de exposición efecto argumentada en demostraciones

científicas entre el nivel de ciertos indicadores de la calidad del agua y los peligros potenciales que esta puede ocasionar para la salud asociados con el uso del agua (2000).

**2.3.7 Aguas residuales.** “Se definen como aquellas que representan un peligro y que deben ser desechadas, dado a que contienen una serie de sustancias peligrosas y variedad de microorganismos; la cual han sido generadas de (Espigares García & Pérez López, 2001).

**2.3.8 Aguas residuales domésticas.** Para Espigares García & Pérez López (2001), son aquellas que proceden de las actividades fisiológicas del hombre, del aseo personal y de la cocina y limpieza de la casa; además, que suelen albergar gran cantidad de materia orgánica y microorganismos, así como restos de detergentes, aceites y grasas.

**2.3.9 Aguas residuales industriales.** Espigares García & Pérez López (2001), asegura, que proceden de los procesos realizados en fábricas y establecimientos industriales; contienen aceites, detergentes, antibióticos, ácidos y grasas y otros productos y subproductos de origen mineral, químico, vegetal o animal; las características de las aguas residuales son muy variable, dependiendo de las diferentes actividades industriales.

**2.3.10 Aguas residuales agrícolas.** En cuanto a estas aguas, Espigares García & Pérez López (2001), asegura que proceden de las actividades agrícolas en las zonas rurales, estas aguas suelen participar, en cuanto a su origen, de las aguas urbanas que se utilizan, en numerosos lugares, para riego agrícola con o sin un tratamiento previo.

**2.3.11 Vertimiento.** Londoño Pérez & Parra Martínez (2007), aseguran que un

**2.3.12 Vertimiento puntual.** Londoño Pérez & Parra Martínez (2007), asegura que los vertimientos puntuales son aquellos que se vierten a través de un ducto localizado en un sitio determinado y puntual, tal como sucede con algunos vertimientos industriales, los desagües del alcantarillado municipal y las descargas de plantas de tratamiento de aguas residuales.

**2.3.13 Vertimiento doméstico.** Son todos aquellos provenientes de los hogares

**2.3.14 Punto de descarga.** “Es aquel sitio elegido para la toma de muestras, en el que se

(Norma Oficial Mexicana

NOM-002-ECOL-1996).

**2.3.15 Parámetros.** Es aquella variable que mide la calidad del agua; es decir, evidenciar si un cuerpo de agua presenta buenas condiciones o por si el contrario presenta gran afectación por agentes contaminantes.

**2.3.16 Olor ofensivo.** Es aquel parámetro generado por sustancias o actividades industriales, comerciales o de servicio, que producen fastidio, aunque no cause daño a la salud humana (Ministerio de Salud y Protección Social , 2012).



**2.3.17 Materia orgánica de un agua residual.** Para santana & molina (2010), la materia orgánica de un cuerpo de agua, está relacionada con la presencia de solidos sedimentables, suspendidos o disueltos procedentes de vegetales, animales o compuestos de síntesis de productos químicos orgánicos, degradables por la acción de microorganismos o no biodegradables; son principalmente proteínas, compuestos del carbono y nitrógeno, grasas, aceites, hidrocarburos, hidratos de carbono, agentes tensioactivos, pesticidas, compuestos orgánicos volátiles y no volátiles y otras estructuras más complejas.

**2.3.18 Sustancias químicas inorgánicas.** Para Luis Echarri Prim (2010), las sustancias químicas inorgánicas, es un grupo que está conformado por ácidos, sales y metales tóxicos como el mercurio y el plomo; asegura que si están en cantidades altas pueden causar graves daños a los seres vivos, reducir los beneficios agrícolas y corroer los dispositivos y equipos que se usan para trabajar con el agua.

## **2.4 Marco Teórico**

**2.4.1 El agua.** Rafael Marín Galvín (2006), define, que desde hace millones de años, el agua se encuentra en el planeta, en tres (3) grandes diferencias y características; catalogadas en estados líquidos, sólidos y gaseosa; se estima que el volumen de agua en la Tierra es aproximada unos 1.400 millones de km<sup>3</sup>, la provisión global de agua en la Tierra está sometida al llamado fenómeno "Ciclo Hidrológico" que consiste en una cadena de cambios de fase, de características físicas, químicas, microbiológicas e incluso de emplazamiento físico (mares, nubes, glaciales, ríos, aguas subterráneas), y que presenta grandes depósitos de agua en océanos, ríos y lagos, atmósfera y litosfera.

**2.4.2 Composición y estructura.** Carbajal Azcona & González Fernández (2012), define, que el agua es una molécula compuesta por átomos, dos (2) de hidrógeno y uno (1) de oxígeno, unidos por enlaces covalentes que hace que sea muy estable la molécula, tiene una distribución anómala de la densidad electrónica, ya que uno de los elementos más electronegativos es el oxígeno, dado a que atrae los electrones de ambos enlaces covalentes; de tal forma, que alrededor del átomo de oxígeno se aglutine la mayor densidad de carga negativa y alrededor de los hidrógenos la menor carga positiva; así mismo, la molécula del agua tiene una geometría angular con ángulo  $105^\circ$ , formada por los dos (2) átomos de hidrógeno (Pag, 33-45).

### **2.4.3 Propiedades del agua**

#### **Propiedades fisicoquímicas del agua**

Así mismo, Carbajal Azcona & González Fernández (2012), aseguran, que la composición y estructura asigna al agua unas características físicas y químicas de gran importancia en cuanto a las funciones biológicas, en relación con su capacidad de solvente, de transporte, estructural y termorreguladora; no obstante, las funciones de los sistemas biológicos se manifiestan siempre en términos de procesos físicos y químicos (Pag, 33-45).

Por tanto, para Luis Concha Valenzuela (2010), afirma, que cuando las propiedades del agua, físicas y químicas se encuentran alteradas, indica que hay una degradación y contaminación; cuando en el agua se evidencian sustancias extrañas a las que normalmente debe tener, se indica que está contaminada por agentes físicos, químicos y biológicos; por contaminantes de agentes físicos causada por cualquier componente como árboles, ramas, suelo y otros; por agentes químicos agregados artificialmente al agua, como residuos industriales; y por

agentes biológicos como bacterias y microorganismos; de manera que el agua está degradada por agentes físicos y biológicos; y contaminación por el ser humano.

Aunque se sabe que el ser humano hoy en día, genera las modificaciones de todas las propiedades del agua, por tanto, tiene relación directa en la contaminación e involucración de todos los agentes anteriormente mencionados.

A continuación en la tabla 1 y tabla 2, se evidencian algunos parámetros según las propiedades organolépticas y fisicoquímicas.

**Tabla 1.**

*Parámetros organolépticos*

<b>Parametro</b>	<b>Unidad</b>
Color	mg/l
Turbiedad	UNT
Olor	No. De dilución
Sabor	No. De dilución

Fuente: (Orellan, 2005).

**Tabla 2***Parametros fisicoquimicos*

<b>Parametro</b>	<b>Unidad</b>
pH	unidades de pH
Residuos secos	mg/l
Alcalinidad total	mg/l CaCO <sub>3</sub>
Dureza total	mg/l CaCO <sub>3</sub>
Cloruro	mg/Cl
Sulfatos	mg/l SO <sub>4</sub>
Calcio	mg/l Ca
Magnesio	mg/l Mg
Hierro tota	mg/l Fe
Manganeso	mg/l mN
Cobre	mg/l Cu
Zinc	mg/l Zn
Aluminio	mg/l Al
Sodio	mg/l Na
Bario	mg/l Ba
Amonio	mg/l NH <sub>4</sub>
Nitrogeno	mg/l N
Oxidabilidad	mg/l O <sub>2</sub>
Sulfuro de hidrogeno	ug/l S
Detergentes anionico	mg/l
Cloro activo	mg/l Cl
Fosforo	mg/l P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>

Fuente: (Orellan, 2005).

Así mismo en la tabla 3, se evidencian algunos elementos químicos más representativos que se encuentran en el agua y que causan la presencia de sal, dureza, alcalinidad en el agua.

**Tabla 3**

*Elementos químicos del agua*

<b>Grupos</b>	
<p><b>Producen solo alcalinidad</b>            Carbonato de potasio            Bicarbonato de potasio            Bicarbonato de sodio            Carbonato de sodio</p>	<p><b>Producen salinidad y dureza no carbonatada</b>            Sulfato de calcio            Cloruro de calcio            Nitrato de calcio            Sulfato de magnesio            Cloruro de magnesio            Nitrato de magnesio</p>
<p><b>Producen dureza carbonatada y alcalinidad</b>            Carbonato de calcio            Carbonato de magnesio            Bicarbonato de calcio            Bicarbonato de magnesio</p>	<p><b>Producen salinidad, pero no dureza</b>            Sulfato de potasio            Cloruro de potasio            Nitrato de potasio            Sulfato de sodio            Cloruro de sodio            Nitrato de sodio</p>

Fuente: (Orellan, 2005).

### **Propiedades microbiológicas del agua**

Las aguas poseen una gran variedad de elementos biológicos desde microorganismos hasta otros más grandes.

Para Jorge Orellan (2005), el origen de los microorganismos puede ser natural, es decir, el medio los dispone, pero también provenir de contaminación por vertidos domésticos e industriales, como también por arrastre del suelo; así mismo, la calidad y cantidad de microorganismos va acompañando las características físicas y químicas del agua, ya que cuando el agua tiene temperaturas templadas y materia orgánica disponible, la población crece y se diversifica.

En la tabla 4, se aprecia los parámetros microbiológicos más representativos conforme a las propiedades del agua.

**Tabla 4**

*Parámetros microbiológicos*

<b>PARAMETRO</b>	<b>UNIDAD</b>
Bacterias aerobias	No. Por ml
Coliformes totales	NMP´por 100 ml
Coliformes fecales	No. Por 100 ml
Pseudomonas aeruginosas	
Fitoplancton y zooplancton	
Giarda lambia	
Cryptosporidium	

Fuente: (Orellan, 2005).

**2.4.4 Índices de calidad y de contaminación del agua.** Según Sandra Gomez & Alexander Gomez (2009), aseguran que la valoración de la calidad del agua puede interpretarse como una evaluación de su naturaleza química, física y biológica, con respecto a la calidad natural, los efectos del hombre y usos; con el objetivo de hacer más fácil la interpretación de los datos del monitoreo; en este sentido se han generado los índices de calidad de agua (ICAs), como los índices de contaminación (ICOs), en la que reducen una cierta cantidad de parámetros a una forma simple de interpretación tanto para técnicos, administradores ambientales y público general; la diferencia entre uno y otro radica en la forma en que ellos evalúan los procesos de contaminación y el número de variables en la fórmula respectiva para cada índice.

Así mismo, a través de la normatividad se pueden establecer indicadores de calidad y de contaminación para cuerpos de aguas superficiales, vertimientos y sistemas de alcantarillado, donde establecen los límites máximos permisibles para parámetros físicos, químicos y microbiológicos; a razón de lo anterior se considera la resolución 0631 de 2015, que es un claro ejemplo de normatividad útil en la evaluación de calidad de agua mediante análisis de laboratorio de las variables de la misma.

#### **2.4.5 Valoración de la calidad del agua**

La UNESCO/WHO/UNEP (1992), establece, que la valoración de la calidad del agua, es una evaluación tanto química, física y biológica, en relación con su calidad natural; así mismo, indica una serie de procesos para la valoración de la calidad del agua, como el uso de actividades de monitoreo con cada tiempo de muestreo, mediciones estandarizadas, correlaciones de estaciones; con el objetivo, de mostrar datos que puedan ser usados como información y definir las condiciones, determinar tendencias y proveer información para verificar las condiciones de un cuerpo de agua (Gomez & Gomez Pacheco, 2009).

#### **Clasificación y uso de los índices**

De acuerdo a Ball & Church (1980), los índices pueden clasificarse en diez categorías, orientadas de acuerdo a su uso dentro de cuatro grupos, de la siguiente manera:

##### **Grupo I**

Se aplica a los ríos e incluye dos categorías:

**Indicadores en la fuente:** reportan la calidad de agua generada por ríos en fuentes discretas.

**Indicadores en un punto diferente a la fuente:** reportan la calidad del agua generada por fuentes difusas.

## **Grupo II**

Miden la capacidad de estrés e incluye cuatro categorías:

**Indicadores de medidas simples:** incluyen muchas variables y componentes individuales del agua, que pueden ser usados como indicadores en su calidad.

**Indicadores basados en criterios o estándares:** relacionan las medidas de calidad del agua con los niveles estándar o normales que han sido determinados para la preservación y usos adecuados del agua.

**Los índices multiparámetro:** se determinan por las opiniones colectivas o individuales de expertos.

**Los índices multiparámetros empíricos:** son implementados por el uso de las propiedades estadísticas de las mediciones de calidad del agua.

## **Grupo III**

Indicadores definidos para lagos y específicamente están desarrollados para este tipo de sistemas.

## **Grupo IV**

**Indicadores de la vida acuática:** basados en diferentes reacciones de tolerancia de la biota acuática a varios contaminantes y condiciones.

**Indicadores del uso del agua:** evalúan el agua respecto a usos como la agricultura y abastecimiento.



**Indicadores basados en la percepción:** se determinan por la opinión público y los usos de los cuerpos de agua.

Por otra parte, de contexto general y de estudios concerniente el tema, se ponen en evidencia una serie de estudios e investigaciones, donde se evidenciara las metodológicas, los criterios y características planteadas por los autores frente a la realización de los trabajos afines.

En este orden de ideas se expone lo siguiente:

Víctor Mora & Andreína García (2013), exhiben en su estudio, una investigación donde se determinaron parámetros fisicoquímicos como temperatura, pH, oxígeno disuelto, sólidos totales y disueltos, demanda bioquímica de oxígeno, demanda química de oxígeno, dureza total, alcalinidad, calcio, magnesio, nitratos, sulfatos y cloruros; en el procedimiento de muestreo, identificaron cinco (5) puntos, a cada puntos les realizaron tres (3) muestras de agua, las cuales fueron colocadas en recipientes de plástico de polietileno de 1L de capacidad y almacenadas bajo refrigeración a 4°C, para luego ser trasladadas a un laboratorio; en cuanto los análisis de los parámetros fisicoquímicos los realizaron de manera in situ, para la temperatura del agua, el pH y el oxígeno disuelto (OD) utilizando un termómetro, el método electrométrico y método Winkler, respectivamente; posteriormente, determinaron parámetros fisicoquímicos de acuerdo al Standard Methods for Examination of Water and Wastewater (Clesceri et al., 1995; APHA, AWWA, WPCF, 1995), también los valores de sólidos totales y disueltos, utilizando el método gravimétrico, en el análisis de la Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO) 5-20 utilizaron la técnica de dilución y la Demanda Química de Oxígeno (DQO) por el método colorimétrico; la dureza total fue determinada por el método titulométrico con EDTA y la alcalinidad por el

método titulométrico; simultáneamente se determinaron las concentraciones de calcio y magnesio por el método de espectrofotometría de absorción atómica por llama y las concentraciones de nitratos por el método de espectrofotometría ultravioleta, los sulfatos por el método turbidimétrico y cloruros por el método argentométrico (Pag, 183-191).

Según Carlos Bedoya; Alba Ardila & Juliana Reyes (2014), evidencian en su proyecto, la evaluación de la calidad de agua de un humedal artificial para el tratamiento de agua residual generada por la Institución Universitaria Colegio Mayor de Antioquia (IUCMA), a través de una evaluación comparativa de la eficiencia remoción de diferentes parámetros fisicoquímicos y microbiológicos, como la DBO, la DQO, los SST, el nitrógeno amoniacal, el nitrógeno total, fósforo, coliformes y algunos metales como níquel y zinc; en este estudio implementaron muestras compuestas cada hora entre las seis (6) y las 18 horas, calcularon el caudal instantáneo del agua residual, así como parámetros fisicoquímicos (temperatura, pH, color, turbiedad, oxígeno disuelto y conductividad), que fueron medidos in situ; las muestras fueron conservadas en recipientes que fueron lavados de dos (2) o tres (3) veces con la misma agua hasta 1/3 de su capacidad; las muestras fueron conservadas a una temperatura de 4 °C, la toma de muestras y los tiempos máximos para los análisis del agua residual se ejecutaron de acuerdo con las normas establecidas en la Guía para el monitoreo de vertimientos, aguas superficiales y subterráneas del Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales (IDEAM 2002), y con los procedimientos estándares establecidos por el Instituto Colombiano de Normas Técnicas y Certificación (ICONTEC) en la norma NTC-ISO 5667-10 (ICONTEC 1995); a su vez, los dispositivos y equipos considerados en la medición de los parámetros in situ, fueron: colorímetro (Hanna HI 93727), turbidímetro (Hanna LP 2000-11), conductivímetro (Hanna EC 214, Electrodo HI 76303), pH-metro (Thermo Scientific, OrionStar, Serie BI9092) y sensor de

oxígeno disuelto (Hanna HI 2400, sonda HI 76407/2); en cuanto a la DQO se determinó utilizando un equipo estándar para espectrofotómetro (Macherey y Nagel, Nanocolor 500D) (Pag, 275-283).

Guilda Guzmán; Frédéric Thalasso; Marcela Ramírez; Silvia Rodríguez; Alma Guerrero & Francisco Avelar (2011), en su investigación evaluaron la variación espacial y temporal de las concentraciones de materia orgánica, nutrientes, tóxicos orgánicos, organismos coliformes y metales pesados de un río; con el fin de inferir la calidad del agua del mismo, realizaron muestras de agua en 43 estaciones en épocas de sequía y de lluvias, y analizaron 23 parámetros; para evaluar la calidad de agua tuvieron en cuenta el índice global de la calidad del agua (IGCA), basado en la metodología desarrollada por el Canadian Council of Ministers of the Environment (CCME), los análisis y muestreos lo realizaron a través de muestras puntuales, los metales los cuantificaron por medio de espectrofotometría de absorción atómica, utilizando equipos de Perkin Elmer A Analyst 100, emplearon horno de grafito (3113 B) o flama (método 3111 B) para determinar Al, Cd, Cr, Cu, Fe, Mn, Pb y Zn; en cuanto a las mediciones, el As fue medido por la modalidad de generación de hidruros (método 3114 B), y Hg por vapor frío (método 3112 B), los métodos los validaron empleando el material de referencia SRM 1643d del US National Institute of Standards and Technology (NIST), para evaluar la variación espacial del nivel de contaminación propusieron el empleo de un índice global de la calidad del agua (IGCA), basado en el índice desarrollado para el río Alberta (RWQI); el cual constituye una forma de resumir los datos físicos, químicos y biológicos complejos en un indicador compuesto simple de la calidad del agua (Alberta Environment 1995), (Pag 89-102).

Según Rita Rodríguez; Carmen Martínez; Domiciano Hernández; Jesús de Lucas Veguillas & Luisa Acevedo de Pedro (2003), en su trabajo, estudiaron los riegos contaminantes y la calidad del agua de diferentes manantiales; implementaron un estudio descriptivo transversal, realizaron análisis de los parámetros fisicoquímicos y microbiológicos para evaluar la calidad del agua; realizaron dos (2) tomas de muestra en cada manantial, separadas seis meses, la primera en primavera-verano y la segunda en el otoño-invierno, el muestreo lo realizaron en recipientes estériles de 2.000 ml, manteniendo las muestras refrigeradas a 4°C hasta el momento de análisis de laboratorio; los parámetros analizados fueron características organolépticas como olor y color, Turbidez, conductividad, pH, calcio, nitritos, nitratos, amonio, oxidabilidad al permanganato, flúor, dureza total y magnesio, y los parámetros microbiológicos como Bacterias aerobias (BA) a 22°C y 37°C, coliformes totales (CT), coliformes fecales (CF), estreptococos fecales (SF), y clostridios sulfito reductores (CSR) (Pag, 423 432).

Así mismo, en esta otra investigación, según Ana María Gómez; Darío Naranjo; Andrés Martínez & Darío de Jesús Gallego (2007), realizaron el diagnóstico del estado actual del recurso hídrico de la parte alta de una cuenca, el estudio fue llevado a cabo mediante actividades de muestreo y aforo durante cuatro (4) días, dicho estudio determino la evaluación fisicoquímica y microbiológica del agua de treinta sitios perturbados y no perturbados por las actividades agropecuarias de la zona; el estudio comprendió la caracterización puntual y cuantitativa, para la toma de muestras se utilizaron recipientes estériles de vidrio de 200 ml, cada muestra fue rotulada, y conservada a temperatura de 4 °C, los parámetros analizados conductividad, turbidez, sólidos totales, DBO<sub>5</sub>, pH y color; así mismo, en recipientes de vidrio de 500 ml, fueron conservados con ácido sulfúrico, para la medición de nitrógeno amoniacal, nitratos y fosfatos, y en botellas Winkler para la determinación del oxígeno disuelto (Corantioquia 2002); los sólidos

suspendidos y disueltos los determinaron por medio de las medidas de turbiedad y conductividad, multiplicados por una constante de proporcionalidad adecuada, de tal forma que la suma de ambos sea igual a la cantidad de sólidos totales encontrada (Crites y Tchobanoglous 2000), (Pag, 3735-3749).

En los Departamentos Central y Paraguarí (República del Paraguay), se ha venido presentando descargas de origen agropecuario, urbano e industrial. Esta investigación permitió evaluar la calidad de agua utilizando los parámetros fisicoquímicos, ecotoxicológicas y microbiológicos; se realizaron muestras durante los meses de Julio y Setiembre; los ensayos de toxicidad aguda fueron realizados con la metodología *Daphnia magna*, *Lactuca sativa*, y alevines de *Danio rerio*; además, de ensayos crónicos en *Tetrademus wisconsinensis*, *D. rerio* y *Allium cepa*, también evaluó los grupos y especies microbianos como los aerobios mesófilos, enterobacterias, coliformes totales, coliformes fecales, *E. coli*, *Pseudomona aeruginosa*, mohos y levaduras; por otra parte, determinaron índices de calidad y de contaminación; realizaron determinaciones *in situ* con un equipo multiparamétrico HANNA serie HI9828 para parámetros como temperatura, pH, conductividad, OD y STD, y otros parámetros como la turbidez, la DBO, DQO, NT, fósforo total (P-total), sulfato, dureza total, y metales (Cadmio, cromo total y plomo) lo determinaron en laboratorios diferentes siguiendo las metodologías de la "American Public Health Association/American. ( López Arias, y otros, 2016).

Según Maritza Aguirre; Eddi Vanegas & Nancy Álvarez (2016), realizaron una investigación en registros históricos de variables fisicoquímicas aun lago, determinando la calidad de agua del lago por medio del índice de calidad del agua de la Fundación Nacional de Saneamiento de los Estados Unidos de América (ICA-NSF), consideraron 22 puntos diferentes

de muestreo, de las cuales cuatro corresponden al centro del lago y 18 a las principales desembocaduras de los afluentes, el estudio representó el promedio de evaluaciones bimestrales de calidad del agua en época seca (diciembre, febrero y abril) y época lluviosa (junio, agosto y octubre), por año y por punto de muestreo, en cuanto al ICA-NSF utiliza una suma lineal ponderada del efecto de las variables de respuesta y los resultados son expresados en forma numérica entera, en una escala de 0 a 100, donde los valores entre 0 y 25 representan una calidad muy pobre; 25 y 50 mala; 50 y 70 regular; 70 y 90 buena y entre 90 y 100 muy buena. Debido a que AMASURLI solo evalúa cinco de los nueve indicadores del ICA-NSF, en este estudio se determinaron los parámetros de pH, temperatura y OD, por medio del método multiparamétrica marca Orión Star A329 portátil; los nitratos y el fósforo total, por medio del método espectrofotometría visible utilizando un espectrofotómetro Nova 60; en cuanto a los cálculos del ICA-Research Center, desarrollado por Oram (2015); no obstante, una vez determinado el valor numérico asignaron la categorización cualitativa y se procedió a sintetizar y discutir el estado de la calidad del agua del lago por punto de muestreo y año (Pag, 39-43).

Para Yimmy Montoya; Yeimi Acosta & Elizabet Zuluaga (2011), el fin de su estudio fue comparar los resultados obtenidos en una evaluación de la calidad de un río llevados a cabo en el 2002 con los del 2007, para este caso emplearon el BMWP/Col, el ASPT, el índice de diversidad (H') y el índice ICA, mediante el análisis de parámetros como la turbiedad, los sólidos totales, los nutrientes, la temperatura del agua y el oxígeno disuelto; los monitoreo al río lo determinaron a cinco estaciones de muestreo a lo largo del recorrido, teniendo en cuenta las zonas de intercambio de aguas del río con sus principales afluentes; los resultados arrojaron que en periodo seco hay un aumento de temperatura, pH, fósforo total, sólidos totales y los coliformes; y una disminución de

la turbiedad, la DBO5, los nitratos y el porcentaje de saturación de oxígeno disuelto (Pag, 193-210).

Por último, en el este estudio realizado por Milton Chán Santisteban & Wagner Peña (2015), se efectuaron evaluaciones a tres (3) cuerpos hídricos, con muestras en dos puntos de cada río, cabecera y desembocadura, los parámetros elegidos como medidas fueron  $\text{NO}_3^-$ ,  $\text{NO}_2^-$ ,  $\text{SO}_4$ , Fe, Cl, Mn, dureza, coliformes totales y coliformes fecales; el monitoreo de los ríos lo realizaron entre los meses de febrero de 2012 y enero de 2013, período en que se efectuaron 11 muestreos de agua en cada punto con una frecuencia mensual, con excepción del mes de agosto de 2012 en donde realizaron análisis químicos y microbiológicos para valorar la calidad del agua, entre los parámetros químicos medidos contemplaron, los siguientes: nitratos, nitritos, sulfatos, hierro, cloro, manganeso y dureza total (ppm), entre los parámetros microbiológicos analizados, coliformes totales y de coliformes fecales (UFC/100 ml), el análisis de los parámetros químicos se efectuó a través de espectrofotométrico, a excepción de la dureza que la midieron por el método de titulación EDTA; para los análisis microbiológicos aplicaron la metodología de la membrana filtrante (Clesceri, Greenberg & Eaton, 1998); la calidad química del agua la ponderaron por medio del índice de contaminación del agua (WPI), utilizado por Nikolaidis, Mandalos y Vantarakis (2008) y Milijasevic, Milanovic, Brankov y Radovanovic (2011), que es el promedio de la relación entre el valor observado ( $E_i$ ) y su límite máximo permitido ( $M_i$ ) de acuerdo con la Comisión Guatemalteca de Normas (COGUANOR, 2010), (Pas, 19-23)

## 2.5 Marco Legal

Según la Constitución Política de Colombia de 1991, en el artículo 79, todas las personas de Colombia tiene derecho a gozar de un medio ambiente adecuado, la cual el estado (Secretaría Jurídica Distrital de la Alcaldía Mayor de Bogotá , 1991).

Según el Decreto 3930 de 2010, Por la cual se reglamenta parcialmente el Título I de la Ley 9ª de 1979, así como el Capítulo II del Título VI -Parte III- Libro II del Decreto-ley 2811 de 1974, usos del agua, residuos líquidos y otras disposiciones establece las disposiciones relacionadas con los usos del recurso hídrico, el ordenamiento del recurso hídrico y los (Alcaldía Mayor de Bogotá, 2010).

Según el Decreto 2667 de 2012, por la cual se reglamenta la tasa retributiva por la utilización directa e indirecta del agua como receptor de los vertimientos puntuales, y se toman establece el reglamento para la tasa retributiva por la utilización directa e (Secretaría Jurídica Distrital de la Alcaldía Mayor de Bogotá D.C., 2012)

Según la resolución 0631 de 2015, por la cual se establecen los parámetros y los valores límites máximos permisibles en los vertimientos puntuales a cuerpos de aguas superficiales y a los sistemas de alcantarillado público, establece los parámetros y los valores límites máximos permisibles que deberán cumplir quienes realizan vertimientos puntuales a los cuerpos de aguas



superficiales y a los sistemas de alcantarillado público. (Ministerio del Medio Ambiente y Desarrollo Sostenible, 2015).

Norma técnica Colombiana NTC-ISO 5667-1 crea los principios que debe tener los programas de muestreo en control de la calidad, caracterización e identificación de fuentes contaminantes, enfocando las instrucciones de muestreo específicas.

NTC-.ISO 5667/2: 1995 Gestión Ambiental, calidad de agua, muestreo, parte 2 guía general para las técnicas de muestreo.

NTC-.ISO 5667/3: 1995 Gestión Ambiental, calidad de agua, muestreo, parte 3 guía general para la conservación y manejo de muestras.

NTC-3650-1: 1998 Gestión Ambiental, calidad de agua, vocabulario parte 1 (ISO 6107/1).

NTC-3650-2: 1999 Gestión Ambiental, calidad de agua, vocabulario parte 2 (ISO 6107/2).

Por último, para José Benito Vives de Andrés, las técnicas de muestreo varían de acuerdo con la situación específica y según los objetivos previstos en cada caso de estudio; algunos estudios requieren solamente muestras instantáneas o simples, mientras que en otros se necesita disponer de muestras compuestas o aún más elaboradas en tiempo y espacio; así mismo, muchas de las generalidades referentes a las técnicas de muestreo y conservación, se encuentran plasmadas en las Normas Técnicas NTC-ISO 5667-2 y 5667-3.

## Capítulo 3: Diseño Metodológico

### 3.1 Tipo de investigación

Existen distintos conceptos y posiciones sobre las tipologías de la investigación, las controversias para conocer las diferentes tipologías proponen situaciones ambiguas en estilos, formas, enfoques y modalidades; desde un punto de vista semántico, los tipos son sistemas definidos para adquirir el conocimiento o discernimiento frente a temas o fenómenos (Hidalgo, 2005).

Por consiguiente, según la dimensión y magnitud del proyecto, existen numerosos tipos de investigaciones que pueden ser aplicadas para el desarrollo del mismo, tales como: investigaciones descriptivas, cualitativas, cuantitativas, exploratorias, correlacionales, básica, analítica, de campo y explicativas, etc. Estos tipos de investigación a su vez determinan el periodo o tiempo de duración de todo estudio investigativo y afines, y cada una posee un propósito diferente; primero se explora, luego se describe, después se correlaciona y finalmente se explica. (Cazau, 2006).

Según el proyecto aplica tres tipos de investigación, cuantitativa, descriptiva y de campo.

La descriptiva es aquella que busca definir las propiedades, las características y los perfiles de personas, grupos, comunidades, procesos, objetos o cualquier otro fenómeno que se someta a un análisis; en pocas palabras, únicamente procura medir o recoger información de manera

independiente o conjunta sobre los conceptos o las variables de las que trate un estudio.

(Hernández Sampieri, Fernández Collado, & Baptista Lucio, 2010).

Es investigación de campo, dado a que comprende y resuelve situaciones, necesidades o problemas en un contexto rotundo; el investigador trabaja en el ambiente natural en que conviven las personas, de las que obtendrá los datos más importantes a ser estudiados; son individuos, grupos y representaciones de las organizaciones científicas no experimentales dirigidas a descubrir relaciones e interacciones entre variables sociológicas, psicológicas, ambientales y educativas en estructuras cotidianas y reales (Bermeo, 2011).

Es investigación cuantitativa, debido a que ofrece la posibilidad de generalizar los resultados de una manera más amplia, dado a que otorga control sobre los fenómenos, facilita acciones de conteo y las magnitudes de éstos. Así mismo, brinda una gran posibilidad de réplica y un enfoque sobre puntos definidos de ciertos fenómenos o temas, además facilita la comparación entre demás estudios similares. Por consiguiente, la investigación cuantitativa, debe ser lo más objetiva, con el fin de que evite afectar al investigador u otras personas en la comprensión (Hernández Sampieri, Fernández Collado, & Baptista Lucio, 2010)

Así mismo, la investigación cuantitativa debe evitar en lo posible sobre el investigador temores, creencias, deseos y tendencias, con el fin de que no influya en los resultados del estudio o obstruyan en los procesos, de tal manera que no sean alterados, (Unrau, Grinnell y Williams, 2005), (Hernández Sampieri, Fernández Collado, & Baptista Lucio, 2010).

### **3.2 Población**

El cuerpo objeto de estudio, está ubicado en el departamento del Cesar, cuya población directa es la del Municipio de Aguachica.

### **3.3 Muestra**

Una muestra es la extracción pequeña de cierta porción de materia, representativa de un todo, necesaria para generar conocimiento e identificar problemáticas o acciones de todo lo rodea al planeta.

En este caso, se presenta la extracción o la toma de muestra compuesta a un cuerpo de agua llamado Caño el Cristo, en el Municipio de Aguachica Cesar.

### **3.4 Recolección de información**

La recopilación de información es la necesaria para llevar a cabo la realización del proyecto, a través, del uso de fuentes secundarias y primarias. Las fuentes secundarias utilizadas, son las siguientes: internet, análisis de documentos, tesis, información en administración municipal, bases de datos, revistas científicas, bibliografía científica y entre otras que facilitan el desarrollo del proyecto.

Las fuentes primarias es aquella elaborada por los mismos autores, mediante trabajo de campo u observaciones evidenciadas en el medio de estudio.

Toda vez, la recolección de la información es captada y analizada directamente por los autores del proyecto, permitiendo establecer parámetros definidos concernientes al objeto estudio de manera efectiva, a través del uso de softwares como: Excel, Word, AutoCAD, sistemas de información geográfica, entre otros que facilitaron la ejecución del proyecto.

### **3.5 Análisis de información**

A continuación, se evidencia todas aquellas etapas y acciones contempladas para el desarrollo del proyecto.

#### **Etapas del proyecto**

##### **Etapas 1.** Búsqueda, recopilación, clasificación y selección de información:

- Esta etapa fue necesaria para desarrollar el proyecto basado en un soporte referencial y científico. Con el objetivo de argumentar la investigación de manera sensata, aceptable y realista.
- Para el desarrollo de esta etapa se apostó por consultas informáticas y de campo; a través de bases de datos, páginas web, normatividad, compendio de tesis, artículos doctorales y científicos, libros con temas científicos, secretarías ambientales, secretarías municipales y bibliotecas universitarias.

##### **Etapas 2.** Recorrido de campo e identificación de los puntos vertimientos:

- Habiendo realizado la etapa anterior, posteriormente se permitió realizar el recorrido de campo, por la trayectoria del cuerpo hídrico a lo que corresponde al Municipio; así mismo, se identificó cada vertimiento sobre el cuerpo y se georreferencio.
- El recorrido de campo se realizó mediante una caminata prolongada y sostenida; a su vez, la identificación de los puntos de vertimientos se hizo mediante observación visual y la georreferenciación de cada punto se tuvo en cuenta la aplicación de celular llamada GPS STATUS; esta aplicación, consiste en la captura de coordenadas, alturas, rumbo y orientación. Posteriormente, se dispuso a identificar y ubicar los vertimientos dentro de una visión geográfica y cartográfica, mediante el software Google earth PRO.

### **Etapa 3.** Toma de muestras de aguas residuales:

Para la realización de esta etapa se tuvo en cuenta las siguientes actividades:

- **Compra y selección de recipientes:** es aquel medio o aparato que permitió recolectar la muestra de agua residual. De acuerdo a las características del estudio se seleccionó recipientes de vidrio y de plástico previamente esterilizado; se consideró, el instructivo de toma de muestra de aguas residuales del IDEAM con código T10187, versión 3, donde estipula los equipos y materiales.
- **Medición de caudales:** para la medición de los caudales se apostó por la metodología área-velocidad o flotadores; cuya metodología establece lo siguiente:
  - velocidad del

A continuación, en la Figura 1 se relaciona los instrumentos utilizados en la medición de los caudales.



**Figura 1.** Materiales para medición de caudal de agua.

Fuente: CORANTIOQUIA (2014).

Así mismo, la Corporación Autónoma Regional del Centro de Antioquia, en su Manuela piragüero relaciona a continuación en las siguientes figuras todos aquellos aspectos y características de la metodología área-velocidad o flotadores, para la medición de caudal.

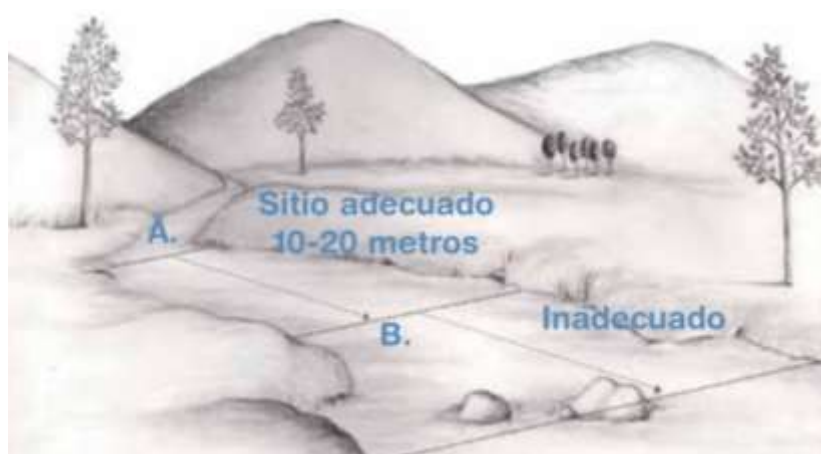


Figura 2. Esquema para la medición de la velocidad de la corriente del río.

Fuente: Ilustración adaptada de: Evaluación de recursos hidroeléctricos, programa de energía. Infraestructura y servicio básicos. LIMA LTDG, 2014. CORANTIOQUIA (2014).

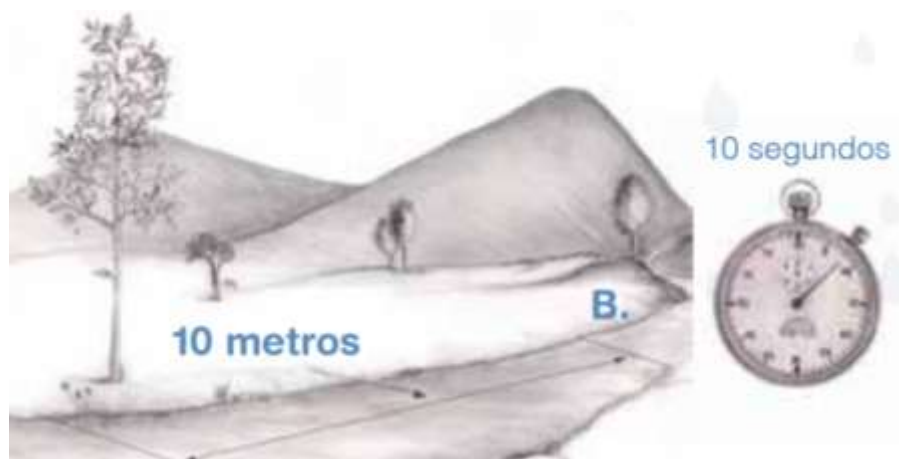


Figura 3. Esquema para la medición de la velocidad de la corriente del río.

Fuente: Ilustración adaptada de: Evaluación de recursos hidroeléctricos, programa de energía. Infraestructura y servicio básicos. LIMA LTDG, 2014. CORANTIOQUIA (2014).

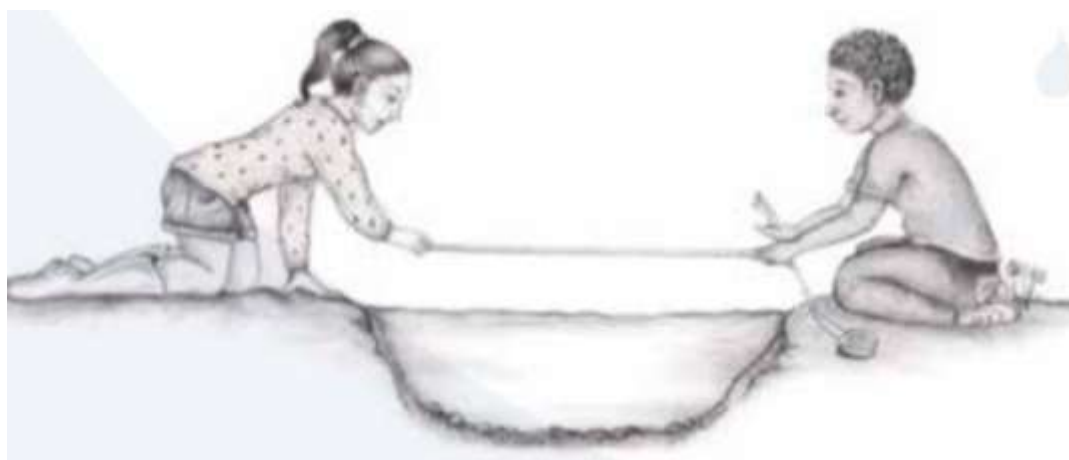


Figura 4. Esquema para medir el ancho del río.

Fuente: Ilustración adaptada de: Evaluación de recursos hidroeléctricos, programa de energía. Infraestructura y servicio básicos. LIMA LTDG, 2014. CORANTIOQUIA (2014).



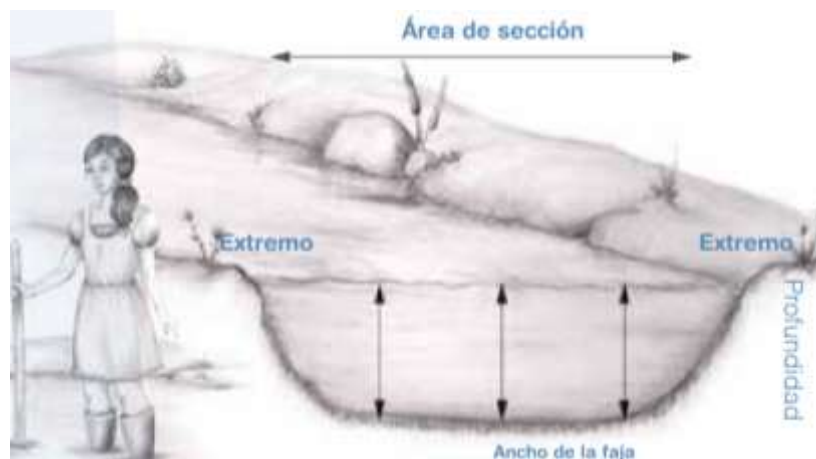


Figura 5. Esquema para medir la profundidad del río.

Fuente: Ilustración adaptada de: Evaluación de recursos hidroeléctricos, programa de energía. Infraestructura y servicio básicos. LIMA LTDG, 2014. CORANTIOQUIA (2014).

Dado a lo anterior, para el cálculo de los caudales, se considera las siguientes ecuaciones:

- $\text{Velocidad} = \text{Distancia (A-B)} \div \text{Tiempo de recorrido}$
- $\text{AT} = \text{Ancho} \times \text{Profundidad Promedio} = \text{hm} \times \text{Ar}$
- $\text{QR (m}^3/\text{s)} = \text{Velocidad (m/s)} \times \text{Area (m}^2\text{)}$

**Toma de muestras:** por último, se realiza la toma de muestras de aguas residuales en 5 puntos o sitios estratégicos del cuerpo hídrico; recolectadas en recipientes de vidrio aquellas cuyas características microbiológicas fueron analizadas y en recipientes de plásticos para aquellas cuyas características fisicoquímicas fueron analizadas.

Así mismo, se consideró lo dispuesto en el RAS 2000 en su sección II título E capítulo E2, sobre la recolección y preservación de la muestra, rótulos, transporte de muestra y norma NTC-ISO 5667-10 sobre muestreo de aguas residuales.

#### **Etapa 4.** Análisis fisicoquímicos y microbiológicos.

Para los análisis fisicoquímicos se hizo uso de la metodología Standard Methods for Water and Wastewater Examination; y para los análisis microbiológicos de la metodologías filtración por membrana.

Lo análisis fisicoquímicos se realizaron en el laboratorio de aguas dentro de las instalaciones de la Universidad Francisco de Paula Santander Ocaña, Colombia. Y los análisis microbiológicos se realizaron por un profesional químico en la empresa Servianalitica Profesional S.A.S, de la ciudad de Ocaña, Colombia.

Los parámetros estudiados se establecen a continuación:

**Tabla 5**

*Parámetros fisicoquímicos y microbiológicos objeto de estudio*

<b>Parámetros</b>	
<b>Fisicoquímicos</b>	<b>Microbiológicos</b>
DQO	Coliformes totales
DBO	Coliformes fecales
SST	
Nitratos	
Nitritos	
SSED	
Ph	
Dureza total	
Alcalinidad total	
Turbidez	

**Nota:** la tabla relaciona 10 parámetros fisicoquímicos y 2 microbiológicos objeto de estudio. Fuente: autor.

La evaluación de los parámetros se realizó conforme a lo establecido en la normatividad Colombiana, la Resolución 631 de 2015.

**Etapa 5.** Estrategias de prevención, control y mitigación.

Esta etapa contempla todas aquellas acciones encaminada a evitar el deterioro de cuerpos de agua en general, para realizar esta etapa se necesitó primero conocer el estado real del cuerpo, la evaluación de la misma y los análisis de las características.

## **Capítulo 4: Administración del Proyecto**

### **4.1 Recursos humanos**

#### **Director del proyecto.**

Yeeny Lozano Lazaro

Ingeniera ambiental y especialista en Gestión Ambiental

#### **Investigadores del proyecto.**

Wendy Yurany Angarita Herrera 160537

Alba Milena Gutiérrez Otalvaro 160667

### **4.2 Recursos institucionales**

Biblioteca Argemiro Bayona, Universidad Francisco de Paula Santander Ocaña.

Facultad de ciencias agrarias y del medio ambiente, Universidad Francisco de Paula Santander Ocaña.

Laboratorio de aguas, Universidad Francisco de Paula Santander Ocaña.

### 4.3 Recursos Financieros

**Tabla 6**  
*Recursos financieros*

<b>Presupuesto del proyecto</b>		
CONCEPTO	UFPSO	AUTORES
Papelería		\$20.000
Impresiones		\$10.000
Transporte y movilidad		\$160.000
Aforos		\$5.000
Toma de Muestra		
• Recipientes plásticos de 1L		\$5.000
• Recipientes de vidrio de 200 ml		\$7.500
• Balde de 10L		\$12.000
Análisis de parámetros fisicoquímicos y microbiológicos:		
• DBO	\$300.000	
• DQO	\$300.000	
• Ph	\$50.000	
• Alcalinidad	\$75.000	
• Dureza	\$75.000	
• Sólidos sedimentables	\$100.000	
Aportes tecnológicos:		
• Computador		\$1
• Celular GPS		\$400.000
Instrumentos de laboratorio y reactivos:		
• phmetro	\$241.777	
• Incubadora		
• Papel filtro	\$100.000	
•		
• Turbidímetro		
• EDTA reactivo	\$185.000	
• Pastilla de dureza	\$100.000	
• Ácido clorhídrico	\$50.000	
Aporte del coordinador del laboratorio de aguas		
Aportes bibliográficos y consulta literata	\$200.000	\$60.000
Rotulación de informe y trabajo final		\$25.000
Elementos de Protección personal:		
• Tapabocas		\$8.000
• Guantes		\$6.000
• Gafas		\$14.000
• Botas		\$80.000
Otros		\$200.000

**Nota:** La tabla muestra la distribución del recurso financiero, la institución y persona responsable de los costos asumidos por concepto.

Fuente: autores del proyecto

## Capítulo 5: Presentación y análisis de resultados

### 5.1 Área de estudio

A continuación se muestra la delimitación geográfica del Municipio de Aguachica, Cesar, Colombia.



Figura 6. Delimitación Geográfica de Aguachica, Cesar.  
Fuente: Google earth PRO.

En la siguiente Figura 7, se evidencia el cuerpo hídrico objeto de estudio.



Figura 7. Localización geográfica del Caño el Cristo.

Fuente: Google earth PRO.

## 5.2 Vertimientos

**5.2.1 Vertimientos identificados.** En la siguiente Tabla 7, se evidencia los vertimientos generados e identificados a lo largo del trayecto del Caño el Cristo, dentro del Municipio de Aguachica.

**Tabla 7***Vertimientos identificados Caño el Cristo*

<b>Vertimientos identificados</b>				
<b>vertimiento</b>	<b>Coordenadas</b>	<b>Tipo de Vertimiento</b>	<b>Localización</b>	<b>Causa</b>
V1	-			
V2	-	Puntual de origen domestico	Barrio las vegas, en la dirección carrera 5 con calle 11	Baja cobertura del sistema de alcantarillado en la ciudad
V3	-			
V4	-			
V5	-			
V6	-			
V7	-		Invasión las vegas, desde la carrera 5 con calle 11 hasta la carrera 9 con calle 11	
V8	73°	Puntual de origen domestico		Baja cobertura del sistema de alcantarillado en la ciudad
V9	-			
V10	-			
V11	-			
V12	-			
V13	-			
V14	-	Puntual de origen domestico	Barrio Álvaro Pallaes, en la dirección carrera 10 con calle 11	Baja cobertura del sistema de alcantarillado en la ciudad
V15	-			
V16	-			
V17	-	Puntual de origen domestico	Barrio Divino Niño, en la dirección carera 10 A con calle 11 B	Baja cobertura del sistema de alcantarillado en la ciudad
V18	-			
V19	-			



<b>Vertimientos identificados</b>				
<b>vertimiento</b>	<b>Coordenadas</b>	<b>Tipo de Vertimiento</b>	<b>Localización</b>	<b>Causa</b>
V20	-			
V21	-			
V22	73°37.326 OESTE	Puntual de origen domestico	Entre la carrera 12 y carrera 10 A	Baja cobertura del sistema de alcantarillado en la ciudad
V23	TE-			
V24	-			
V25	-	Puntual de origen domestico	Carrera 10 B con calle 12 A	Baja cobertura del sistema de alcantarillado en la ciudad
V26	-	Puntual de origen domestico	Barrio Cañaveral, carrera 11 con calle 12	Baja cobertura del sistema de alcantarillado en la ciudad
V27	-	Puntual de origen domestico	Carrera 15 con calle 11	Baja cobertura del sistema de alcantarillado en la ciudad
V28	73°37.103' OESTE			
V29	-	Puntual de origen comercial	Barrio la Ceiba, Carrera 16 con calle 11	Baja cobertura del sistema de alcantarillado en la ciudad
V30	73°37.0	Puntual de origen domestico, comercial industrial	Carrera 17 con calle 10 B	Baja cobertura del sistema de alcantarillado en la ciudad
V31	-	Puntual de origen domestico	Carrera 18 B con calle 10	Baja cobertura del sistema de alcantarillado en la ciudad
V32	-	Puntual de origen domestico	Barrio las Américas, Carrera 21 con calle 6	Baja cobertura del sistema de alcantarillado en la ciudad
V33	-	Puntual de origen domestico	Carrera 23 con calle 6	Baja cobertura del sistema de alcantarillado en la ciudad
V34	-			
V35	-	Puntual de origen doméstico, comercial e industrial	Barrio María Eugenia, desde la carrera 29 con calle 4 hasta la carrera 33 con calle 1	Baja cobertura del sistema de alcantarillado en la ciudad y falta de aplicabilidad de la normatividad
V36	-			
V37	-			

Vertimientos identificados				
vertimiento	Coordenadas	Tipo de Vertimiento	Localización	Causa
V38	8°18	-		
V39	-	Puntual de origen domestico	Entre la carrera 34 con calle 1 y carrera 35 con calle 3	Baja cobertura del sistema de alcantarillado en la ciudad
V40	-			
V41	-			

**Nota:** la tabla muestra 41 vertimientos identificados a lo largo del cuerpo hídrico. Asimismo se pone en evidencia el número de vertimientos localizados por dirección o sector correspondiente al municipio; igualmente el tipo de vertimiento y la causa que lo genera. Fuente: autor.

Se considera la posibilidad de que no haya logrado la identificación en la totalidad de los vertimientos, dado a la dificultad de ingreso en algunos sectores.

A continuación, se relaciona la ubicación y localización de los vertimientos identificados durante el trayecto del Caño el Cristo.

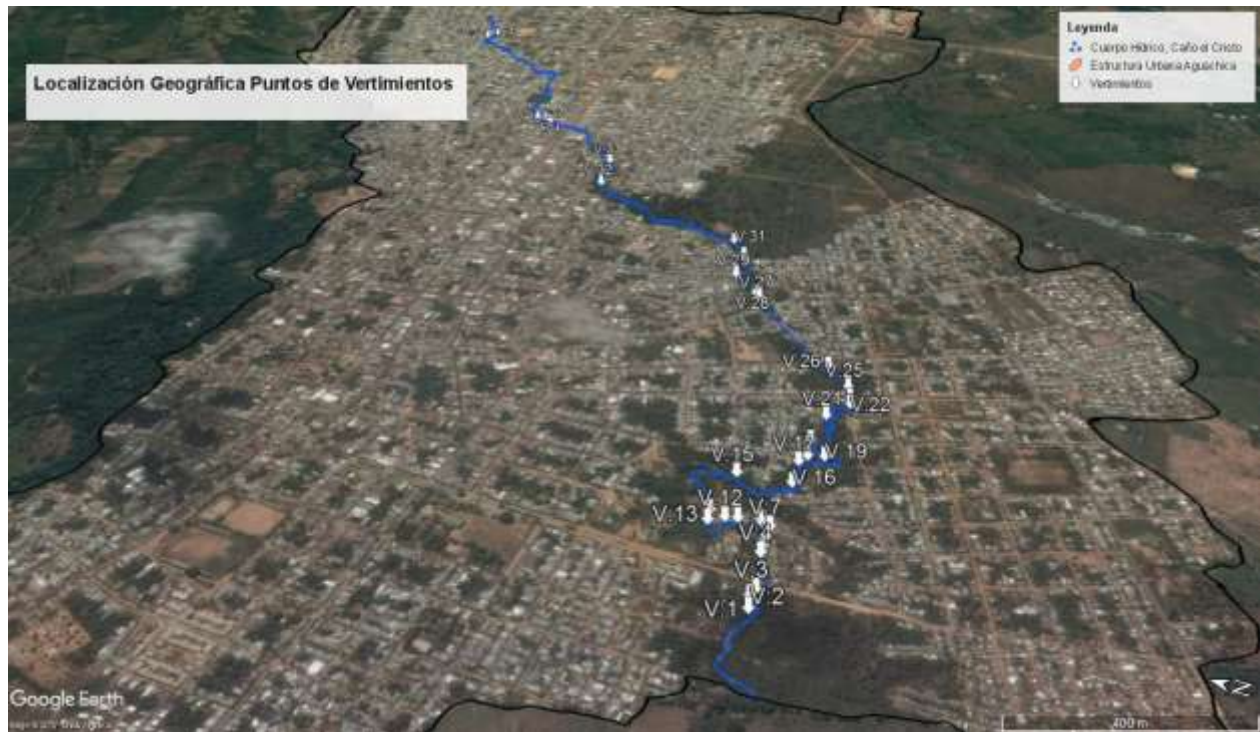
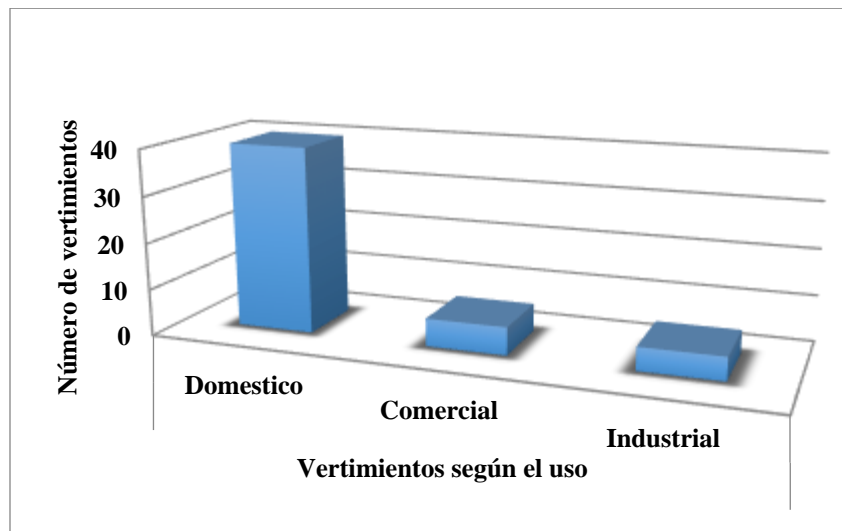


Figura 8. Localización geográfica de los puntos de vertimientos.

Fuente: Google earth PRO.

**5.2.2 Tipo de vertimientos.** A continuación se relaciona los tipos de vertimientos identificados y la representación de los mismos en todo el trayecto del Caño el Cristo.

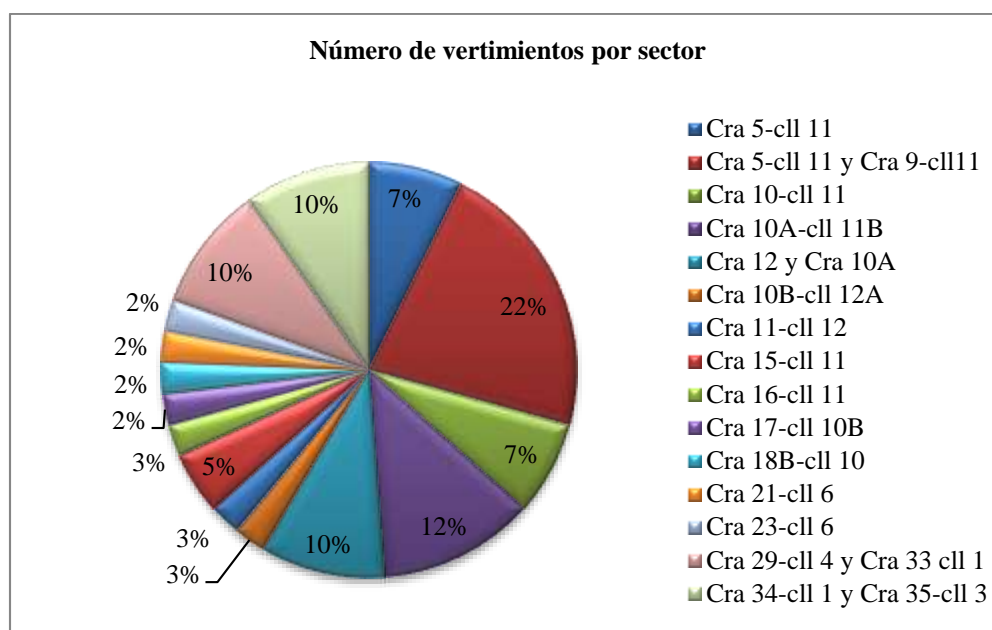


Gráfica 1. Tipos de vertimientos identificados.

Fuente: autor.

La Grafica 1, muestra 3 tipos de vertimientos, doméstico, comercial e industrial. El vertimiento domestico es el de mayor representatividad, por lo que se infiere, que la alteración del recurso proviene en su mayor parte de las viviendas del municipio; sin desconocer que los comerciales e industriales tiene seria responsabilidad al ser empresas de lavado y mantenimiento de equipos automotores así como la prestación de servicios como es el caso de la electrificadora.

**5.2.3 Vertimientos por sector.** La Grafica 2, muestra la representatividad de los vertimientos en cada sector o zona de la ciudad, objeto de estudio.



Grafica 2. Vertimientos por sector.

Fuente: autor.

En la gráfica anterior, se evidencia los sectores donde se presentan más vertimientos, con mayor presencia se encuentra la Cra 5 y 9 con cll 11, con un 22% de representatividad; seguido de la Cra 10 A-cll 11B; igualmente se observa el porcentaje para 9 sectores identificados objeto

de estudio. La cantidad de vertimientos que se genera por sector está directamente relacionada con la alta densidad de viviendas y la presencia de asentamientos notablemente grandes.

### 5.3 Puntos y tomas de muestras de agua residual

En la siguiente Figura 9, se observa la localización geográfica de los puntos de muestreo y tomas de muestra.



Figura 9. Localización geográfica puntos de muestreo y tomas de muestra.

Fuente: Google earth PRO.

A continuación, se evidencia los resultados y las características de la ejecución de las tomas de muestras de agua residual.

**Tabla 8***Tomas de muestras de agua residual*

Toma de muestras			
Punto	Coordenadas	Hora	Método empleado
Invasión las vegas	O-	12:00-1:00 PM	Muestra compuesta. 1 muestra de 1 Litro por intervalo de 15 m durante 1 hora, hasta completar 5
Barrio Cañaverál	O-	1:15-2:15 PM	Muestra compuesta. 1 muestra de 1 Litro por intervalo de 15 m durante 1 hora, hasta completar 6
Cra 23-CII 6	O-	2:30-3:30 PM	Muestra compuesta. 1 muestra de 1 Litro por intervalo de 15 m durante 1 hora, hasta completar 7
Barrio la Sabanita	O-	3:45-4:45 PM	Muestra compuesta. 1 muestra de 1 Litro por intervalo de 15 m durante 1 hora, hasta completar 8
Barrio Floridablanca	O-	5:00-6:00 PM	Muestra compuesta. 1 muestra de 1 Litro por intervalo de 15 m durante 1 hora, hasta completar 9

**Nota:** la tabla muestra los datos obtenidos durante el desarrollo de las tomas de muestras en cada punto seleccionado. Se evidencia las coordenadas del sector, la hora de ejecución y la metodología empleada. Fuente: autores del proyecto.

## 5.4 Registro de caudales

En las siguientes tablas, se presentan los datos de caudales registrados en campo y el cálculo de caudal para cada uno de los puntos de muestreo.

**Tabla 9***Datos de caudales*

<b>Datos de caudal</b>				
<b>Punto</b>	<b>Longitud de estudio</b>	<b>Profundidad</b>	<b>Ancho</b>	<b>velocidad</b>
Invasión las vegas	10 metros A-B	11 cm-35 cm	2,30 metros-3,10 metros	01: 26 seg
Barrio Cañaveral	10 metros A-B	21 cm-29 cm	2,50 metros-2,60 metros	01:44 seg
Cra 23-CII 6	10 metros A-B	16 cm-20 cm	1,70 metros-1,80 metros	02:17 seg
Barrio la Sabanita	10 metros A-B	10 cm-18 cm	80 cm-1,00 cm	02:25 seg
Barrio Floridablanca	10 metros A-B	16 cm-13cm	65 cm-95 cm	02:50 seg

**Nota:** la tabla muestra los datos registrados en la medición de caudal para cada uno de los puntos objeto de estudio, las principales características que se evidencian es la longitud, la profundidad en un punto A-B, el ancho en un punto A-B y el tiempo que dura el recorrido del dispositivo de un punto A, al punto B. Fuente: autores del proyecto.

**Tabla 10***Cálculos de caudales*

<b>Caudal</b>		
<b>Punto</b>	<b>Unidad</b>	<b>Caudal</b>
Invasión las vegas	m <sup>3</sup> /s	0,07452
Barrio Cañaveral	m <sup>3</sup> /s	0,06145
Cra 23-CII 6	m <sup>3</sup> /s	0,02327
Barrio la Sabanita	m <sup>3</sup> /s	0,08568
Barrio Floridablanca	m <sup>3</sup> /s	0,00682

**Nota:** la tabla evidencia los caudales registrados en cada punto de muestreo; se debe considerar que las mediciones se realizaron en temporada seca de acuerdo a condiciones climatológicas; por lo que es razonable el bajo caudal del cuerpo, teniendo en cuenta que llega a quedar totalmente seco. Fuente autores del proyecto.

Así mismo, como se percibe en la Tabla 10, los dos primeros puntos registraron mayor caudal, dado que son puntos que están aguas abajo del Caño el Cristo y donde presenta mayor generación de vertimientos domésticos.

## 5.5 Análisis fisicoquímicos y microbiológicos

En la siguiente Tabla 11, se muestra los resultados de los análisis fisicoquímicos y microbiológicos, realizados en laboratorio.

**Tabla 11**

*Resultados fisicoquímicos y microbiológicos*

<b>Análisis fisicoquímicos y microbiológicos</b>			
<b>Punto</b>	<b>parámetro</b>	<b>Unidad</b>	<b>Valor</b>
	DQO	mg/L O <sub>2</sub>	958
	DBO	mg/L O <sub>2</sub>	821
	SST	mg/L	450
	Nitritos	mg/L	95,7
	Nitratos	mg/L	57,7
Invasión las vegas	SSED	mg/L	<1,0
	Ph	pH	6,8
	Dureza total	mg/L CaCO <sub>3</sub>	120
	Alcalinidad total	mg/L CaCO <sub>3</sub>	195
	Turbidez	NTU	44
	Coliformes totales	Ufc/100 ml	>110000
	Coliformes fecales	Ufc/100 ml	>110001

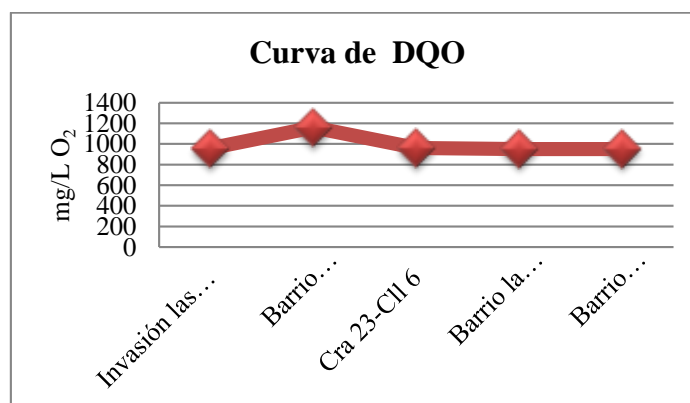


	DQO	mg/L O <sub>2</sub>	1161
	DBO	mg/L O <sub>2</sub>	1023
	SST	mg/L	340
Barrio Cañaveral	Nitritos	mg/L	16,5
	Nitratos	mg/L	9,7
	SSED	mg/L	<1,0
	Ph	pH	7,7
	Dureza total	mg/L CaCO <sub>3</sub>	120
	Alcalinidad total	mg/L CaCO <sub>3</sub>	125
	Turbidez	NTU	4,8
	Coliformes totales	Ufc/100 ml	>110000
	Coliformes fecales	Ufc/100 ml	>110001
		DQO	mg/L O <sub>2</sub>
	DBO	mg/L O <sub>2</sub>	790
	SST	mg/L	440
Cra 23-CII 6	Nitritos	mg/L	62,7
	Nitratos	mg/L	29,5
	SSED	mg/L	<1,0
	Ph	pH	7,3
	Dureza total	mg/L CaCO <sub>3</sub>	124
	Alcalinidad total	mg/L CaCO <sub>3</sub>	220
	Turbidez	NTU	21
	Coliformes totales	Ufc/100 ml	>110000
	Coliformes fecales	Ufc/100 ml	>110001
		DQO	mg/L O <sub>2</sub>
Barrio la Sabanita	DBO	mg/L O <sub>2</sub>	725
	SST	mg/L	580
	Nitritos	mg/L	171
	Nitratos	mg/L	96,4
	SSED	mg/L	<1,0
	Ph	pH	7,4
	Dureza total	mg/L CaCO <sub>3</sub>	148

	Alcalinidad total	mg/L CaCO <sub>3</sub>	175
	Turbidez	NTU	134
	Coliformes totales	Ufc/100 ml	>110000
	Coliformes fecales	Ufc/100 ml	>110001
	DQO	mg/L O <sub>2</sub>	951
	DBO	mg/L O <sub>2</sub>	730
	SST	mg/L	480
	Nitritos	mg/L	3
	Nitratos	mg/L	15,8
	SSED	mg/L	<1,0
Barrio	Ph	pH	7,3
Floridablanca	Dureza total	mg/L CaCO <sub>3</sub>	166
	Alcalinidad total	mg/L CaCO <sub>3</sub>	155
	Turbidez	NTU	2,7
	Coliformes totales	Ufc/100 ml	>110000
	Coliformes fecales	Ufc/100 ml	>110001

**Nota:** la tabla muestra los resultados de los análisis fisicoquímicos y microbiológicos de los parámetros objeto de estudio para cada punto de muestreo. Fuente: autores del proyecto.

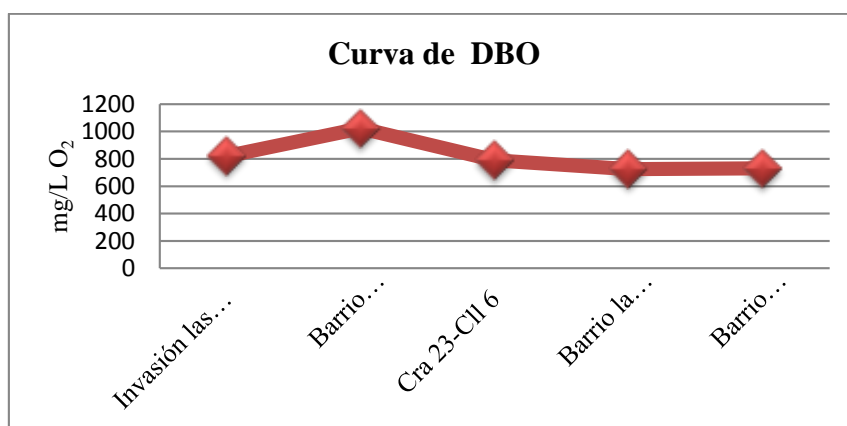
### 5.5.1 Curva de parámetros



Grafica 3. Curva de DQO.

Fuente: autores del proyecto.

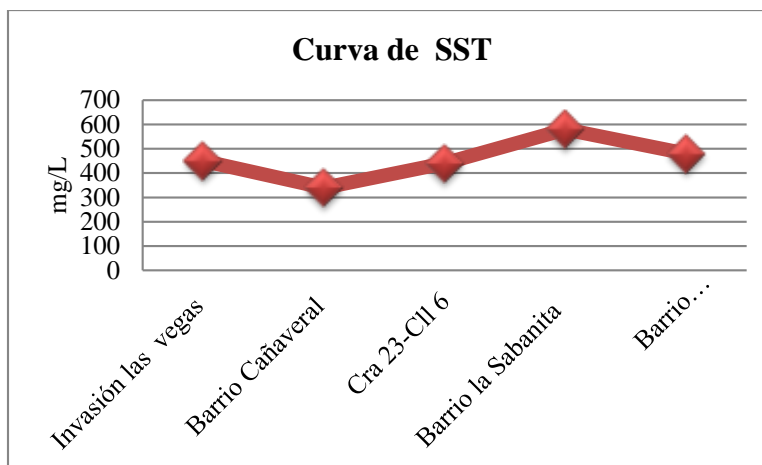
En la Grafica 3, se puede apreciar que el punto con mayor afectación está en el Barrio Cañaveral, y los demás puntos presentan similitud en sus variables. De lo anterior se considera que cuyos valores son generados por la alta intervención antrópica de los sectores, y la generación de vertimientos como consecuencia.



Grafica 4. Curva de DBO.

Fuente: autores del proyecto.

La Grafica 4, muestra la distribución de las cargas de DBO para cada punto muestreado. El Barrio Cañaveral es el punto de mayor afectación, seguido de Invasión las vegas y la Cra 23-cll 6; dado a que estos puntos se encuentran agua abajo y donde reciben las mayores descargas de agua residuales. Así mismo, se evidencian similitud en sus variables en los 3 tres primeros puntos.

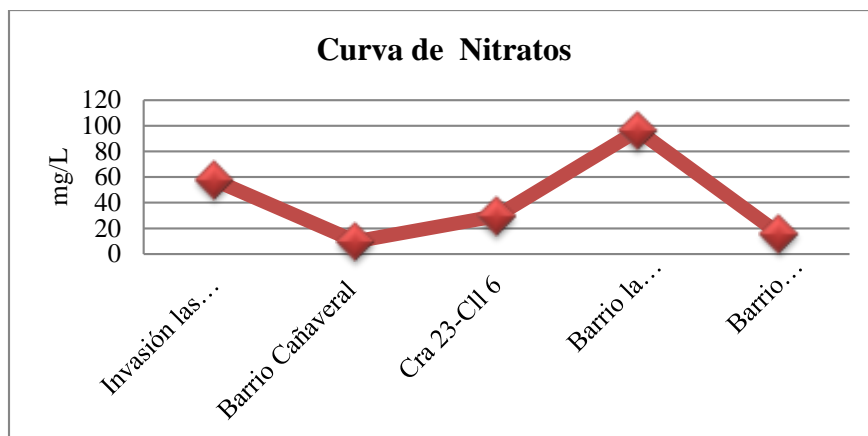


Grafica 5. Curva de Solidos Suspendidos totales.

Fuente: autores del proyecto.

La Grafica 5, muestra la tendencia de los análisis de SST para cada punto de muestreo. El Barrio la Sabanita es el punto con mayor afectación, seguido del Barrio Floridablanca; igualmente el de menor afectación es el sector de Cañaveral.

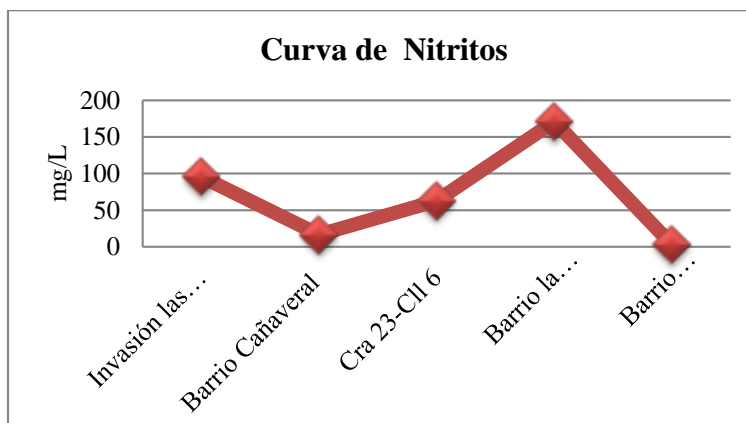
Tal situación se genera, dado a que la Sabanita es un sector que está ubicado aguas arriba y por tanto las concentraciones de SST arrojan valores más altos en comparación con los demás puntos; y es que, a medida del transcurso del agua se genera más agitación y dilución y por tanto los puntos aguas abajo presentan valores menores.



Grafica 6. Curva de Nitratos.

Fuente: autores del proyecto.

Se evidencia una variación notable en todos los puntos muestreados en relación a la concentración de nitratos, y es que se debe saber que tales resultados se deben a la concentración de materia orgánica en el caño el cristo, y su variación que un punto se alto o bajo depende de la zona y la capacidad de dilución y agitación del mismo.

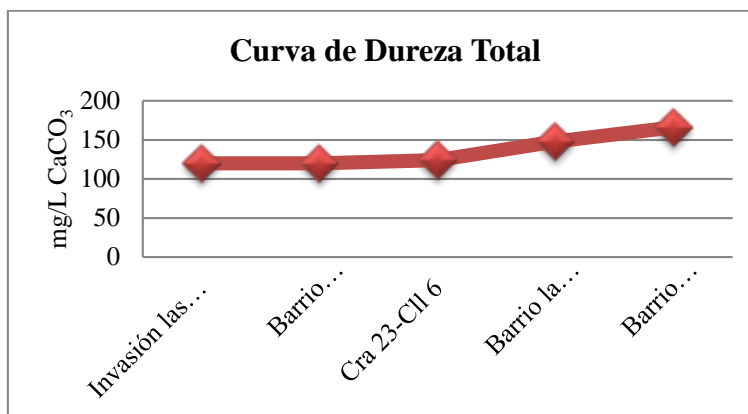


Grafica 7. Curva de Nitritos.

Fuente: autores del proyecto.

La Grafica 7, al igual que la anterior, se evidencia una variación notable en todos los puntos muestreados en relación a la concentración de nitritos, dado a la concentración de materia

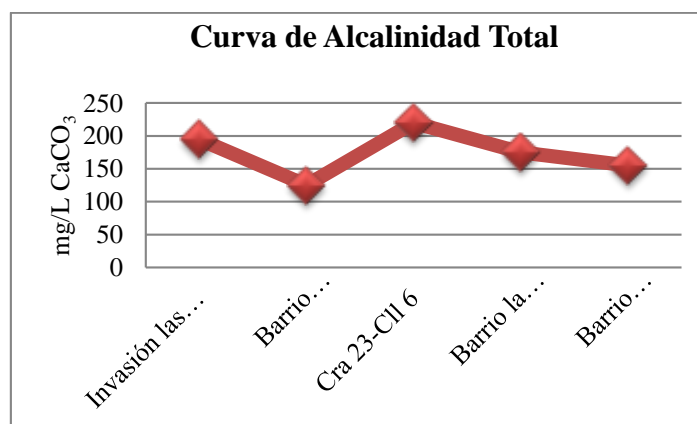
orgánica en el caño el cristo, y su variación que un punto se alto o bajo depende de la zona y la capacidad de dilución y agitación del mismo, igualmente.



Grafica 8. Curva de Dureza.

Fuente: autores del proyecto.

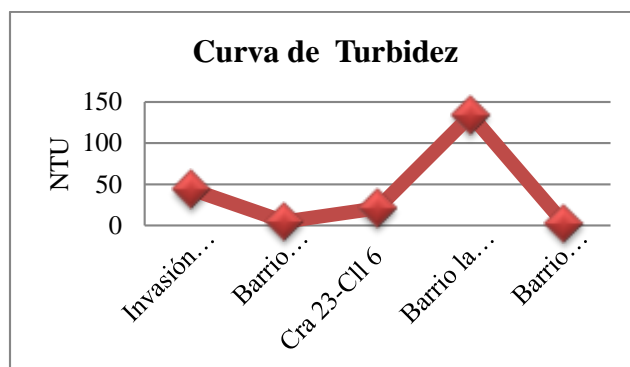
La grafica anterior, relaciona altos contenidos dureza para todos los puntos muestreados, al igual se observa una tendencia ascendente desde el sector las Vegas hasta Floridablanca. Lo que indica que desde el sector Floridablanca los altos contenidos de dureza disminuyen dado a la agitación y dilución del agua producto de las dinámicas y forma del caño.



Grafica 9. Curva de Alcalinidad.

Fuente: autores del proyecto.

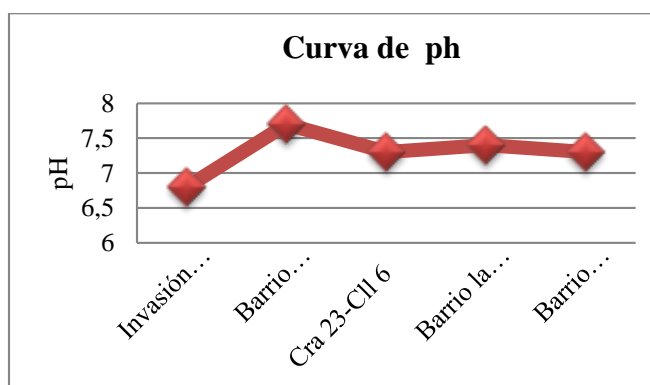
Como se observa en la gráfica anterior, las Vegas y la Cra 23-cll 6 se ve un aumento considerado en la alcalinidad respecto a los demás puntos, indica que la cantidad de vertimientos domésticos que se presentan en estos puntos son mayores en consideración a los demás.



Gráfica 10. Curva de Turbiedad.

Fuente: autores del proyecto.

La turbidez se caracteriza por la presencia de partículas en suspensión. El Barrio la Sabanita es el punto con mayor afectación de manera muy notable en relación a los demás punto de estudio; así mismo, se presenta similitud en las variables para los demás sectores estudiados. El Sector la Sabanita es uno de los puntos aguas arriba, lo que indica que la agitación es baja en el mismo.

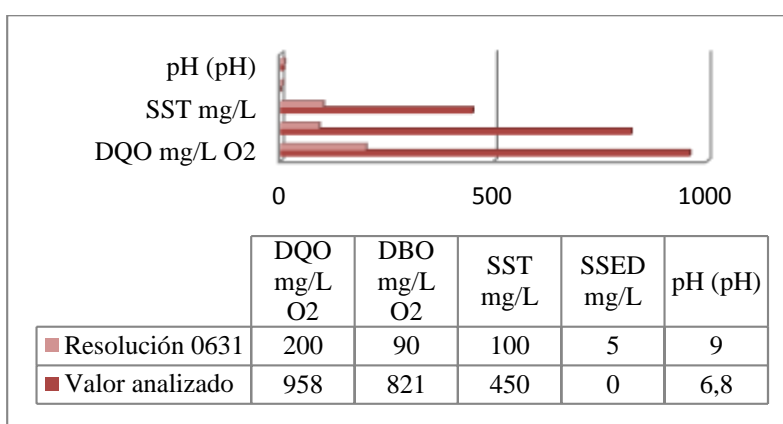


Gráfica 11. Curva de pH.

Fuente: autores del proyecto.

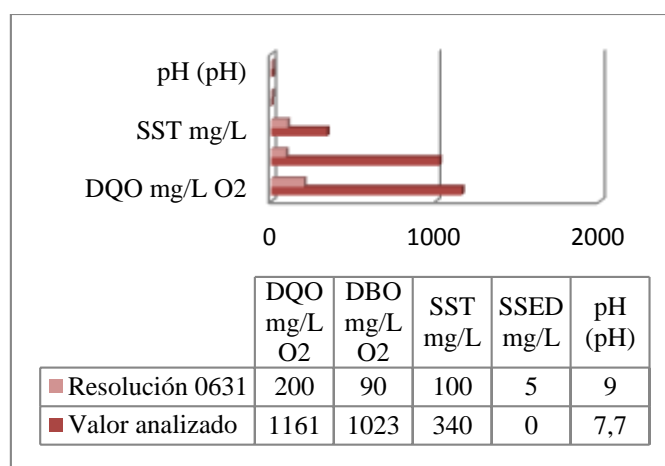
La Grafica 11, muestra en los tres últimos puntos una constante del pH, a excepción de los sectores las vegas que presentan la variable más baja y Cañaveral con la variable y afectación más alta. Así mismo se considera un pH neutro o ligeramente básico.

**5.5.2 Evaluación fisicoquímica y microbiológica.** En las siguientes gráficas, de acuerdo a la Resolución 0631 de 2015, se evidencia la evaluación fisicoquímica del estado del recurso en cada punto de muestreo.



Grafica 12. Evaluacion fisicoquimica para sector Invasión las Vegas.

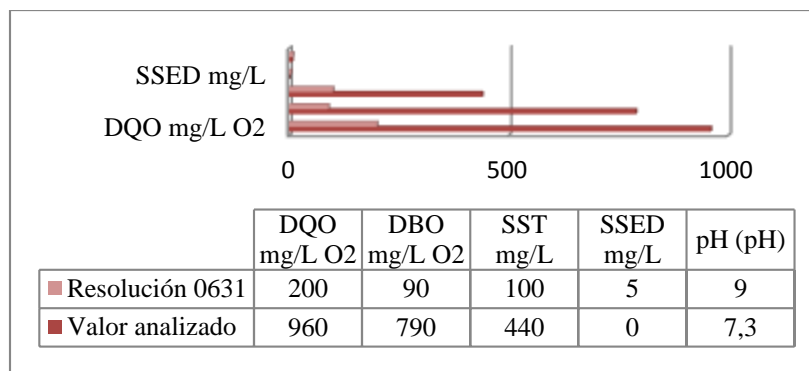
Fuente: autores del proyecto.



Grafica 13. Evaluacion fisicoquimica para sector Cañaveral.

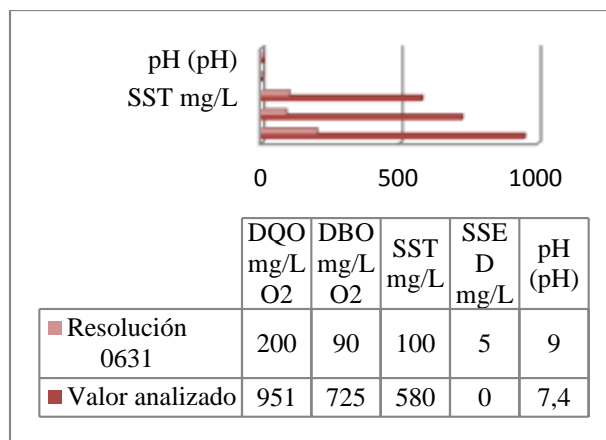
Fuente: autores del proyecto.





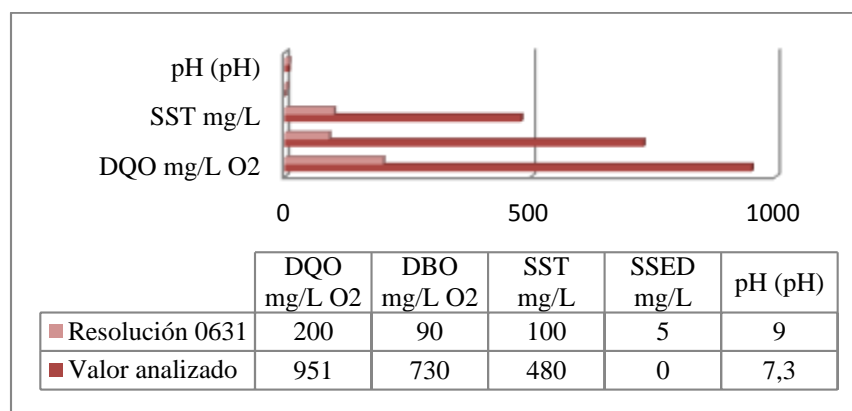
Grafica 14. Evaluacion fisicoquimica para sector Cra 23-cll 6.

Fuente: autores del proyecto.



Grafica 15. Evaluacion fisicoquimica para sector la Sabanita.

Fuente: autores del proyecto.



Grafica 16. Evaluacion fisicoquimica para sector Floridablanca.

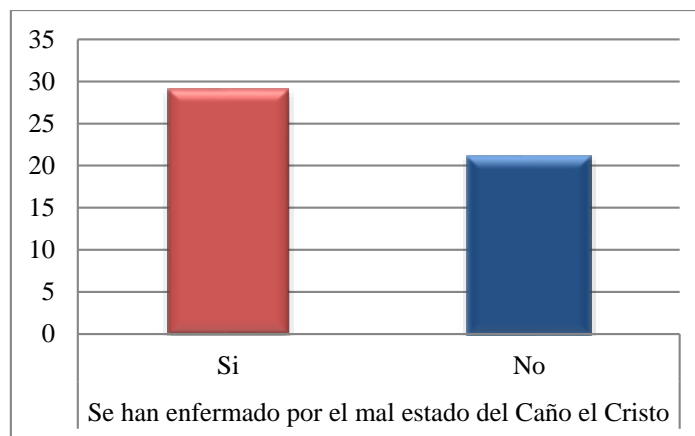
Fuente: autores del proyecto.

De acuerdo a las anteriores graficas, donde se evidencia la relacion de la evaluacion fisicoquimica en cada uno de los puntos de estudios, se concluye lo siguiente:

- El pH y los SSED son los unicos parametros, que en todos los sectores estudiados que se ajusta a los limites permisibles establecidos por la resolucion 0631 de 2015.
- Tanto la variable DQO como la DBO no se ajustan a los limites maximos permisibles y la diferencia en sus valores es superior a 800, lo que se deduce que la afectacion al recurso es relativamente evidente.
- Los solidos sedimentables se encuentran dentro de los limites maximos permisibles, no representan ni se catalogan como valores de degradacion para el Caño el Cristo.
- Los solidos suspendidos en relacion con la resolucion se encuentran relativamente muy superior a los estandares permitidos, indica que la presencia de particulas en suspension en el recurso es notable y considerable.

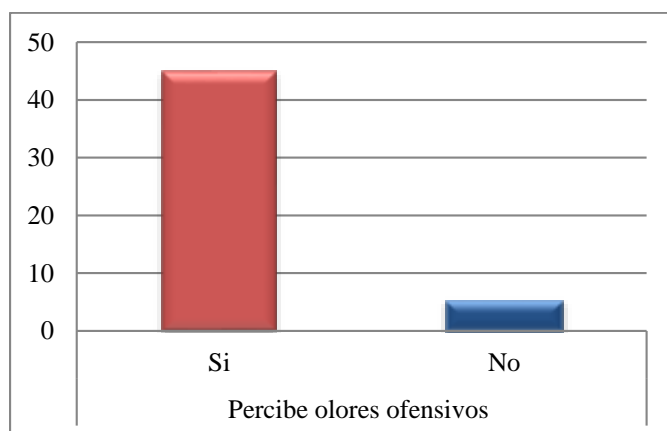
## **5.6 Resultados de encuestas**

A continuación, se evidencia la representación gráfica de 50 encuestas, dividida en cinco 5 preguntas. Las encuestas se hicieron con el fin de determinar los usos y principales factores externos que inciden sobre el caño el Cristo y la comunidad.



Grafica 17. Personas que han enfermado por el mal estado del Caño el Cristo.

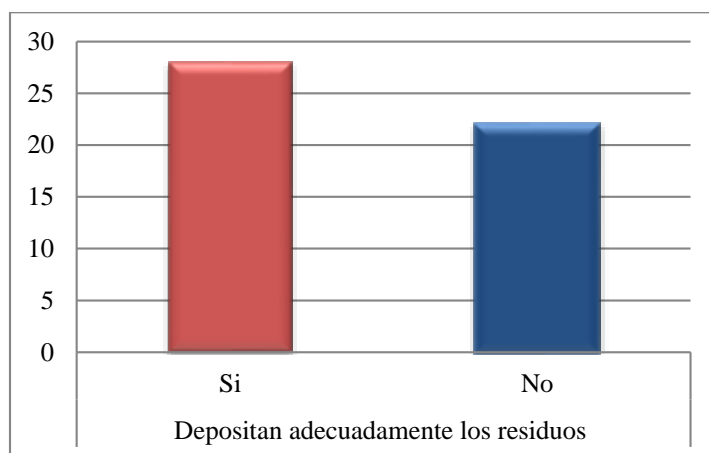
Según a las respuestas de la comunidad, se evidencia que el mal estado del cuerpo hídrico ocasiona riesgo y enfermedades sobre la población. Se considera que debido al estado del cuerpo la comunidad se ha quejado por la generación de alergias en la piel, hongos y ciertas enfermedades respiratorias que se cree que es a causa del mal estado del mismo.



Grafica 18. Personas que han percibido olores ofensivos

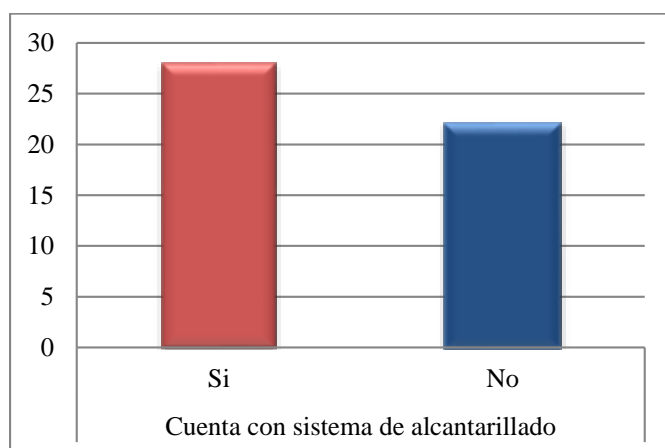
La siguiente Grafica 18, muestra de manera contundente la incomodidad de la población conforme a la generación de olores ofensivos producto al estado del caño; así mismo, la

comunidad expreso que durante toda la época del año perciben los olores; pero con regularidad y más desagradable en época de verano o pocas lluvias.



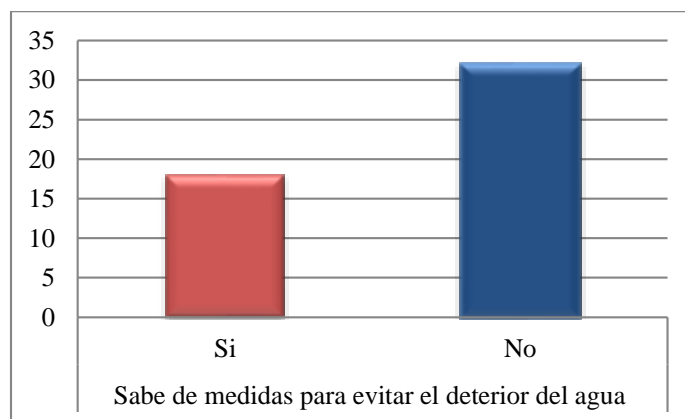
Grafica 19. Personas que depositan adecuadamente los residuos.

La Grafica 19, muestra que la mayoría de personas encuestadas depositan y hacen un manejo adecuado de los residuos generados en los hogares; no obstante, más de la mitad de los encuestados aseguran que por lo general los depositan en el Caño el Cristo; así mismo, afectando a la inestabilidad de las propiedades fisicoquímicas del mismo.



Grafica 20. Hogares que cuenta con conexión al sistema de alcantarillado.

En la gráfica anterior muestra, que la mayor parte de las viviendas están conectadas al sistema de alcantarillado de la ciudad; no obstante, se evidencia una situación preocupante, dado a que gran parte de los hogares no contemplan un sistema de alcantarillado, recurriendo al establecimiento de pocetas y tuberías que van directas al caño el Cristo.



Gráfica 21. Personas que distinguen acciones para evitar el deterioro del agua.

Se evidencia que la mayor parte de la comunidad desconoce de acciones y estrategias para evitar la contaminación del agua; por consiguiente, la falta de conocimientos y de educación ambiental en la mayoría de población, hace que la utilización de mecanismos de control para tratar estos cuerpos hídricos se han aún más complejos. Indica que un ambiente sano empieza con un pueblo educado y consciente.

### **5.7 Alternativas de tratamiento, control y manejo del recurso hídrico.**

A mediados del siglo XX, se ha generado un incremento en la implementación y formulación de estrategias respecto al impacto de las actividades del hombre en el medio ambiente y la salud; dando lugar al desarrollo y utilización de diferentes mecánicas y tecnologías

para mitigar los efectos de la contaminación o evitar que cuerpos lleguen a contaminarse; así mismo, tanto gobiernos como entidades se han visto en la tarea de adoptar medidas que ayuden a minimizar los efectos negativos sobre el medio y garantizar la calidad del ambiente (Spiegel & Maystre, 2001).

En este sentido, de acuerdo a lo anterior, se relaciona a continuación unas series de medidas con el fin de mitigar y prevenir la contaminación del recurso hídrico, es decir del caño el Cristo.

Dar cumplimiento al plan de saneamiento y manejo de vertimientos (PSMV) y diseñar una planta de tratamientos de aguas residuales (PTAR), para poder tratar las aguas residuales que se generan en el municipio.

Realizar un inventario o censo de las empresas que existe en la cabecera municipal y el tipo de residuos que generan.

Realizar la siembra de plantas aromáticas y de árboles grandes a lo largo de la franja del caño, de tal manera, que puedan disipar los olores.

La implementación de trampa grasas y tenso activos.

Incorporar programas de gestión y manejo de aguas residuales en los PGAR, PAT, POT y Planes de Desarrollo

Realizar campañas de concientización y educación ambiental a la comunidad habitada cercana a los cuerpos hídricos, con el fin de lograr actitudes positivas hacia la conservación del agua.

Fomentar los mejores hábitos e implementación de buenas prácticas con el recurso hídrico en los usuarios de redes de alcantarillado.

Utilizar detergentes sin fosfatos.

Crear redes de vigilancia y control de la calidad de las aguas en el municipio.

La reutilización de aguas grises en servicios sanitarios y en irrigación.

Construcción de humedales artificiales con plantas y microorganismos para el tratamiento de aguas residuales domésticas.

Recambio de dispositivos domésticos por ahorradores de agua, como griferías. Inodoros y duchas, entre otros.

## Capítulo 6: Conclusiones

Con la realización del proyecto se permitió conocer en primera instancia 41 vertimientos puntuales sobre el cuerpo hídrico Caño el Cristo, mediante caminatas prolongadas. Se identificó 30 vertimientos de origen doméstico, 6 de origen comercial y 5 de origen industrial. A su vez, de los sectores con mayor presencia de vertimientos, la Cra 5 y 9 con cll 11 y Cra 10 A-cll 11B, pertenecientes al Municipio de Aguachica, Cesar.

En la evaluación y análisis de los parámetros fisicoquímicos, se consideró la identificación de cinco puntos de muestreo en todo el trayecto del Caño el Cristo correspondiente al Municipio; la evaluación se ajustó bajo la normatividad Colombiana la resolución 0631 de 2015, en relación con los parámetros DQO, DBO, pH, SST Y SSED; al igual, que los nitratos, nitritos, turbiedad, dureza, alcalinidad, coliformes totales y coliformes fecales, estudiados. La evaluación de las variables DQO, DBO Y SST, presento valores muy altos en contaminación en comparación con los límites permitidos en la resolución; la evaluación de las variables pH y SSED presentaron límites permisibles y normales.

Toda vez, en los análisis fisicoquímicos y microbiológicos, se evidencio resultados notablemente altos para, que de manera razonable de afirme que el cuerpo hídrico presenta una contaminación compleja. No obstante parámetros como los coliformes totales y fecales arrojaron valores muy altos.

De acuerdo en la identificación de los vertimientos, al análisis y evaluación fisicoquímica y microbiológica, se relaciona que las causas más representativas que afectan a los ríos es la



presencia de descargas y vertimientos domésticos, comerciales e industriales, y la sobreacumulación de residuos.

Por último, se presentó la formulación de alternativas de tratamiento, prevención, control y mitigación, estableciendo iniciativas en mejora de la educación ambiental en la comunidad, la optimización del plan maestro de alcantarillado del Municipio, el rehusó y tratamientos de las aguas, ahorro eficiente del recursos y el recambio de dispositivos de bajo consumo de agua que coadyuvan al tratamiento eficiente de las aguas residuales.

## Capítulo 7: Recomendaciones

Es deber e importancia que empresas de servicios públicos como ESPA y CORPOCESAR, en articulación con la Universidad Popular del Cesar seccional Aguachica, generen medidas y estudios en pro del manejo del recurso hídrico, e incentiven a la comunidad la protección del recurso.

Se recomienda a la administración municipal el desarrollo de un proyecto para el tratamiento de aguas residuales, como una Planta de Tratamiento de Aguas Residuales (PTAR). Así mismo, optimizar la cobertura del Plan Maestro de Alcantarillado de Aguachica, Cesar.

Se recomienda que Corporaciones y entidades ambientales del Municipio de Aguachica, en conjunto con la Alcaldía, desarrollen actividades, eventos o campaña de limpieza en el Caño el Cristo y sus alrededores.

Promover mecanismos de reforestación a lo largo de la trayectoria del Caño el Cristo.

Se recomienda a las autoridades ambientales hacer respetar los 30 metros de ronda como mínimo, establecido en la normatividad.

Incentivar en la población el cambio de dispositivos convencional por dispositivos ahorradores de agua, a través de una educación ambiental permanente.

## Referencias

- BEDOYA PÉREZ, J. C., ARDILA ARIAS, A. N., & REYES CALLE, J. (2014). Evaluación de un humedal artificial de flujo subsuperficial en el tratamiento de las aguas residuales generadas en la Institución Universitaria Colegio Mayor de Antioquia, Colombia. *Revista internacional de contaminación ambiental*, 30(3), 275 - 283.
- Centro Panamericano de Ingeniería Sanitaria y Ciencias del Ambiente. (09 de 2012). *tratamiento de aguas*. Obtenido de <http://tratamiento-de-aguas.blogspot.com.co/2012/09/tanque-imhoff-aguas-residuales.html>
- López Arias, T., Peralta, V. F., Franco de Diana, D. M., Galeano Delgado, E., Alonso Márquez, F. S., Benítez Martínez, M. D., y otros. (2016). Índices de calidad ambiental de aguas del Arroyo Caañabe mediante tests microbiológicos y ecotoxicológico. *Revista Ambiente & Agua*, 11(3), 548 - 565.
- MONTOYA M, Y., ACOSTA , Y., & ZULUAGA, E. (2011). EVOLUCIÓN DE LA CALIDAD DEL AGUA EN EL RÍO NEGRO Y SUS PRINCIPALES TRIBUTARIOS EMPLEANDO COMO INDICADORES LOS ÍNDICES ICA, EL BMWP/COL Y EL ASPT. *Caldasí a*, 33(1), 193 - 210.
- Rincón Galán, Y. A., Daza Ardila, D. D., & Castrillón Cardona, W. F. (2011). Diagnóstico actual de los parámetros fisicoquímicos como indicadores de contaminación ambiental en el río Apulo, Cundinamarca-Colombia. *Tecnura*, 15(28), 53 - 67.
- Rodríguez García, R., Martínez Muñoz, C., Hernández Vizcaino , D., Veguillas, J. d., & Acevedo de Pedro , M. (junio de 2003). CALIDAD DEL AGUA DE FUENTES DE MANANTIAL EN LA ZONA BÁSICA DE SALUD DE SIGÜENZA. *Revista Española de Salud Pública*, 77(3), 423 - 432.
- Samboni Ruiz, N. E., Carvajal Escobar, Y., & Escobar, J. C. (diciembre de 2007). Revisión de parámetros fisicoquímicos como indicadores de calidad y contaminación del agua. *Ingeniería e Investigación*, 25(2), 173 - 178.

- Agencia del Medio Ambiente. (1998). *METODOLOGIA PARA LA EVALUACION APROXIMADA DE LA CARGA CONTAMINANTE . CIGEA.*
- Aguirre Cordón, M. R., Vanegas Chacón, E. A., & García Álvarez, N. (2016). Aplicación del Índice de Calidad del Agua (ICA). Caso de estudio: Lago de Izabal, Guatemala. *Revista Ciencias Técnicas Agropecuarias*, 25(2), 39 - 43.
- Alarcón, M. A., Beltrán, M., Cárdenas, M. L., & Campos, M. C. (septiembre de 2005). Recuento y determinación de viabilidad de *Giardia* spp. y aguas potables y residuales en la cuenca alta del río Bogotá. *Biomédica*, 25(3), 353 - 365.
- Alcaldía Mayor de Bogotá. (25 de OCTUBRE de 2010). *ALCALDIA DE BOGOTA*. Obtenido de ALCALDIA DE BOGOTA:  
<http://www.alcaldiabogota.gov.co/sisjur/normas/Norma1.jsp?i=40620>
- Álvarez Amilcar, D. M., Paris, M., Fasciolo, G., & Barbazza, C. (junio de 2011). Evaluación de la contaminación de acuíferos producida por actividades de saneamiento y re-uso de efluentes en el norte de la provincia de Mendoza. *Revista de la Facultad de Ciencias Agrarias*, 431, 19 - 39.
- Andrés, J. B. (2003). *MANUAL DE TÉCNICAS ANALÍTICAS PARA LA DETERMINACIÓN DE PARÁMETROS FÍSICOQUÍMICOS Y CONTAMINANTES MARINOS (AGUAS, SEDIMENTOS Y ORGANISMOS)*. INVEMAR .
- arias, J. s. (s.f.). DETERMINACIÓN Y EVALUACIÓN DE ÍNDICES DE CONTAMINACIÓN (Icos) EN CUERPOS DE AGUA . *Repository.unimilitar*.
- Ávila de Navia, S. L., & Estupiñán Torres, S. M. (2013). Calidad sanitaria del agua del Parque Natural Chicaque. *Nova*, 11(20), 39 - 44.
- Barrera, S., Díaz Granados , M., Ramos Bonilla , J. P., Camacho , L. A., Rosales, R., Escalante, N., y otros. (noviembre de 2005). Aplicación de un modelo numérico para la priorización de la inversión en tratamiento de aguas residuales en Colombia. *Revista de Ingeniería*(22), 76 - 83.
- Behrends Kraemer, F., Chagas, C. I., Vázquez Amábile, G., Paz, M., & Moretton, J. A. (2014). Estimación de escenarios de contaminación por coliformes fecales en una microcuenca de

la Pampa Ondulada de Argentina mediante el empleo de un modelo predictivo. *Revista de la Facultad de Ciencias Agrarias*, 46 N° 2, 83 - 96.

Beleño, I. (12 de Febrero de 2011). El 50% del agua en Colombia es de mala calidad. *Pese a que Colombia es el sexto país con mayor oferta hídrica en el mundo, el Ministerio de Medio Ambiente calcula que la mitad de los recursos hídricos tienen problemas de calidad.*(141), pág. 19.

Bermeo, J. (13 de Abril de 2011). *Universidad Ecotec*. Obtenido de <http://www.ecotec.edu.ec/>:  
[http://www.ecotec.edu.ec/documentacion%5Cinvestigaciones%5Cdocentes\\_y\\_directivos%5Carticulos/4955\\_Fcevallos\\_00009.pdf](http://www.ecotec.edu.ec/documentacion%5Cinvestigaciones%5Cdocentes_y_directivos%5Carticulos/4955_Fcevallos_00009.pdf)

Bermudez, M. (2010). Contaminación y Turismo Sostenible . En M. Bermudez, *Contaminación y Turismo Sostenible* (pág. 4). CETD SA.

BIZ. (s.f.). <http://importanciadelagua.biz>. Obtenido de <http://importanciadelagua.biz>:  
<http://importanciadelagua.biz/importancia-del-agua-en-la-vida/>

BOGOTA, A. M. (25 de OCTUBRE de 2010). *ALCALDIA DE BOGOTA*. Obtenido de  
ALCALDIA DE BOGOTA:  
<http://www.alcaldiabogota.gov.co/sisjur/normas/Norma1.jsp?i=40620>

Campos Pinilla, C., Cárdenas Guzmán, M., & Guerrero Cañizares, A. (julio de 2008).  
Comportamiento de los indicadores de contaminación fecal en diferente tipo de aguas de la sabana de Bogotá (Colombia). *Universitas Scientiarum*, 13(2), 103 - 108.

Caracol Radio. (27 de Abril de 2010). <http://caracol.com.co>. Obtenido de <http://caracol.com.co>:  
[http://caracol.com.co/radio/2010/04/27/regional/1272392220\\_995621.html](http://caracol.com.co/radio/2010/04/27/regional/1272392220_995621.html)

Carbajal Azcona, Á., & González Fernández, M. (2012). Propiedades y funciones biológicas del agua. En Á. CARBAJAL AZCONA, & M. GONZÁLEZ FERNÁNDEZ, *Agua para la salud. Pasado, presente y futuro* (págs. 33-45). Madrid: Cucabis.

Chagas, C. I., Morettón, J., Santanatoglia, O. J., Paz, M., Muzio, H., De Siervi, M., y otros. (julio de 2006). Indicadores de contaminación biológica asociados a la erosión hídrica en una cuenca de Pampa Ondulada Argentina. *Ciencia del suelo*, 24(1), 21 - 27.

- Chalarca Rodríguez, D. A., Mejía Ruiz, R., & Aguirre Ramírez, N. J. (junio de 2007). Aproximación a la determinación del impacto de los vertimientos de las aguas residuales domésticas del municipio de Ayapel, sobre la calidad del agua de la ciénaga. *Revista Facultad de Ingeniería Universidad de Antioquia*(40), 41 - 58.
- Comisión Económica para América Latina y el Caribe. (2002). *La contaminación de los ríos y sus efectos en las áreas costeras y el mar*. Mexico: CEPAL.
- CORANTIOQUIA. (2014). Manual Piragüero. *Manual Piragüero*. Medellín, Antioquia.
- Córdova, S., Gaete, H., Aránguiz, F., & Figueroa, R. (2009). Evaluación de la calidad de las aguas del estero Limache (Chile central), mediante bioindicadores y bioensayos. *Latin american journal of aquatic research*, 37(2), 199 - 209.
- corponor . (24 de 03 de 2009). *corponor* . Recuperado el 12 de 11 de 2016, de <http://www.corponor.gov.co/es>
- corporacion autonoma regional del guavio . (s.f.). *corpoguavio*.
- corpouraba. (10 de 07 de 2016). *corpouraba.gov.co*. Obtenido de <http://www.corpouraba.gov.co/glosario-ambiental>
- crites, r., tchobano, g., & lous. (2000). *sistema demanejo de aguas residuales* . santafe de bogota : McGraw-Hill.
- Cruz, D. B. (18 de mayo de 2013). LAGUNA DE OXIDACIÓN DE ABREGO CONTAMINA AL RIO ALGODONAL DE OCAÑA, NORTE DE SANTANDER. *LAGUNA DE OXIDACIÓN DE ABREGO CONTAMINA AL RIO ALGODONAL DE OCAÑA, NORTE DE SANTANDER*.
- decreto 3930/2010. (25 de 10 de 20101). *alcaldiabogota*. Obtenido de <http://www.alcaldiabogota.gov.co/sisjur/normas/Norma1.jsp?i=40620>
- Departamento de Asuntos Económicos y Sociales de las Naciones Unidas. (24 de 11 de 2014). *Naciones Unidas*. Obtenido de <http://www.un.org/>: [http://www.un.org/spanish/waterforlifedecade/water\\_and\\_sustainable\\_development.shtml](http://www.un.org/spanish/waterforlifedecade/water_and_sustainable_development.shtml)

- Díaz Franky, M. C. (2014). *Generalidades de las aguas residuales en pequeñas comunidades*. Bogotá: UNAD.
- Díaz Solano , B. H., Esteller , M. V., & Garrido Hoyos , S. E. (abril de 2011). Calidad físico química y microbiológica del agua en parques acuáticos. *Hidrobiológica*, 21(1), 49 - 62.
- Díaz, J. P. (2013). *USMP*. Obtenido de <http://www.usmp.edu.pe>:  
<http://www.usmp.edu.pe/publicaciones/boletin/fia/info86/articulos/importanciaAgua.html>
- Echarri, L. (1998). *Universidad de Navarra*. Obtenido de <http://www.tecnun.es>:  
<http://www4.tecnun.es/asígnaturas/Ecologia/Hipertexto/11CAgu/120ProcC.htm>
- EL TIEMPO. (8 de MAYO de 2015). Colombia quiere sacar de la 'agonía' a diez ríos críticos. *Residuos de extracción de oro, químicos para procesar coca e industrias, los grandes contaminantes*.
- ESPIGARES GARCÍA , M., & PÉREZ LÓPEZ, J. A. (2001). <http://cidta.usal.es>. Obtenido de CENTRO DE INVESTIGACIÓN Y DESARROLLO TECNOLÓGICO DEL AGUA:  
[http://cidta.usal.es/cursos/EDAR/modulos/Edar/unidades/LIBROS/logo/pdf/Aguas\\_Residuales\\_composicion.pdf](http://cidta.usal.es/cursos/EDAR/modulos/Edar/unidades/LIBROS/logo/pdf/Aguas_Residuales_composicion.pdf)
- Esther. (18 de septiembre de 2015). *ELBLOGVERDE.COM*. Obtenido de <http://elblogverde.com>:  
<http://elblogverde.com/contaminacion-de-los-rios/>
- ESVAL S.A. (2016). <http://portal.esval.cl>. Obtenido de ESVAL:  
<http://portal.esval.cl/educacion/el-agua/aguas-servidas/>
- Explorable. (3 de Noviembre de 2009). Investigación Cuantitativa y Cualitativa. *Explorable*.
- Fernández, N., Ramos, G., & Solano, F. (2004). Una herramienta Informática para el análisis y valoración de la calidad. *Bistua*, 2(2).
- FORERO CÉSPEDES, A. M., REINOSO FLÓREZ , G., & GUTIÉRREZ , C. (diciembre de 2013). EVALUACIÓN DE LA CALIDAD DEL AGUA DEL RÍO OPIA (TOLIMA-COLOMBIA) MEDIANTE MACROINVERTEBRADOS ACUÁTICOS Y PARÁMETROS FÍSICOQUÍMICOS. *Caldasí a*, 35(2), 371 - 387.

Fuentes Rivas , R. M., Ramos Leal, J. A., Jiménez Moleón, M. d., & Esparza Soto, M. (agosto de 2015). Caracterización de la materia orgánica disuelta en agua subterránea del Valle de Toluca mediante espectrofotometría de fluorescencia 3D. *Revista internacional de contaminación ambiental*, 31(3), 253 - 264.

fuquene, D. m. (2003). *datateca*. Obtenido de [http://datateca.unad.edu.co/contenidos/358002/Abastecimiento\\_Contentido\\_en\\_linea/leccion\\_27\\_tcnicas\\_de\\_muestreo.html](http://datateca.unad.edu.co/contenidos/358002/Abastecimiento_Contentido_en_linea/leccion_27_tcnicas_de_muestreo.html)

Galvín, R. M. (2006). *CARACTERÍSTICAS FÍSICAS, QUÍMICAS Y BIOLÓGICAS DE LAS AGUAS*. Cordoba, Argentina : Empresa Municipal de Aguas de Córdoba S.A.

GARCÍA , F., PALACIO, C., & GARCIA, U. (2012). CALIDAD DEL AGUA EN EL ÁREA COSTERA DE SANTA MARTA (COLOMBIA). *DYNA*, 79(173), 85-94,.

García Nieto, E., Carrizales Yañez , L., Juárez Santacruz , L., García Gallegos , E., Hernández Acosta , E., Briones Corona , E., y otros. (abril de 2011). Plomo y arsénico en la subcuenca del Alto Atoyac en Tlaxcala, México. *Revista Chapingo. Serie ciencias forestales y del ambiente*, 17(1), 7 - 17.

Garza, M. A. (2010). *Metodología de la investigación*. Obtenido de Universidad TecMilenio: <http://cursos.tecmilenio.edu.mx/cursos/at8q3ozr5p/master/ed/ed09504/apoyos/1.pdf>

Gómez Marín, A. M., Naranjo Fernández, D., Martínez, A. A., & Gallego Suárez, D. d. (junio de 2007). CALIDAD DEL AGUA EN LA PARTE ALTA DE LAS CUENCAS JUAN COJO Y EL SALADO (GIRARDOTA ANTIOQUIA, COLOMBIA). *Revista Facultad Nacional de Agronomía*, 60(1), 3735 - 3749.

Gomez, M. L., Moriena, R., Felizzia, J., & Schiavo, H. (diciembre de 2009). Caracterización hidrogeoquímica e identificación de procesos de mezcla en un acuífero afectado por un vertedero municipal no controlado. *Boletín de la Sociedad Geológica Mexicana*, 61(3), 437 - 450.

Gomez, S. P., & Gomez Pacheco , A. (2009). calculo de cargas e indices de contaminacion en la cuenca principal del rio pamplonita . *calculo de cargas e indices de contaminacion en la cuenca principal del rio pamplonita* . Bucaramanga , Colombia .



GORDILLO MARTÍNEZ, A. J., CABRERA CRUZ, R. B., HERNÁNDEZ MARIANO, M., GALINDO, E., OTAZO, E., & PRIETO, F. (agosto de 2010). Evaluación regional del impacto antrópico sobre aire, agua y suelo. Caso: huasteca hidalguense, México. *Revista internacional de contaminación ambiental*, 26(3), 229 - 251.

Graff, P. (s.f.). <http://www.agro.uba.ar>. Obtenido de <http://www.agro.uba.ar>: <http://www.agro.uba.ar/users/batista/EE/papers/potencial%20hidrico.pdf>

GRUPO EMPRESARIAL R&R. (23 de julio de 2014). <http://www.ringenieria.com>. Obtenido de <http://www.ringenieria.com>: <http://www.ringenieria.com/blog1/34-contaminaci%C3%B3n-de-r%C3%ADos-en-colombia.html>

Guzmán Blanca, L., Nava , G., & Díaz , P. (Agosto de 2015). La calidad del agua para consumo humano y su asociación con la morbimortalidad en Colombia, 2008-2012. *Biomédica*, 35(spe), 177 - 190.

GUZMÁN COLIS, G., THALASSO, F., RAMÍREZ LÓPEZ, E. M., RODRÍGUEZ NARCISO, S., GUERRERO BARRERA, A. L., & AVELAR GONZÁLEZ, F. J. (abril de 2011). Evaluación espacio temporal de la calidad del agua del río San Pedro en el Estado de Aguascalientes, México. *Revista internacional de contaminación ambiental*, 27(2), 89 - 102.

Guzmán, B. L., Nava, G., & Díaz, P. (agosto de 2015). La calidad del agua para consumo humano y su asociación con la morbimortalidad en Colombia, 2008-2012. *Biomédica*, 35(spe), 177 - 190.

Hernández Sampieri, R., Fernández Collado, C., & Baptista Lucio, M. d. (2010). *Metodología de la Investigación Quinta Edición*. Mexico: Mc Graw Hi.

Hidalgo, I. V. (18 de Diciembre de 2005). *gestiopolis*. Obtenido de [www.gestiopolis.com](http://www.gestiopolis.com): <https://www.gestiopolis.com/tipos-estudio-metodos-investigacion/>

Huertas, J. A. (agosto de 2015). Propuesta para establecer un sistema de vigilancia de contaminantes ambientales en Colombia. *Biomédica*, 35(spe), 8 - 19.

IDEAM. (Julio de 1997). TOMA Y PRESERVACIÓN DE MUESTRAS. *TOMA Y PRESERVACIÓN DE MUESTRAS*.

- instituto mexicano de normatización y certificación A.C. (21 de mayo de 2004). *norma mexicana imnc* . Obtenido de <http://www.itsatlixco.edu.mx/tec/gestion/NORMAS%20DE%20CALIDAD/ISO%2014050%20Vocabulario.pdf>
- Javier. (27 de octubre de 2010). <http://javiadministracionensalud.blogspot.com.co>. Obtenido de <http://javiadministracionensalud.blogspot.com.co>: <http://javiadministracionensalud.blogspot.com.co/2010/10/rios-contaminados-en-colombia.html>
- jimez, m. a., & velez, m. v. (s.f.). analisis comparativo de indicadores de la calidad de agua superficial . *unal.edu.co*, 64.
- Kerlinger, F. N. (2002). *Investigacion del comportamiento*. México: McGraw Hill.
- Ki-moon, B. (24 de 11 de 2014). *Organizacion Mundial de las Naciones Unidas*. Obtenido de <http://www.un.org/>: [http://www.un.org/spanish/waterforlifedecade/water\\_and\\_sustainable\\_development.shtml](http://www.un.org/spanish/waterforlifedecade/water_and_sustainable_development.shtml)
- l Chán Santisteban, M. L., & Peña, W. (2015). Evaluación de la calidad del agua superficial con potencial para consumo humano en la cuenca alta del Sis Icán, Guatemala. *Cuadernos de Investigación UNED*, 7(1), 19 - 23.
- La opinión. (26 de Mayo de 2015). Alerta por contaminación y represamientos en ríos de Ocaña. *La preocupación de las autoridades ambientales se funda en que los habitantes del sector continúan arrojando basuras al río*.
- La opinión. (8 de Febrero de 2016). Otro río de Norte de Santander en peligro por la contaminación. *La denuncia la hizo uno de los habitantes de El Aserrío, en Teorama, quien instó a sus vecinos a cuidar el río Catatumbo*.
- Larios Ortiz, L. (abril de 2009). Contaminación del agua por nitratos: significación sanitaria. *Revista Archivo Médico de Camagüey*, 13(2).
- Londoño Pérez, R. D., & Parra Martínez, Y. (2007). Manejo de vertimientos y desechos en Colombia. Una visión general. *Épsilon*, 89-104 .

- Madrigal Monárrez, I., Benoit, P., Barriuso, E., Réal, B., Dutertre, A., & Moquet, M. (Marzo de 2007). Retención de plaguicidas en zonas amortiguadoras. Caso del isoproturon. *Ingeniería, investigación y tecnología*, 8(1), 35 - 43.
- Marsilli, A. (2005). Tratamiento de aguas residuales. *ecologia profunda* , 1.
- METCAF, & EDD. (1995). *ingenieria de aguas residuales*. espa;a : McGraw-Hill.
- Mihelcic, J. R., & Zimmerman, J. B. (2012). *INGENIERIA AMBIENTAL Fundamentos, Sustentabilidad, Diseño*. Mexico: Alfaomega.
- MINAMBIENTE . (18 de 03 de 2015). *minambiente.gov.co*. Obtenido de <https://www.minambiente.gov.co/index.php/component/content/article?id=1700:minambiente-presenta-nueva-norma-de-vertimientos-que-permitira-mejorar-la-calidad-agua-del-pais>
- ministerio de ambiente vivienda y desarrollo territorial . (05 de 2007). *minambiente* . Obtenido de [https://www.minambiente.gov.co/images/AsuntosambientalesySectorialyUrbana/pdf/sustancias\\_químicas\\_y\\_residuos\\_peligrosos/gestion\\_integral\\_respel\\_bases\\_conceptuales.pdf](https://www.minambiente.gov.co/images/AsuntosambientalesySectorialyUrbana/pdf/sustancias_químicas_y_residuos_peligrosos/gestion_integral_respel_bases_conceptuales.pdf)
- MINISTERIO DE AMBIENTE Y DESARROLLO SOSTENIBLE. (21 de OCTUBRE de 2004). *MINAMBIENTE*. Obtenido de MINAMBIENTE: [https://www.minambiente.gov.co/images/BosquesBiodiversidadyServiciosEcosistemicos/pdf/Normativa/Decretos/dec\\_3440\\_211004.pdf](https://www.minambiente.gov.co/images/BosquesBiodiversidadyServiciosEcosistemicos/pdf/Normativa/Decretos/dec_3440_211004.pdf)
- MINISTERIO DE DESARROLLO ECONOMICO . (NOVIEMBRE de 2000). *Comisión de Regulación de Agua Potable y Saneamiento Básico CRA*. Obtenido de Comisión de Regulación de Agua Potable y Saneamiento Básico CRA: [http://www.cra.gov.co/apc-aa-files/37383832666265633962316339623934/7.\\_Tratamiento\\_de\\_aguas\\_residuales.pdf](http://www.cra.gov.co/apc-aa-files/37383832666265633962316339623934/7._Tratamiento_de_aguas_residuales.pdf)
- Ministerio de desarrollo económico, direccion de agua potable y saneamiento basí co. (2000). *Reglamento técnico del sector de agua potable y saneamiento básico*. Santa fé de Bogotá.
- ministerio de minas y energia . (05 de 2015). *minminas*. Recuperado el 22 de 11 de 2016, de <https://www.minminas.gov.co/documents>
- ministerio de salud y proteccion social . (2012). *minsalud*.

Ministerio de Sanidad, Servicios Sociales e Igualdad. (2014). <http://www.msssi.gob.es>. Obtenido de <http://www.msssi.gob.es>:

<http://www.msssi.gob.es/profesionales/saludPublica/saludAmbLaboral/calidadAguas/consumoHumano.htm>

MINISTERIO DEL MEDIO AMBIENTE. (4 de abril de 1997). *Comisión Económica para América Latina y el Caribe*. Obtenido de Comisión Económica para América Latina y el Caribe:

[http://www.cepal.org/ilpes/noticias/paginas/6/40506/Colombia\\_Decreto\\_901\\_1997\\_Tasas\\_Retributivas.pdf](http://www.cepal.org/ilpes/noticias/paginas/6/40506/Colombia_Decreto_901_1997_Tasas_Retributivas.pdf)

Ministerio del Medio Ambiente y Desarrollo Sostenible. (17 de MARZO de 2015).

*CORPORACION AUTONOMA REGIONAL DE LA FRONTERA NORORIENTAL*.

Obtenido de CORPORACION AUTONOMA REGIONAL DE LA FRONTERA NORORIENTAL:

[http://corponor.gov.co/control\\_calidad/RESOLUCION%20MINAMBIENTE%20NACIONAL%20631%20DE%202015.pdf](http://corponor.gov.co/control_calidad/RESOLUCION%20MINAMBIENTE%20NACIONAL%20631%20DE%202015.pdf)

Mora Arellano, V., & García, A. (diciembre de 2013). Evaluación de la calidad del agua y su tendencia corrosiva en los morichales

Ciudad Bolívar, estado Bolívar, Venezuela. *Boletín de Malariología y Salud Ambiental*, 53(2), 183 - 191.

Moreno, S., Alvarado, M. V., Bermúdez, A., & Gutiérrez, M. F. (junio de 2009). Análisis filogenético de las cepas de rotavirus y virus de la hepatitis A encontradas en agua de consumo en el municipio de Quibdó, Chocó. *Biomédica*, 29(2), 209 - 217.

NATIONAL GEOGRAPHIC. (2013). *NATIONAL GEOGRAPHIC*. Obtenido de <http://www.nationalgeographic.es>: <http://www.nationalgeographic.es/medio-ambiente/aguas-dulces/contaminacion-agua>

Navarro, L. (2009). *Desarrollo, ejecución y presentación del proyecto de investigación*. Venezuela: Panapo de Venezuela.

NORMA Oficial Mexicana NOM-002-ECOL-1996. (s.f.). [dof.gob.mx](http://dof.gob.mx). Obtenido de [http://dof.gob.mx/nota\\_detalle.php?codigo=4881304&fecha=03/06/1998](http://dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=4881304&fecha=03/06/1998)

- Oller Arlandis , V., & Sanz Valero, J. (diciembre de 2012). Cáncer por contaminación química del agua de consumo humano en menores de 19 años: una revisión sistemática. *Revista Panamericana de Salud Pública*, 32(6), 435 - 443.
- Ontiveros Capurata , R. E., Diakite Diakite , L., Álvarez Sánchez , M. E., & Coras Merino , P. M. (octubre de 2013). Evaluación de aguas residuales de la ciudad de México utilizadas para riego. *Tecnología y ciencias del agua*, 4(4), 127 - 140.
- Orellan, J. A. (2005). *CARACTERÍSTICAS DEL AGUA POTABLE* . Buenos Aires : Ingeniería Sanitaria- UTN - FRRO.
- ORGANIZACIÓN MUNDIAL DE LA SALUD. (Junio de 2015). *ORGANIZACIÓN MUNDIAL DE LA SALUD*. Obtenido de ORGANIZACIÓN MUNDIAL DE LA SALUD:  
<http://www.who.int/mediacentre/factsheets/fs391/es/>
- Organizacion Mundial de la Salud. (Julio de 2017). *OMS Organizacion Mundial de la Salud*. Obtenido de <http://www.who.int>: Organizacion Mundial de la Salud
- Ortiz, N. E., & Carmona, J. C. (junio de 2015). APROVECHAMIENTO DE CROMO ELIMINADO EN AGUAS RESIDUALES DE CURTIEMBRES (SAN BENITO, BOGOTÁ), MEDIANTE TRATAMIENTO CON SULFATO DE SODIO. *Luna Azul*, N° 40, 117 - 126.
- Osorio, C. (2003). La falta del agua dulce: la principal amargura durante el desastre. *Centro Panamericano de Ingeniería Sanitaria y Ciencias del Ambiente*.
- Osorio, J. A. (2008). LA HISTORIA DEL AGUA EN BOGOTÁ: UNA EXPLORACIÓN BIBLIOGRÁFICA SOBRE LA CUENCA DEL RÍO TUNJUELO, EN EL SIGLO XX. *Javeriana*, 107-116.
- prim, l. e. (2010). *4.tecnun.es*. Obtenido de <http://www4.tecnun.es/asígnaturas/Ecologia/Hipertexto/11CAgu/100CoAcu.htm>
- Prim, L. E. (2010). *4.tecnun.es*. Obtenido de <http://www4.tecnun.es/asígnaturas/Ecologia/Hipertexto/11CAgu/100CoAcu.htm>

prim, l. e. (s.f.). *4.tecnun.es*. Obtenido de <http://www4.tecnun.es/asígnaturas/Ecologia/Hipertexto/11CAgu/100CoAcu.htm>

RAMÍREZ, C. R. (19 de Noviembre de 2014). El río Pamplonita, un paciente en cuidados intensivos. *Aguas residuales de diez municipios de Norte de Santander tienen al borde del colapso al afluente*.

RAMÍREZ, E., ROBLES, E., SAINZ Ma, G., AYALA , R., & CAMPOY, E. (noviembre de 2009). Calidad microbiológica del acuífero de Zacatepec, Morelos, México. *Revista internacional de contaminación ambiental*, 25(4), 247 - 255.

ramirez, restrepo, r., & cardeñosa , m. (2014). índices de contaminación para caracterización de aguas continentales y vertimientos. *scielo*.

ramirez, restrepo, r., & cardeñosa , m. (s.f.). índices de contaminación para caracterización de aguas continentales y vertimientos. *scielo*.

Resolucion 0062 de 2007. (s.f.). *ideam* . Obtenido de <http://www.ideam.gov.co/documents>

Reyes, R. A. (26 de Mayo de 2015). Alerta por contaminación y represamientos en ríos de Ocaña. *La preocupación de las autoridades ambientales se funda en que los habitantes del sector continúan arrojando basuras al río*.

Romero Barreiro , M. d., Pinilla Castañeda , R. D., & Zafra Mejía , C. A. (Diciembre de 2015). Evaluación temporal de la concentración de metales pesados (Pb y Cu) asociada con el sedimento vial: Fontibón-Barrios Unidos (Bogotá D. C., Colombia). *Ingeniería y Universidad*, 29(2), 315 - 333.

Romero López, T. d., Santiso Garbayo, P., & González Díaz, O. A. (14 de julio de 2014). Caracterización de las aguas residuales de la empresa procesadora de alimentos PRODAL, Cuba. *Ingeniería Hidráulica y Ambiental*, 35(3), 88-100.

ROMINA VILLAGRÁN , M., AGUAYO, M., PARRA, L. E., & GONZÁLEZ, A. (junio de 2006). Relación entre características del hábitat y estructura del ensamble de insectos en humedales palustres urbanos del centro-sur de Chile. *Revista chilena de historia natural*, 79 N° 2, 195 - 211.

- SALAS, H. J. (noviembre de 2000). HISTORIA Y APLICACIÓN DE NORMAS MICROBIOLÓGICAS. (C. N. 29, Ed.) *Biblioteca Virtual MINAM, Vol. 18, No. 11*.
- Samboni, N., Reyes T, A., & Carvajal E, Y. (2011). Aplicación de los indicadores de calidad y contaminación del agua en la determinación de la oferta hídrica neta. *Ingeniería y Competitividad, 13(2)*, 49 - 60.
- Sampieri, R. H. (2010). *Metodología de la investigación*. México: McGraw Hill. ISBN: 978-607-15-0291-9.
- sampieri, r. h., collado, c. f., & lucio , P. b. (2006). *mettologia de la investigacion*.
- Sanchez, E. (2 de OCTUBRE de 2010). *VEO VERDE*. Obtenido de <https://www.veoverde.com:https://www.veoverde.com/2010/10/contaminacion-de-rios-afecta-a-5-mil-millones-de-personas-en-el-mundo/>
- Sánchez, E., & Coras Merino, P. M. (2013). *Tecnología y ciencias del agua, 4(4)*, 127 - 140.
- santana, m. h., & molina, r. d. (2010). <http://tesis.udea.edu.co/>. Obtenido de <http://tesis.udea.edu.co/dspace/bitstream/10495/1304/1/DiagnosticoContaminacionAguasResidualesDomesticasCuencaBajaQuebradaMacanaSanAntonioPrado.pdf>
- Sarlingo, M. (1998). Proyecto Ecología Política Interdisciplinarietà y Cambio Social Departamento de Antropología Social. *UNICEN*.
- Secretaría Jurídica Distrital de la Alcaldía Mayor de Bogotá . (4 de Agosto de 1991). *Alcaldía Mayor de Bogotá* . Obtenido de Alcaldía Mayor de Bogotá : <http://www.alcaldiabogota.gov.co/sisjur/normas/Norma1.jsp?i=4125>
- Secretaría Jurídica Distrital de la Alcaldía Mayor de Bogotá D.C. (21 de Diciembre de 2012). *Alcaldía Mayor de Bogotá D.C.* Obtenido de Alcaldía Mayor de Bogotá D.C.: <http://www.alcaldiabogota.gov.co/sisjur/normas/Norma1.jsp?i=51042#0>
- Secretario General, Asamblea Nacional Constituyente. (20 de julio de 1991). *SENADO DE LA REPUBLICA DE COLOMBIA* . Obtenido de SENADO DE LA REPUBLICA DE COLOMBIA : [http://www.senado.gov.co/images/stories/Informacion\\_General/constitucion\\_politica.pdf](http://www.senado.gov.co/images/stories/Informacion_General/constitucion_politica.pdf)

Shuttleworth, M. (16 de Septiembre de 2008). Diseño de Investigación Descriptiva. *Explorable*.

SITIES. (2016). *SITIES*. Obtenido de <https://sites.google.com>:

<https://sites.google.com/site/contaminaciondelaguaencolombia/>

Spiegel, J., & Maystre, L. (2001). Control de la Contaminación Ambiental. En E. d. Trabajo, *Control de la Contaminación Ambiental*. Madrid: Chantal Dufresne, BA.

Susana. (2016). *Cual es el*. Obtenido de <http://cual-es-el.com>: <http://cual-es-el.com/la-importancia-del-agua-para-la-vida/>

Torres Bejarano, F., Ramírez León, H., Rodríguez Cuevas, C., Tejera González, M. P., & Vásquez Jaraba, M. C. (Abril de 2015). Validación de un modelo hidrodinámico y calidad del agua para el Río Magdalena, en el tramo adyacente a Barranquilla, Colombia. *Hidrobiológica*, 25(1), 7 - 23.

Torres, M. A. (27 de Abril de 2010). <http://caracol.com.co>. Obtenido de <http://caracol.com.co>: [http://caracol.com.co/radio/2010/04/27/regional/1272392220\\_995621.html](http://caracol.com.co/radio/2010/04/27/regional/1272392220_995621.html)

Torres, P., Cruz, C. H., Patiño, P., Escobar, J. C., & Pérez, A. (diciembre de 2010). Aplicación de índices de calidad de agua -ICA orientados al uso de la fuente para consumo humano. *Ingeniería e Investigación*, 30(3), 86 - 95.

Triana, L. E. (2007). ESTUDIOS DE ANTECEDENTES SOBRE LA CONTAMINACION HIDRICA EN COLOMBIA. *ESTUDIOS DE ANTECEDENTES SOBRE LA CONTAMINACION HIDRICA EN COLOMBIA*. Colombia.

UNESCO. (2005). *Consejo Federal de Entidades de Servicios Sanitarios*. Obtenido de <http://www.cofes.org.ar/>: [http://www.cofes.org.ar/descargas/info\\_sector/Agua\\_Temas\\_Varios/La\\_historia\\_del\\_agua\\_UNESCO.pdf](http://www.cofes.org.ar/descargas/info_sector/Agua_Temas_Varios/La_historia_del_agua_UNESCO.pdf)

UNESCO. (2015). *forme de las Naciones Unidas sobre los recursos hídricos en el mundo 2015*. Perusa: UN WATER.

UNESCO. (2016). *Informe de las Naciones Unidas Sobre el Desarrollo de los Recursos Hídricos en el Mundo 2016*. Paris: UN WATER.



UNESCO. (2016). *UNESCO*. Obtenido de <http://www.unesco.org>:

<http://www.unesco.org/new/es/natural-sciences/environment/water/wwap/facts-and-figures/all-facts-wwdr3/fact-15-water-pollution/>

UNESCO. (2016). *UNESCO*. Obtenido de <http://www.unesco.org>:

<http://www.unesco.org/new/es/natural-sciences/environment/water/wwap/world-water-scenarios/>

UNESCO. (2016). *UNESCO*. Obtenido de <http://www.unesco.org/>:

[http://www.unesco.org/new/fileadmin/MULTIMEDIA/HQ/SC/pdf/wwap\\_WWDR3\\_Facts\\_and\\_Figures\\_SP.pdf](http://www.unesco.org/new/fileadmin/MULTIMEDIA/HQ/SC/pdf/wwap_WWDR3_Facts_and_Figures_SP.pdf)

UNICEF. (s.f.). <http://www.enredate.org/>. Obtenido de <http://www.enredate.org/>:

[http://www.enredate.org/retrocd/escuela/historia/agua\\_historia.pdf](http://www.enredate.org/retrocd/escuela/historia/agua_historia.pdf)

UNIVERSIDAD DE PAMPLONA. (2014). INDICES DE CALIDAD (ICAs) Y DE CONTAMINACION (ICOs) DEL AGUA DE IMPORTANCIA MUNDIAL. *INDICES DE CALIDAD (ICAs) Y DE CONTAMINACION (ICOs) DEL AGUA DE IMPORTANCIA MUNDIAL*. PAMPLONA, COLOMBIA.

Valenzuela, L. C. (2010). *Educar Chile*. Obtenido de <http://ww2.educarchile.cl>:

[http://ww2.educarchile.cl/UserFiles/P0001/File/la\\_quimica\\_del\\_agua.pdf](http://ww2.educarchile.cl/UserFiles/P0001/File/la_quimica_del_agua.pdf)

Venegas B, C., Mercado R, M., & Campos, M. M. (diciembre de 2014). EVALUACIÓN DE LA CALIDAD MICROBIOLÓGICA DEL AGUA PARA CONSUMO Y DEL AGUA RESIDUAL EN UNA POBLACIÓN DE BOGOTÁ (COLOMBIA). *Biosalud*, 13 (2), 24 - 35.

Venegas B, C., Mercado R, M., & Campos, M. C. (Diciembre de 2014). EVALUACIÓN DE LA CALIDAD MICROBIOLÓGICA DEL AGUA PARA CONSUMO Y DEL AGUA RESIDUAL EN UNA POBLACIÓN DE BOGOTÁ (COLOMBIA). *Biosalud*, 24 - 35.

Wills, B. A., Velez, S., Arboleda, A. F., & Garcés, J. P. (2010). Propuesta metodológica para la evaluación de sistemas de tratamiento de aguas residuales domésticas. *EIA*, 1.

# Apéndices

Resultados análisis microbiológicos.

**ServiAnalítica Profesional SAS**  
 Calle 8 de Septiembre 2017

**RESULTADOS ANALISIS FISIQUIMICOS Y MICROBIOLOGICOS**

**MATRIZ DE LA MUESTRA:** Agua Potable - Muestra # 1

**TIPO DE MUESTRA:** Comunes - LISAR: Aguacloro - Cloro

**TOMADA POR:** Ana M. Guzman Ojeda - Wendy Tury Angella Heredia

**HORA:** 1:02 pm **FECHA TOMA DE MUESTRA:** 07Sep2017

**SITO:** Avenida Las Vegas **FECHA DE ANALISIS:** 17Sep2017

**SOLICITANTE:** Ana M. Guzman Ojeda - Wendy Tury Angella Heredia

**ANALISIS SOLICITADOS:** Ver tabla

PARAMETRO	UNIDAD	VALOR	METODO
COLIFORMES TOTALES	MPN/100 ml	< 10000	Método por Membrana
COLIFORMES FECIALES	MPN/100 ml	< 10000	Método por Membrana

**NOTA:** La muestra fue diluida 1-100 ml para su análisis

**CARLOS ALBERTO PATINO P.**  
Químico

**ServiAnalítica Profesional SAS**  
 Calle 8 de Septiembre 2017

**RESULTADOS ANALISIS FISIQUIMICOS Y MICROBIOLOGICOS**

**MATRIZ DE LA MUESTRA:** Agua Potable - Muestra # 2

**TIPO DE MUESTRA:** Comunes - LISAR: Aguacloro - Cloro

**TOMADA POR:** Ana M. Guzman Ojeda - Wendy Tury Angella Heredia

**HORA:** 2:15 pm **FECHA TOMA DE MUESTRA:** 07Sep2017

**SITO:** Barrio Calvario, Cda. 16-C, 11A **FECHA DE ANALISIS:** 15Sep2017

**SOLICITANTE:** Ana M. Guzman Ojeda - Wendy Tury Angella Heredia

**ANALISIS SOLICITADOS:** Ver tabla

PARAMETRO	UNIDAD	VALOR	METODO
COLIFORMES TOTALES	MPN/100 ml	< 10000	Método por Membrana
COLIFORMES FECIALES	MPN/100 ml	< 10000	Método por Membrana

**NOTA:** La muestra fue diluida 1-100 ml para su análisis

**CARLOS ALBERTO PATINO P.**  
Químico

**ServiAnalítica Profesional SAS**  
 Calle 8 de Septiembre 2017

**RESULTADOS ANALISIS FISIQUIMICOS Y MICROBIOLOGICOS**

**MATRIZ DE LA MUESTRA:** Agua Potable - Muestra # 3

**TIPO DE MUESTRA:** Comunes - LISAR: Aguacloro - Cloro

**TOMADA POR:** Ana M. Guzman Ojeda - Wendy Tury Angella Heredia

**HORA:** 2:05 pm **FECHA TOMA DE MUESTRA:** 07Sep2017

**SITO:** Barrio Las Americas, Cda. 21-C-9 **FECHA DE ANALISIS:** 17Sep2017

**SOLICITANTE:** Ana M. Guzman Ojeda - Wendy Tury Angella Heredia

**ANALISIS SOLICITADOS:** Ver tabla

PARAMETRO	UNIDAD	VALOR	METODO
COLIFORMES TOTALES	MPN/100 ml	< 10000	Método por Membrana
COLIFORMES FECIALES	MPN/100 ml	< 10000	Método por Membrana

**NOTA:** La muestra fue diluida 1-100 ml para su análisis

**CARLOS ALBERTO PATINO P.**  
Químico

**ServiAnalítica Profesional SAS**  
 Calle 8 de Septiembre 2017

**RESULTADOS ANALISIS FISIQUIMICOS Y MICROBIOLOGICOS**

**MATRIZ DE LA MUESTRA:** Agua Potable - Muestra # 4

**TIPO DE MUESTRA:** Comunes - LISAR: Aguacloro - Cloro

**TOMADA POR:** Ana M. Guzman Ojeda - Wendy Tury Angella Heredia

**HORA:** 4:40 pm **FECHA TOMA DE MUESTRA:** 07Sep2017

**SITO:** Barrio La Sabana, Cda. 21-C-8 **FECHA DE ANALISIS:** 15Sep2017

**SOLICITANTE:** Ana M. Guzman Ojeda - Wendy Tury Angella Heredia

**ANALISIS SOLICITADOS:** Ver tabla

PARAMETRO	UNIDAD	VALOR	METODO
COLIFORMES TOTALES	MPN/100 ml	< 10000	Método por Membrana
COLIFORMES FECIALES	MPN/100 ml	< 10000	Método por Membrana

**NOTA:** La muestra fue diluida 1-100 ml para su análisis

**CARLOS ALBERTO PATINO P.**  
Químico


**ServiAnalítica Profesional SAS**  
SC 30249 100-4  
Ciudad 8 de Febrero 2017

**RESULTADOS ANALISIS FISIQUIMICOS Y MICROBIOLOGICOS**

**NOMBRE DE LA MUESTRA:** Agua Residual - Buzento # 2

**TIPO DE MUESTRA:** Comprobato - LUGAR: Aguacitica - Cesar

**TOMADA POR:** Alba M. Guzman Ojeda - Wendy Yancy Argueta Herrera

**HORA:** 8:00 pm **FECHA TOMA DE MUESTRA:** 09/08/2017

**DIRECCION:** Barrio Floriblanco Cra 24 D. 1 Norte **FECHA DE ANALISIS:** 11/08/2017

**SOLICITANTE:** Alba M. Guzman Ojeda - Wendy Yancy Argueta Herrera

**ANALISIS SOLICITADOS:** Ver tabla

PARAMETRO	UNIDAD	VALOR	NOTAS
TCS.PORMES TOTALES	MG/LITRO-ML	+ 11000	Presencia de bacterias
TCS.PORMES FOCALES	MG/LITRO-ML	+ 11000	Presencia de bacterias

**NOTA:** La muestra fue diluida 1-100 ml para su analisis

  
**CARLOS ALBERTO PATINO P.**  
Químico

Laboratorio de Referencia de PAZ  
 SC 30249 100-4  
 Ciudad 8 de Febrero  
 Ciudad 8 de Febrero

## Resultados análisis microbiológicos.

## RESULTADOS ANALISIS FISICOQUIMICOS

**MATRIZ DE LA MUESTRA:** Agua Residual  
**TIPO DE MUESTRA:** Puntual  
**LUGAR DE MUESTREO:** Invasión las Vigas PUNTO: punto 1  
**TOMADA POR:** Alba Gutierrez – Wendy Argandoña HORA: 12:05 Hrs.  
**FECHA TOMA DE MUESTRA:** 04 de septiembre del 2017.  
**FECHA ENTREGA LABORATORIO AGUAS:** 05 de septiembre del 2017 HORA: 08:30 Hrs

PARAMETROS	UNIDAD	VALOR PUNTO 1
ODO	mg/L O <sub>2</sub>	999
DBO5	mg/L O <sub>2</sub>	621
SÓLIDOS SUSPENDIDOS	mg/L	458
NITRITOS	mg/L	65,7
NITRATOS	mg/L	31,7
SÓLIDOS SEDIMENTABLES	mg/L	11,8
POTENCIAL DE HIDROGENO	ph	6,8
DUREZA	mg/L CaCO <sub>3</sub>	13200
ALCALINIDAD	mg/L CaCO <sub>3</sub>	148
TURBIDEZ	NTU	68



MSc. Diana M. Valdes S.  
Coord. Laboratorio de Aguas.

## RESULTADOS ANALISIS FISICOQUIMICOS

**MATRIZ DE LA MUESTRA:** Agua Residual  
**TIPO DE MUESTRA:** Puntual  
**LUGAR DE MUESTREO:** Barro Caballero PUNTO: punto 2  
**TOMADA POR:** Alba Gutierrez – Wendy Argandoña HORA: 13:13 Hrs.  
**FECHA TOMA DE MUESTRA:** 04 de septiembre del 2017.  
**FECHA ENTREGA LABORATORIO AGUAS:** 05 de septiembre del 2017 HORA: 08:30 Hrs

PARAMETROS	UNIDAD	VALOR PUNTO 2
ODO	mg/L O <sub>2</sub>	1161
DBO5	mg/L O <sub>2</sub>	1073
SÓLIDOS SUSPENDIDOS	mg/L	340
NITRITOS	mg/L	16,5
NITRATOS	mg/L	9,7
SÓLIDOS SEDIMENTABLES	mg/L	11,9
POTENCIAL DE HIDROGENO	ph	7,7
DUREZA	mg/L CaCO <sub>3</sub>	12200
ALCALINIDAD	mg/L CaCO <sub>3</sub>	125
TURBIDEZ	NTU	6,8



MSc. Diana M. Valdes S.  
Coord. Laboratorio de Aguas.

## RESULTADOS ANALISIS FISICOQUIMICOS

**MATRIZ DE LA MUESTRA:** Agua Residual  
**TIPO DE MUESTRA:** Puntual  
**LUGAR DE MUESTREO:** Barro Sabana PUNTO: punto 4  
**TOMADA POR:** Alba Gutierrez – Wendy Argandoña HORA: 15:45 Hrs.  
**FECHA TOMA DE MUESTRA:** 04 de septiembre del 2017.  
**FECHA ENTREGA LABORATORIO AGUAS:** 05 de septiembre del 2017 HORA: 08:30 Hrs

PARAMETROS	UNIDAD	VALOR PUNTO 4
ODO	mg/L O <sub>2</sub>	991
DBO5	mg/L O <sub>2</sub>	725
SÓLIDOS SUSPENDIDOS	mg/L	580
NITRITOS	mg/L	171
NITRATOS	mg/L	95,4
SÓLIDOS SEDIMENTABLES	mg/L	11,8
POTENCIAL DE HIDROGENO	ph	5,4
DUREZA	mg/L CaCO <sub>3</sub>	14800
ALCALINIDAD	mg/L CaCO <sub>3</sub>	175
TURBIDEZ	NTU	134



MSc. Diana M. Valdes S.  
Coord. Laboratorio de Aguas.

## RESULTADOS ANALISIS FISICOQUIMICOS

**MATRIZ DE LA MUESTRA:** Agua Residual  
**TIPO DE MUESTRA:** Puntual  
**LUGAR DE MUESTREO:** Barro Americano PUNTO: punto 5  
**TOMADA POR:** Alba Gutierrez – Wendy Argandoña HORA: 16:30 Hrs.  
**FECHA TOMA DE MUESTRA:** 04 de septiembre del 2017.  
**FECHA ENTREGA LABORATORIO AGUAS:** 05 de septiembre del 2017 HORA: 08:30 Hrs

PARAMETROS	UNIDAD	VALOR PUNTO 5
ODO	mg/L O <sub>2</sub>	989
DBO5	mg/L O <sub>2</sub>	790
SÓLIDOS SUSPENDIDOS	mg/L	440
NITRITOS	mg/L	62,7
NITRATOS	mg/L	29,5
SÓLIDOS SEDIMENTABLES	mg/L	11,9
POTENCIAL DE HIDROGENO	ph	7,3
DUREZA	mg/L CaCO <sub>3</sub>	13400
ALCALINIDAD	mg/L CaCO <sub>3</sub>	120
TURBIDEZ	NTU	21



MSc. Diana M. Valdes S.  
Coord. Laboratorio de Aguas.

**RESULTADOS ANALISIS FISICOQUIMICOS****MATRIZ DE LA MUESTRA:** Agua Residual**TIPO DE MUESTRA:** Puntual**LUGAR DE MUESTREO:** Barro Floriblanco **PUNTO:** punto 4**TOMADA POR:** Ilixa Gutierrez - Wendy Angarita **HORA:** 17:00 Hrs**FECHA TOMA DE MUESTRA:** 04 de septiembre del 2017**FECHA ENTREGA LABORATORIO AGUAS:** 05 de septiembre del 2017 **HORA:** 08:30 Hrs**ANALISIS SOLICITADOS:** pH, DQO, DBO<sub>5</sub>, Sólidos Totales, Sólidos Sedimentables, Nitritos, Nitros, Turbiedad, Dureza, cloruros.

PARAMETRO	UNIDAD	VALOR PUNTO 4
pH		8,1
DBO <sub>5</sub>	mg/l O <sub>2</sub>	730
SÓLIDOS SUSPENSADOS	mg/l	480
NITRITOS	mg/l	3,0
NITRATOS	mg/l	05,8
SÓLIDOS SEDIMENTABLES	mg/l	11,0
POTENCIAL DE REDUCCIÓN	mv	7,3
DUREZA	mg/l CaCO <sub>3</sub>	10000
CLORURO	mg/l Cl <sup>-</sup>	199
TURBEDAD	NTU	3,7


**MSc. Diana M. Valdes S.**  
 Coordinadora Laboratorio de Aguas

Inventario de vertimientos.











Tomas de muestras.





## Análisis físicoquímicos y microbiológicos.







