

**REVISION BIBLIOGRAFICA SOBRE ESTUDIOS DE SEDIMENTOS EN EL RÍO  
BOGOTÁ**

**ERICSSON HERRERA MARTINEZ**

**DIRECTOR**

**HEBERT RIBERA GONZALO**

**Ingeniero**



**UNIVERSIDAD MILITAR  
NUEVA GRANADA**

**UNIVERSIDAD MILITAR NUEVA GRANADA**

**FACULTAD DE INGENIERÍA**  
**PROGRAMA DE INGENIERÍA CIVIL**  
**BOGOTÁ D.C. DE 2019**

**REVISION BIBLIOGRAFICA SOBRE ESTUDIOS DE SEDIMENTOS EN EL RÍO  
BOGOTÁ**

**ERICSSON HERRERA MARTINEZ**

**DIRECTOR**

**HEBERT RIBERA GONZALO**

**Ingeniero**



UNIVERSIDAD MILITAR NUEVA GRANADA

FACULTAD DE INGENIERÍA

PROGRAMA DE INGENIERÍA CIVIL

BOGOTÁ D.C., MES 18 DE 2019

**Nota aceptación**

---

---

---

---

---

Firma de tutor

---

Firma de jurado 1

---

Firma de jurado 2

Bogotá D. C., de 2019

## **DEDICATORIA**

Dedico este sueño que se convierte poco a poco en una realidad, en una forma de vida y en la representación de mi esfuerzo y el de mi familia a todos aquellos que comienzan la ilusión de ser ingenieros

## **AGRADECIMIENTOS**

Agradezco este gran esfuerzo y trabajo de grado a Dios que siempre ilumina mi camino, a mis padres que nunca desfallecieron ante los retos que tuve que pasar, a mi amada esposa que con su comprensión y cariño me han acompañado para lograr que esta carrera tan cerca de ser un hecho tangible, mis hermosas hijas que con sus juegos siempre me regalan alegría en mi vida. Finalmente agradezco al ingeniero Heber rivera Gonzalo por esa gran vocación de apoyarme orientarme y tener paciencia con el desarrollo de este proyecto.

## **Resumen**

En esta investigación se realiza una recopilación bibliográfica exhaustiva relacionada con el estudio de sedimentos en el río Bogotá. Con la información encontrada, es posible establecer el mayor interés de los investigadores donde asociado con la variable (calidad del sedimento), seguido por la variable cantidad de sedimento. Seguidamente, la mayor cantidad de producción científica se ha realizado a través de tesis de pregrado y de publicaciones técnicas en revistas nacionales, mostrando que el interés en la fuente hídrica estuvo rezagado y contribuyó de forma inconsciente a su estado actual de contaminación etc.

Palabras Clave: Base de datos, río Bogotá, sedimentos.

## **ABSTRACT**

The present research focuses on the topic of analysis of trends of scientific research of water sediments in the Bogota river where an analysis is made from the scientific production that to date was compiled by opting into a database, where it generates a Current table of information from a matrix, in this way patterns were determined where sediments especially are at different levels "bottom, middle and surface of the water" where the authors of the conflict have arrived to solve the ecosystem problem presented by sediments within from one of the most polluting rivers in Colombia that is the Bogotá river

## CONTENIDO

1. <u>INTRODUCCIÓN</u>	14
2. <u>PROBLEMA</u>	15
3 <u>DELIMITACIÓN</u>	16
3.1 <u>GEOGRAFÍA</u>	17
4. <u>OBJETIVOS</u>	17
4.1 <u>OBJETIVO GENERAL</u>	17
4.2 <u>OBJETIVO GENERAL</u>	17
5. <u>MARCO REFERENCIAL</u>	18
5.1 <u>DESCRIPCIÓN DE LA ZONA DE ESTUDIO</u>	18
5.2 <u>MARCO TEÓRICO</u>	19
5.3 <u>CONTAMINANTES FÍSICOS</u>	21
6. <u>GENERALIDADES</u>	23
6.1 <u>APORTES</u>	28
7. <u>MARCO LEGAL</u>	29
8. <u>MARCO HISTÓRICO</u>	32
8.1 <u>CLIMATOLOGÍA</u>	32
8.2 <u>PRECIPITACIÓN</u>	33
8.3 <u>TEMPERATURA</u>	33



8.4	<u>ACTIVIDADES SOCIO ECONÓMICAS</u>	34
8.5	<u>CALIDAD DEL AGUA</u>	36
8.6	<u>METALES PESADOS</u>	39
9.	<u>METODOLOGIA</u>	41
10.	<u>RESULTADOS</u>	42
11.	<u>CONCLUSIONES</u>	56
12.	<u>RECOMENDACIONES</u>	60
13.	<u>BIBLIOGRAFÍA</u>	63

## INDICE DE ILUSTRACIONES

1. Figura N° 1 Diseño: Esther Ramos / foto: Google Maps
2. Figura N° 2 grafica de sedimentos para ejemplificar tipos de sedimentos por suspensión Dr. Humberto Salinas Tapia (abril del 2015)
3. FIGURA N° 3 grafica de sedimentos para ejemplificar tipos de sedimentos por arrastre Walter Antolínez 20 de mayo del 2016
4. Figura N° 4 cita o referencia de la matriz según el formato de publicación
5. Figura N° 5 porcentaje de autores que publicaron en los diferentes años.
6. Figura N° 6 Número de autores participantes en las investigaciones (%): a) total de publicaciones analizadas y b) publicaciones en revistas con índice de impacto.
7. Figura N° 7 Número de autores participantes en las investigaciones (%): a) total de publicaciones analizadas y b) publicaciones en revistas con índice de impacto.
8. Figura N° 8 Evolución temporal de la participación de investigadores en las publicaciones.
9. Figura N° 9 temas principales de investigación.
10. Figura N°10 tipos de publicaciones de los autores.
11. Figura N° 11 caracteres de publicación por los autores
12. Figura N°12 Idioma de publicación de los autores
13. Figura N°13 Origen de publicación
14. Figura N° 14a Y 14b Grado de multidisciplinariedad
15. Figura N° 15 publicaciones en revistas de alto impacto.
16. Figura N°16 Investigación por grandes áreas del conocimiento
- 17.

## **LISTA DE SIGLAS**

PTAR: Planta de tratamiento de aguas residuales

ADPIC: Aspectos de los Derechos de Propiedad Intelectual relacionados con el Comercio.

CNUMAD: Conferencia de las Naciones Unidas sobre el Medio Ambiente y el Desarrollo

CRGAA: Comisión de Recursos Genéticos para la Alimentación y la Agricultura (FAO)

CSA: Comité de Seguridad Alimentaria Mundial (FAO)

FAOR: Representante de la FAO

FFU: Fondo fiduciario unilateral

FIDA: Fondo Internacional de Investigación Agrícola

FMAM: Fondo para el Medio Ambiente Mundial

FMI: Fondo Monetario Internacional

FMIA: Foro mundial sobre la investigación agrícola

FNUAP: Fondo de Población de las Naciones Unidas

GCIAI: grupo Consultivo sobre Investigación Agrícola Internacional

IFI: Institución financiera internacional

## GLOSARIO

**Efectos teratógenos:** agente teratogénico es una sustancia, agente físico u organismo capaz de provocar un defecto congénito durante la gestación del feto.

**Histología:** parte de la biología que estudia la composición, la estructura y las características de los tejidos orgánicos de los seres vivos.

**Sedimentos:** Conjunto de partículas sólidas que queda depositado en el fondo del recipiente que contiene un líquido

**Afluente:** Arroyo o río secundario que lleva sus aguas a otro mayor o principal.

**Patologías:** medicina que estudia los trastornos anatómicos y fisiológicos de los tejidos y los órganos enfermos, así como los síntomas y signos a través de los cuales se manifiestan las enfermedades y las causas que las producen

**Cuenca hidrográfica:** territorio drenado por un único sistema de drenaje natural, es decir, que drena sus aguas al mar a través de un único río, o que vierte sus aguas a un único lago endorreico. Una cuenca hidrográfica es delimitada por la línea de las cumbres, también llamada divisoria de aguas.

**Vertimiento:** conjunto de materiales de desecho que se vierten en algún lugar, especialmente los procedentes de instalaciones industriales o energéticas.

**Zona eufórica:** capa superior del agua que posee la suficiente iluminación para que ocurra la fotosíntesis.

## **RESUMEN**

En esta investigación se realiza una recopilación bibliográfica exhaustiva relacionada con el estudio de sedimentos en el Bogotá. Con la información encontrada, es posible establecer el mayor interés de los investigadores está asociado con la variable (calidad del sedimento), seguido por la variable cantidad de sedimento. Seguidamente, la mayor cantidad de producción científica se ha realizado a través de tesis de pregrado y de publicaciones técnicas en revistas nacionales. Con respecto a las fechas de publicación se destaca que los autores de cada investigación con respecto a los sedimentos cerca del 83% de las publicaciones han mostrado que el interés en la fuente hídrica estuvo rezagado y contribuyó de forma inconsciente a su estado actual de contaminación,

Palabras Clave: Base de datos, río Bogotá, sedimentos.

## **ABSTRACT**

This research focuses on the topic of analysis of trends in scientific research of water sediments in the Bogotá River, where an analysis is made based on scientific production, which to date was compiled by obtaining a database of In this way, an information box was generated from a matrix, where a review of the scientific production of sediments investigations of the Bogotá river can be carried out, its management and its reuse of these as other parts of the world have been achieved, in order of determining the environmental impact, caused by some heavy metals and the possible reuse of these sediments.

Keywords: Trend analysis, databases, sediments

## 1.INTRODUCCIÓN

Los sedimentos pueden ser considerados como una representación de la cuenca y/o una respuesta de la misma, es quizás su dificultad de análisis lo que ha limitado su estudio masivo en los cauces naturales, en el parámetro cantidad, los sedimentos de fondo deben ser estimados, normalmente a partir de ecuaciones empíricas, mientras que los sedimentos en suspensión deben ser medidos, a partir de estaciones hidrológicas para tal fin.

El otro gran enfoque es la calidad de agua y el impacto de los sedimentos en la misma. De ahí, otra complicación por la cantidad de variables generadas por los distintos actores que pueden tener injerencia sobre el cauce. Vertimientos naturales, vertimiento de aguas residuales domésticas, industriales, etc.

El río Bogotá no ha sido ajeno a esta realidad científica y a sus dificultades, siendo muchos los estudios realizados sobre él, y variados los enfoques de análisis, pero con información dispersa en muchos casos.

Es aquí donde el presente estudio intenta generar un aporte a la investigación de los sedimentos del río Bogotá. Abordando una sentida necesidad de la comunidad científica por conocer un panorama de las investigaciones relacionadas con sedimentos del río. La investigación comienza con las definiciones generales sobre sedimentos y características generales del río Bogotá. Seguidamente, se detalla la elaboración de la base de datos de investigaciones realizadas en el río Bogotá, relacionadas con sedimentos.

Finalmente, se realizan análisis a la información de la base de datos, destacando variables representativas de las investigaciones realizadas en esta fuente de calidad, cantidad y fechas de estudios, etc.

## 2. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

El estudio de los sedimentos en el río Bogotá ha sido de gran interés para distintas ramas de la comunidad científica en el país. Áreas de la salud, la ingeniería, la economía, entre otros, resumen la importancia de esta vertiente hídrica para la ciudad capital. Sin embargo, surgen algunas inquietudes: ¿Que tantos estudios existen sobre la cantidad o la calidad de los sedimentos del río Bogotá?, ¿Qué enfoques de interés han primado en el estudio de sedimentos del río Bogotá?, ¿Qué tanta coordinación se ha presentado en el estudio de los sedimentos del río Bogotá?, etc.

Las anteriores preguntas y otras, han motivado el interés investigativo de la variable sedimentos en el río Bogotá, teniendo en cuenta su impacto en la calidad de agua del río, la calidad del suelo en la sabana, la seguridad alimentaria, la navegabilidad, el control de inundaciones, etc.

Se plantea la siguiente pregunta de investigación, la cual se pretende responder durante este proceso investigativo. ¿Existe alguna base de datos institucional o académica que resuma los distintos intereses investigativos dados a la variable sedimentos en el río Bogotá?



### **3.1 DELIMITACIÓN**

Para realizar este trabajo se efectuó una revisión científica que permite obtener resultados sobre los sedimentos, lo cual permite demostrar la importancia en la regulación por entes gubernamentales y civiles para no desencadenar catástrofes ambientales por contaminación, enfermedades o cambios en la geografía del país viéndose afectados los colombianos y sus formas de vida y trabajo.

Donde los investigadores comenzaron a realizar estudios y se aplicaron en este proyecto desde un periodo del año de 1985 hasta el año 2019 dando como resultados verídicos de los sedimentos en el río Bogotá.

En conclusión, el estudio del río Bogotá es un pilar económico, social y humano, donde las personas que investiguen sobre temas relacionados con los sedimentos en nuestras aguas podrán apoyarse en la base de datos que se desarrollan a continuación y se dará un análisis en los últimos 20 años.

### **3.2 GEOGRAFÍA**

El río Bogotá es el principal cauce fluvial de la sabana de Bogotá, en el departamento de Cundinamarca, en centro de Colombia el río Bogotá tiene su nacimiento en la región nororiental de Cundinamarca, en el Páramo de Guacheneque de la Laguna del Valle, Municipio de Villapinzón, cordillera Oriental de Colombia, a 3.300 metros sobre el nivel del mar donde se divide en tres cuencas alta, media y baja. "plan de ordenamiento y manejo de la cuenca hidrográfica del río Bogotá" (car 2006)

### **3. OBJETIVOS**

#### **4.1 OBJETIVO GENERAL**

Realizar una revisión bibliográfica de la producción científica, de investigaciones sobre los sedimentos del río Bogotá, y consolidarla a través de una base de datos que facilite la información de referencia para el desarrollo de futuras investigaciones sobre sedimentos y otros aspectos del río

#### **4.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

- Analizar distintas fuentes de información y estudios relacionados con el río Bogotá, especialmente los relacionados con las variables cantidad y calidad de agua del río.
- Consultar las distintas bases de datos de instituciones educativas más renombradas del país, así como las bases de datos de las entidades distritales y regionales que tengan responsabilidad con el río Bogotá, para relacionar estudios adelantados por dichas entidades sobre la variable sedimentos del río Bogotá.
- Caracterizar y clasificar los estudios investigativos que permita comprender Años de investigación, frecuencia de las investigaciones, enfoque de la investigación, entre otras variables.

## 5.1 DESCRIPCIÓN DE LA ZONA DE ESTUDIO

El río Bogotá es el principal cauce fluvial de la sabana de Bogotá, en el departamento de Cundinamarca tiene su nacimiento en la región nororiental de Cundinamarca, en el Páramo de Guacheneque, Municipio de Villapinzón, cordillera Oriental de Colombia, a 3.300 metros sobre el nivel del mar.

Las aguas del río Bogotá recorren una longitud de 380 kilómetros, hasta Girardot, para desembocar en el río Magdalena. Su cuenca está ubicada en el centro del país, en el departamento de Cundinamarca, con una extensión de aproximadamente 6.000 km<sup>2</sup> se divide en tres partes: la cuenca alta, que comprende unos 170 Km, desde el páramo de Guacheneque a una altura de 3.300 msnm y recorre de norte a sur, la provincia de Almeidas y la sabana de Bogotá.

La cuenca media, con de 90 Km a partir de Bogotá donde recibe las aguas de los ríos Salitre y el Fucha, así como a uno de sus principales afluentes, el río Tunjuelo, finalmente la cuenca baja, con 120 Km, después de salir de la sabana de Bogotá, donde cambia su caudal lento para precipitarse y formar el embalse Muña, en Chusacá y después al salto del Tequendama, municipio Soacha. Entre las características del río Bogotá, podemos decir que luego desciende entre encañonados valles pasando por los municipios de San Antonio del Tequendama, Tena, La Mesa, El Colegio, Anapoima, Apulo, Tocaima, Agua de Dios y Ricaurte, hasta llegar a su desembocadura en el río Magdalena, en Girardot, a 280 msnm. "plan de ordenamiento y manejo de la cuenca hidrográfica del río Bogotá" (car 2006)



Figura N° 1. Río Bogotá en su paso por los municipios. Fuente: Esther Ramos / foto: Google Maps

## GENERALIDADES

En general, el Río Bogotá en el transcurrir de su cuenca es el receptor de las aguas residuales, negras y contaminantes de más de 26 municipios aledaños, y de la capital, con una alta densidad de población. Además de los químicos y desechos industriales y agrícolas de las actividades propias de este sector en las riberas del río.

Aunado a ello también los suelos de los alrededores del río y su utilización para ser expandidas las zonas de urbanismo y agrícolas, hacen que sea demandado en gran medida el recurso hídrico. Y la deforestación se hace inminente para dañar la cuenca aún más.

Según una tesis de la universidad de la Salle el hecho de una planificación insipiente en cuanto a la territorialidad, y al más casi invisible control, además de la inconsciencia y negligencia, de los usuarios de una forma o de otra de las aguas del Río Bogotá, se hace inminente el grave deterioro de los recursos naturales y el medio ambiente que rodea y significa el Río Bogotá y sus alrededores. “Evaluación de la contaminación por cadmio y plomo en agua, suelo, y sedimento y análisis de impactos ambientales en la subcuenta del río Balsillas afluente del río Bogotá” (universidad de la Salle 2016)

## DESCRIPCIÓN DE LA ZONA DE ESTUDIO

El río Bogotá es el principal cauce fluvial de la sabana de Bogotá, en el departamento de Cundinamarca tiene su nacimiento en la región nororiental de Cundinamarca, en el Páramo de Guacheneque, Municipio de Villapinzón, cordillera Oriental de Colombia, a 3.300 metros sobre el nivel del mar.

Las aguas del río Bogotá recorren una longitud de 380 kilómetros, hasta Girardot, para desembocar en el río Magdalena. Su cuenca está ubicada en el centro del país, en el departamento de Cundinamarca, con una extensión de aproximadamente 6.000 km<sup>2</sup> se divide en tres partes: la cuenca alta, que comprende unos 170 Km, desde el páramo de Guacheneque a una altura de 3.300 msnm y recorre de norte a sur, la provincia de Almeidas y la sabana de Bogotá.

La cuenca media, con de 90 Km a partir de Bogotá donde recibe las aguas de los ríos Salitre y el Fucha, así como a uno de sus principales afluentes, el río Tunjuelo, finalmente la cuenca baja, con 120 Km, después de salir de la sabana de Bogotá, donde cambia su caudal lento para precipitarse y formar el embalse Muña, en Chusacá y después al salto del Tequendama, municipio Soacha. Entre las características del río Bogotá, podemos decir que luego desciende entre encañonados valles pasando por los municipios de San Antonio del Tequendama, Tena, La Mesa, El Colegio, Anapoima, Apulo, Tocaima, Agua de Dios y Ricaurte, hasta llegar a su desembocadura en el río Magdalena, en Girardot, a 280 msnm.



Figura N° 1. Río Bogotá en su paso por los municipios. Fuente: Esther Ramos / foto: Google Maps

## MARCO TEORICO

¿Qué son los sedimentos?

Los sedimentos son arena, arcilla, limo y otras partículas sueltas del suelo que se depositan en el fondo de una masa de agua. Pueden provenir de la erosión del suelo o de la descomposición de plantas y animales dependiendo el sedimento que se encuentre en el agua. El viento, el agua y el hielo pueden transportar estas partículas hasta los ríos, lagos y arroyos, los sedimentos en los ríos colombianos se realizan de dos formas por suspensión y por arrastre en el fondo de los ríos.

¿Qué impacto tiene en la calidad del agua?

Los impactos que se arrojaron son la presencia de grandes concentraciones de bacterias en el agua, provocadas por la descarga de las aguas residuales de la laguna de oxidación de dicha localidad, el pastoreo y el consecuente vertido de desechos fecales del propio ganado vacuno en las riberas del río, a lo largo de las tres cuencas. “Evaluación del impacto del vertimiento de aguas residuales en la calidad del río Bogotá” (revista indes del 2015.)

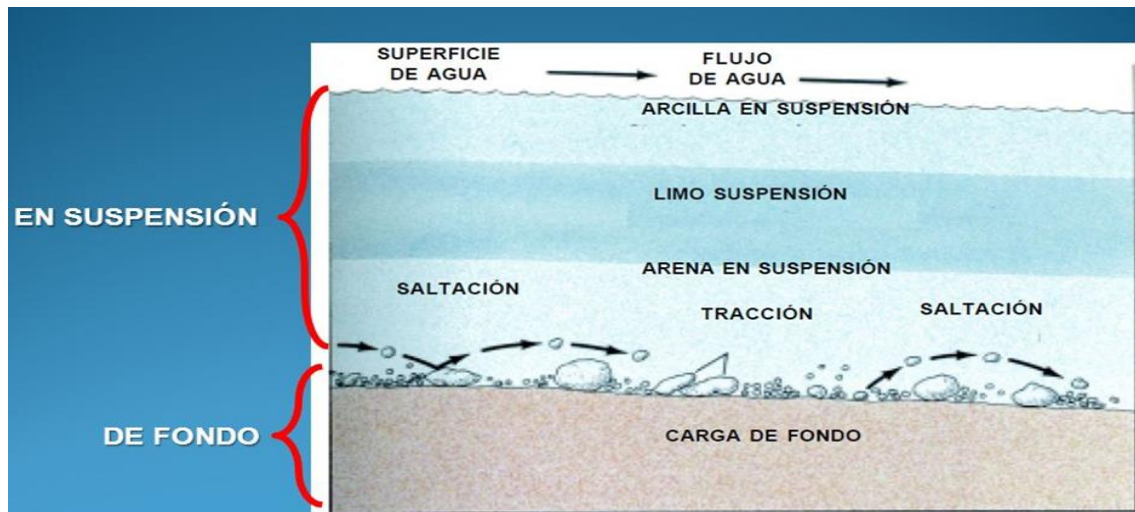


Figura N° 1 grafica de sedimentos para ejemplificar tipos de sedimentos por suspensión Dr. Humberto Salinas Tapia (abril del 2015)

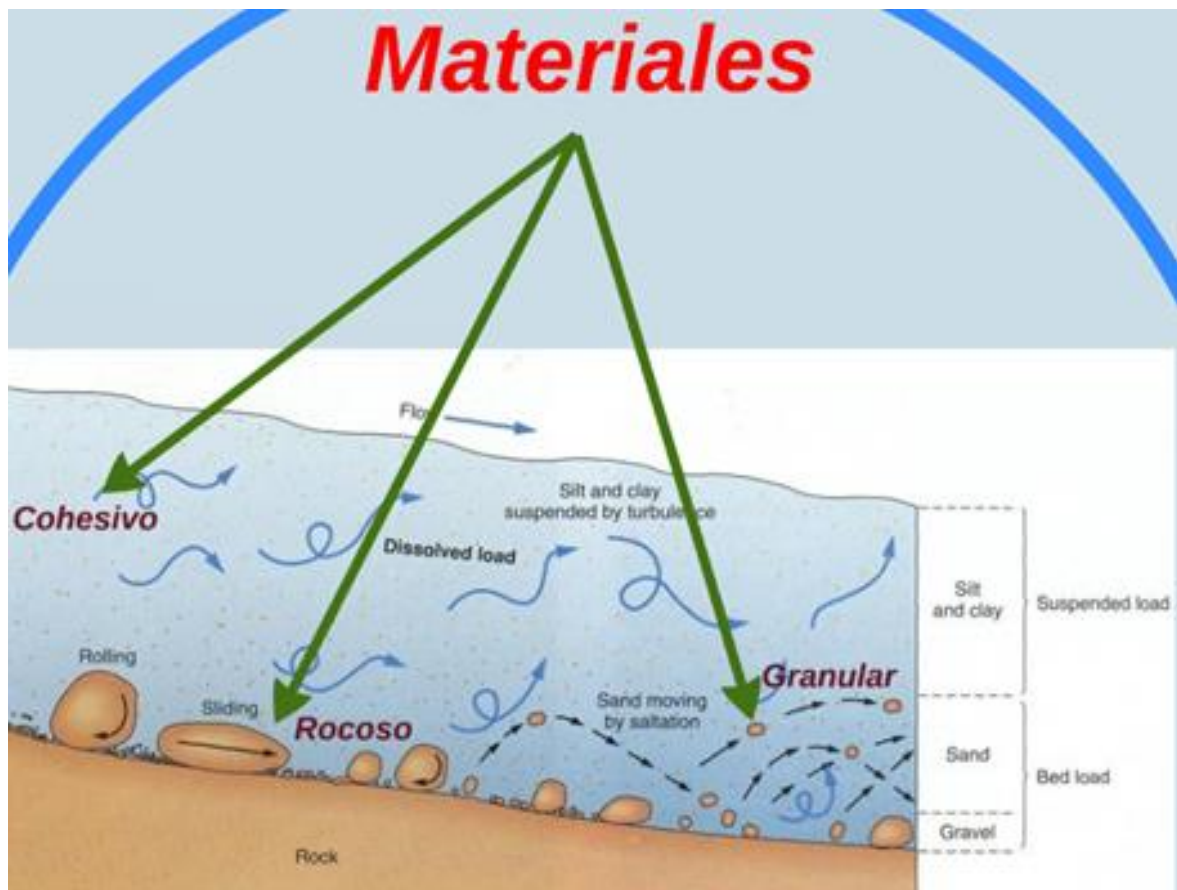


Figura N° 2 grafica de sedimentos para ejemplificar tipos de sedimentos por arrastre Walter Antolinez 20 de mayo del 2016

¿A quién le importa los sedimentos?

Entes gubernamentales y civiles para no desencadenar catástrofes ambientales por contaminación, enfermedades o cambios en la geografía del país viéndose afectados los colombianos y sus formas de vida y trabajo.

Las áreas que tienen interés en el entendimiento de los sedimentos en el río Bogotá son principalmente ingeniería civil en sus áreas de hidrología, hidráulica la ingeniería de ríos etc. Para las variables de calidad y cantidad la estudia la ingeniería ambiental en las variables de calidad etc. De esta forma hay entidades que tienen interés sobre los sedimentos del río Bogotá como el ministerio del medio ambiente, viceministerio de agua y saneamiento básico, las corporaciones autónomas, el IDEAM, el servicio geológico, el IGAC, etc.

En el caso del río Bogotá las entidades más conocidas que actúan directamente son la CAR, SECRETARIA DE MEDIO AMBIENTE, EAAB, donde sus funciones principales son:

### **CAR**

1. Ejecutar las políticas, planes y programas nacionales en materia ambiental definidos por la ley aprobatoria del Plan Nacional de Desarrollo y del Plan Nacional de Inversiones o por el Ministerio del Medio Ambiente, así como los del orden regional que le hayan sido confiados conforme a la ley, dentro del ámbito de su jurisdicción.
2. Ejercer la función de máxima autoridad ambiental en el área de su jurisdicción, de acuerdo con las normas de carácter superior y conforme a los criterios y directrices trazadas por el Ministerio del Medio Ambiente.
3. Promover y desarrollar la participación comunitaria en actividades y programas de protección ambiental, de desarrollo sostenible y de manejo adecuado de los recursos naturales renovables.
4. Coordinar el proceso de preparación de los planes, programas y proyectos de desarrollo medio ambiental que deban formular los diferentes organismos y entidades integrantes del Sistema Nacional Ambiental -SINA- en el área de su jurisdicción y en especial, asesorar a los departamentos, distritos y municipios de su comprensión territorial en la definición de los planes de desarrollo ambiental y en sus programas y proyectos en materia de protección del medio ambiente y los recursos naturales renovables, de manera que se asegure la armonía y coherencia de las políticas y acciones adoptadas por las distintas entidades territoriales.
5. Participar con los demás organismos y entes competentes en el ámbito de su jurisdicción en los procesos de planificación y ordenamiento territorial a fin de que el factor ambiental sea tenido en cuenta con las decisiones que se adopten.

En conclusión, el estudio de las aguas en Colombia es un pilar económico, social y humano, con lo cual todas las personas que investiguen sobre temas relacionados con los sedimentos en nuestras. “funciones establecidas” (CAR 2006) Ley 99 de 1993 (Artículo 31).



## **SECRETARIA DEL MEDIO AMBIENTE**

1. Formular participativamente la política ambiental del Distrito Capital.
2. Liderar y coordinar el Sistema Ambiental del Distrito Capital -SIAC-.
3. Liderar y Coordinar el proceso de preparación de los planes, programas y proyectos de desarrollo medio ambiental que deban formular los diferentes organismos y entidades integrantes del Sistema Ambiental del Distrito Capital -SIAC-. y en especial, asesorar a sus integrantes en la definición de los planes de desarrollo ambiental y en sus programas y proyectos en materia de protección del medio ambiente y los recursos naturales renovables, de manera que se asegure la armonía y coherencia de las políticas y acciones adoptadas por el Distrito.
4. Ejercer la autoridad ambiental en el Distrito Capital, en cumplimiento de las funciones asignadas por el ordenamiento jurídico vigente, a las autoridades competentes en la materia.
5. Formular, ajustar y revisar periódicamente el Plan de Gestión Ambiental del Distrito Capital y coordinar su ejecución a través de las instancias de coordinación establecidas

## **EAAB**

1. La Empresa de Acueducto y Alcantarillado de Bogotá (Eaab) es una entidad pública prestadora de los servicios de acueducto y alcantarillado sanitario y pluvial que tiene como misión, la responsabilidad de gestionar de forma integral el agua y el saneamiento básico como elementos comunes de vida y derechos humanos fundamentales, generando bienestar y contribuyendo a la sostenibilidad ambiental del territorio. “Funciones de la EAAB”

### 3. LOS SEDIMENTOS EN CUANTO CONTAMINANTES FÍSICOS

Las estimaciones globales sobre la erosión y el transporte de sedimentos en el río Bogotá presentan enormes discrepancias, debido a la dificultad de obtener valores fiables de concentración y descarga de sedimentos.

Uno de los principales contaminantes físicos es tala de árboles, las captaciones de agua ilegales, el depósito de residuos domésticos e industriales que llegan al Río Bogotá, la disposición de basuras, residuos industriales con metales pesados, y la falta de interés por manejar eficiente y responsablemente las aguas del río, lo convierten en un referente de suciedad y contaminación a nivel mundial. “problemáticas del río Bogotá” (car 2006)

#### CARACTERÍSTICAS GENERALES DEL RIO BOGOTÁ

Desde el período prehispánico hasta hoy en día, el río Bogotá ha sufrido importantes transformaciones sobre sus riberas de esta forma el crecimiento descontrolado de las ciudades y el desarrollo de actividades económicas de diferente naturaleza, unido a políticas de desarrollo que no tenían en cuenta la protección de los recursos naturales, han colocado al río Bogotá en una lista indeseable: la de los ríos más contaminados del mundo. La contaminación de la cuenca del río Bogotá ha puesto en peligro la integridad de los ecosistemas. “Corporación Autónoma Regional de Cundinamarca” (2006).

En la figura siguiente se detalla en resumen las principales características de la cuenca del río Bogotá. Se destaca, el caudal medio, las estructuras hidráulicas en el cauce y el principal uso dado al agua.

<b>Zona</b>	<b>Comprende</b>
Cuenca Alta	Desde el nacimiento del Río Bogotá, en Villapinzón hasta el puente de la virgen
Cuenca Media	Desde el puente de la Virgen (Cota), hasta antes del embalse del Muña en Alicachín
Cuenca Baja	Desde el embalse del Muña hasta la desembocadura en el Río Magdalena

### Cuenca Alta

<b>Tramo</b>	Desde el nacimiento del Río Bogotá, en Villapinzón hasta el puente de la Virgen en Cota.
<b>Longitud del río en el tramo</b>	170 Km.
<b>Estructura hídrica</b>	El caudal del río es regulado por la presencia de dos embalses: El Embalse de Tominé y el Embalse de Sisga.
<b>Caudal medio</b>	El caudal medio en la estación de La Virgen es de 13.5 m <sup>3</sup> /s.
<b>Uso principal del agua</b>	El agua del río se utiliza para potabilización y suministro de agua para consumo de la ciudad de Bogotá en la Planta

### Cuenca Media

<b>Tramo</b>	Desde el puente de la Virgen (Cota), hasta antes del embalse del Muña en Alicachín
<b>Longitud del río en el tramo</b>	90 Km.
<b>Estructura hídrica</b>	Recibe las aguas residuales del sistema de drenaje urbano de Bogotá y sus áreas periféricas. Las cuencas de drenaje urbano de Bogotá reciben el nombre de las principales corrientes naturales que cruzan la ciudad: río Juan amarillo o Salitre, río Fucha, y río Tunjuelo.
<b>Caudal medio</b>	El aporte medio de aguas, principalmente de aguas residuales domésticas, en esta cuenca es el más importante con caudales medios de 37 m <sup>3</sup> /s.
<b>Uso principal del agua</b>	Existe una demanda significativa de agua para riego a través del Distrito de Riego de la Ramada.

<b>Cuenca Baja</b>	
<b>Tramo</b>	Desde el embalse del Muña hasta la desembocadura en el Río Magdalena
<b>Longitud del río en el tramo</b>	120 Km.
<b>Caudal medio</b>	El Río Bogotá en su desembocadura tiene caudales del orden de los 50 m <sup>3</sup> /s. El Río Magdalena tiene caudales tales que generan una dilución superior a 1-10 cuando el Río Bogotá le vierte sus aguas.
<b>Estructura hídrica</b>	A la altura de la estación La Guaca, Km 247, el Río Bogotá recibe la descarga de la cadena de generación hidroeléctrica Paraíso-Guaca que anteriormente había embalsado las aguas en el Muña. La segunda parte de la Cuenca Baja tiene pendientes moderadas y mayores temperaturas que aceleran los procesos metabólicos en el río.
<b>Uso principal del agua</b>	En las compuertas de Alicachín el agua del Río Bogotá se entuba para ser utilizada en la generación eléctrica en dos cadenas paralelas de generación. Una de estas cadenas utiliza el Embalse del Muña.

Figura 3: características generales del río Bogotá. (2011)

### **GENERALIDADES**

El Río Bogotá se ubica en el altiplano cundiboyacense, de noreste a sureste del departamento de Cundinamarca. Nace en el nororiente del municipio de Villapinzón a 3.300 metros sobre el nivel del mar (msnm) y su desembocadura es en el río Magdalena a la altura del municipio de Girardot a 280 msnm, unas 589.143 hectáreas de área de influencia.

Aunque no es un río navegable ni caudaloso, es muy importante para Colombia dado que en su ronda y en las zonas aledañas se desarrollan actividades económicas que representan un 26% del total a nivel nacional. Dentro de ellas se destacan la producción agrícola, pecuaria e industrial. “biodiversidad” (car 2006)

## 6.2 APORTES

Según esto los aportes serán repartidos, donde la Corporación Autónoma de Cundinamarca tendrá un aporte aproximado de 1,5 billones de pesos, 61. Millones serán aportados por la Gobernación de Cundinamarca y el resto del monto será de responsabilidad del aporte por el Distrito a través de la empresa de acueducto.

De la suma total de la obra, son alrededor de 1,4 billones correspondientes a gastos de operaciones de la mencionada planta, siendo que se sabe que las obras comenzarán a ejecutarse para el año de 2.019 teniendo su fecha de finalización pautada para el año 2024

Este proyecto consta de la construcción de una planta, la cual está siendo considerada como una de las más grandes del mundo en su dimensión y tipo.

La misma tendrá una capacidad para tratar 16 m<sup>3</sup> de agua por segundo. Siendo que la misma procederá a ser interceptada con las obras que ahora son insuficientes de Tunjuelo Canoas, la cual ha sido una deuda adjudicada al Distrito.

Todo esto ha sido pensado con la finalidad de que estas aguas no sean desembocadas dentro del Río Bogotá lo que dará como resultado que no se mezcle con las aguas que vienen contaminadas. “Plan de Acción Cuatrienal CAR2016 – 2019” (CAR 2006)

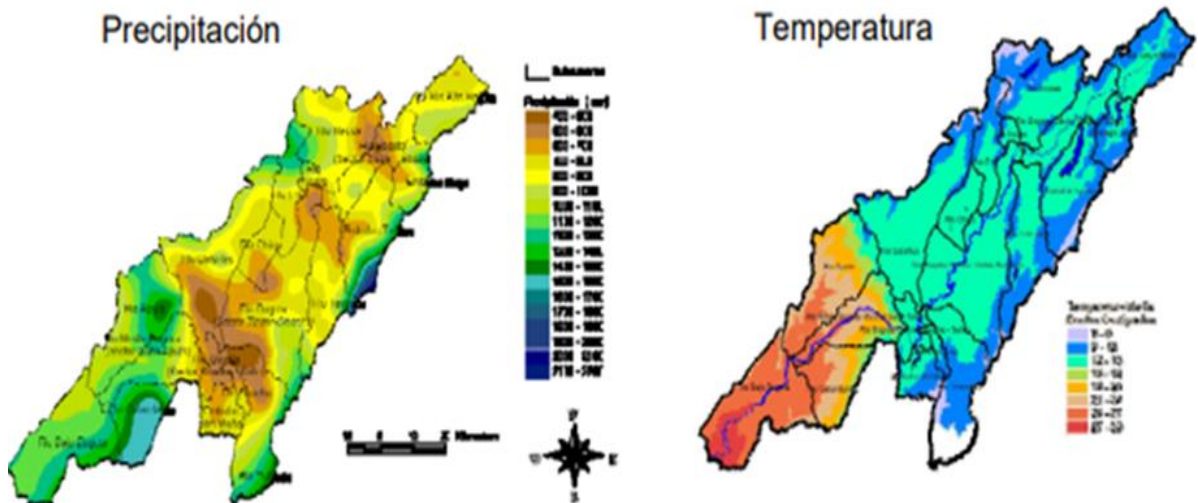


Figura Distribución media la precipitación y temperatura. Fuente “CUENCA HIDROGRAFICA DEL RIO BOGOTA” (CAR 2006)

#### 4. MARCO LEGAL

La normatividad vigente en el país en materia de sedimento y calidad de agua se resume a continuación

LEY/NORMA/DECRETO	OBJETIVO ALCANSE
Constitucion politica de colombia articulo 8	Es obligacion del estado y de las personas proteger las riquezas culturales y naturales de la nacion
Decreto 2811 de 1974	Por el cual se dicta el codigo nacional de recursos naturales, renovables y de proteccion al medio ambiente
Ley del 99 de 1993	Por la cual se crea el ministerio del medio ambiente, se reordena el sector publico encargado de la gestion y la conservacion del medio ambiente y los recursos naturales renovables y se organiza el sistema nacional ambiental
Decreto 1594 de 1984	Establece los criterios de calidad del agua para el consumo humano, agricola, industria entre otros tambien las normas para residuos liquidos en los cuerpos de agua.
Decreto 475 de 1998	Se establece las normas tecnicas de calidad del agua potable
Decreto 1729 de 2002	Se reglamenta la parte XIII, titulo 2 del capitulo 3 del decreto 2811 de 1974 sobre cuencas hidrograficas
Resolucion 2115 de 2007	se señala características y instrumentos básicos y sistema de frecuencia del control y vigilancia para la calidad del agua para consumo humano
Decreto 3930 de 2010	Se reglamenta parcialmente en cuanto al uso del agua y residuos líquidos y se dictan otras disposiciones
CAR: acuerdo 043 de 2006	Por la cual se establecen los objetivos de calidad del agua para la cuenca del río Bogotá a lo largo de 2020
Resolucion 631 de 2015	Por lo cual se establecen los parámetros y los valores límites máximos permisibles en los vertimientos puntuales en los cuerpos de agua y en alcantarillado público.
Resolucion 0330 de 2017	Se adopta el reglamento técnico para el sector del agua potable y saneamiento básico RAS- y se derogan las resoluciones 1096 del 2000.- 0424 de 2001. 0668 de 2003. 1459 de 2005
CAR expide la Resolución 617	mediante la cual declara la elaboración del POMCA del Río Bogotá con sus etapas de diagnóstico, prospectiva y formulación
Ministerio de Ambiente, 2011	Recurso Hídrico PNGIRH

Fuente: CAR 2006 & plan de ordenación y manejo de la cuenca hidrográfica del río Bogotá Figura marco legal del río Bogotá.

En 2005, la CAR expidió la Resolución 617, mediante la cual declara la elaboración del POMCA del Río Bogotá con sus etapas de diagnóstico, prospectiva y formulación. (car de 2006 & autor)

Sin embargo, tuvo que ser ajustado por la expedición de Ley 1523 de 2012, la cual especifica que se debe integrar la gestión del riesgo en la planificación territorial y del desarrollo en los POMCA desde la fase de aprestamiento hasta la fase de formulación, adicionalmente, con lo ocurrido por el fenómeno de La Niña (2010-2011), tomó relevancia la gestión del riesgo en estos planes.

Según lo especificado en la Guía Técnica para la Formulación de los Planes de Ordenación y Manejo de Cuencas Hidrográficas (2014) las normas que aplican para la elaboración del POMCA involucran las fases desde la planificación, regulación, conservación, información, instrumentos económicos y comunidades étnicas.

La gestión del recurso hídrico y el concepto de ordenación de cuencas hidrográficas tiene su origen en la expedición del Decreto 1381 de 1940.

Posteriormente, con el Decreto-Ley 281 de 1974 se da inicio a la planificación ambiental del territorio, más adelante, mediante la expedición de Ley 99 de 1993 empieza la gestión del recurso hídrico; luego con la Ley 388 de 1997, se comienza a especificar sobre el Plan de Ordenamiento Territorial.

Con la expedición del Decreto 1729 de 2002 se reglamentan las cuencas hidrográficas, y a través de la Resolución 104 de 2003, se establecen los criterios y parámetros para la clasificación y priorización de las cuencas hidrográficas; luego con la expedición de la Política Nacional para la Gestión Integral del Recurso Hídrico PNGIRH (Ministerio de Ambiente, 2011) se enfatiza en el ordenamiento y adecuación de los usos en el recurso hídrico, de allí surge la Ley 1523 de 2012, en donde se señala que se debe integrar la gestión del riesgo en la planificación territorial y del desarrollo en los POMCA desde la fase de aprestamiento hasta la fase de formulación. “río Bogotá: recomendaciones para la revisión general del pot” (car de 2006)

## **8 MARCO HISTÓRICO**

### **8.1 CLIMATOLOGÍA**

El clima es el conjunto de condiciones atmosféricas que caracterizan el tiempo atmosférico y la evolución de una determinada región. Siendo entonces, determinada por el análisis espacio temporal de los elementos que lo definen, tales como la precipitación la temperatura, la humedad relativa y el brillo solar entre otros, y los factores que lo afectan, como lo son la pendiente, la altitud, las formas de relieve y la cobertura vegetal.

Cabe destacar que la variación de precipitación permite definir clasificar y zonificar el clima de una cuenca y que los factores del clima de una cuenca y que los factores del clima, generan cambios climáticos a nivel regional o local, mientras que la cobertura vegetal es causa y efecto del clima tanto como su indicador

### **8.2 PRECIPITACIÓN**

En la subcuenta y sus alrededores, se encuentran localizadas las sub estaciones pluviométricas el fute y la unión y la climatología principal muña para los análisis específicos de la precipitación se realizaron los estudios de todas las estaciones de la zona y de la caracterización climática. “Siclo de la temperatura”. (CAR,2006)

### **8.3 TEMPERATURA**

Desacuerdo con el gradiente de temperatura el cual es inversamente proporcional a la altura en una taza de 0,6° por cada 100 mt de elevación pues, así, las partes más frías están ubicadas en las zonas de mayor elevación más exactamente en lo cerros que rodean la sabana de Bogotá con temperaturas que van desde los 6° hasta los 9° costa sobre los 3200 y 3400 msnm. “Siclo de la temperatura”. (CAR,2006)



#### **8.4 ACTIVIDADES SOCIO ECONÓMICAS**

- La población asentada en la cuenca alta del Río Bogotá del orden de 180.000 habitantes correspondientes al 2,2% del total de la cuenca y al 14% del total de la población que aporta el Departamento de Cundinamarca a la cuenca, pertenecientes a las subcuencas de Sisga – Tibitoc, Río Neusa, Embalse de Tominé, Embalse del Sisga y Río Alto Bogotá.
- En cuanto a las actividades económicas agropecuarias e industriales presentes en la zona, se identifican el procesamiento de cueros, los cultivos tanto transitorios como permanentes, la ganadería de doble propósito, entre otros.
- La cuenca del río Bogotá cuenta con una población total de 1.297.752 habitantes, de los cuales el 75 % corresponde a población urbana y el 25% restante a población rural. Las subcuencas río Apulo, río Calandaima, río Medio Bogotá sector Salto Tequendama Apulo, río Teusacá, río Neusa, río Bogotá sector Sisga–Tibitoc, Embalse Tominé y embalse Sisga, se caracterizan por su predominio de población rural respecto a la urbana. Por otra parte, las subcuencas río Balsillas, río Bogotá sector Tibitoc, Soacha y río Bajo Bogotá Apulo, Girardot, son las que mayor número de habitantes aportan al total de población de la cuenca Embalse Sisga y Embalse Tominé, presentan las menores densidades poblacionales con 36 y 44 habitantes por kilómetro cuadrado. “Actividades económicas” (CAR, 2006)



**Foto 7. Actividad minera**



**Foto 8. Cultivo de papa**



Fuente: Elaboración diagnóstica por la CAR 2006 figura actividades económicas alrededor del río Bogotá

## 9. METODOLOGIA

El presente trabajo se enfoca en revisión científica de los sedimentos del río Bogotá, donde se realizó una recopilación de información por los diferentes historiadores y anexándolos en una matriz realizando un análisis de la información, que se puede definir como un tema investigativo para todo aquel que quiera ingresar desee obtener información directa sobre el tratamiento sobre los sedimentos y generación de nuevas teorías, de tal manera el que ingrese a este documento pueda obtener una información desde 1853 hasta el 2019 donde la información es verídica y pueda llevar un orden cronológico sobre los sedimentos de nuestros ríos.

Gracias a historiadores tanto nacionales como internacionales han investigado sobre el río Bogotá se ha logrado obtener una información secuencial y coherente donde podemos obtener información de nuestros diferentes autores el cual nos brindan una mejor información

De acuerdo a varios estudios que se han realizado sobre el río Bogotá, y seguimientos de investigación que se han realizado durante los últimos cincuenta años, todas las ramas de la ingeniería gracias a estos estudios se ha obtenido un orden cronológico donde permiten tener un historial de los sedimentos de los ríos colombianos donde podríamos obtener un cálculo aproximado dependiendo la esorrentía.

El análisis de diferentes bases de datos estadísticas y tesis de maestrías y doctorados de las diferentes áreas de la ingeniería permiten acercarse más a la realidad de los sedimentos hídricos a lo largo del tiempo.

Dentro de los parámetros de inclusión de este proyecto se incluye cualquier idioma y cualquier año de publicación por lo cual se decidió colocar en segunda instancia una casilla para realizar la traducción correcta al español desde cualquier idioma en la que este escrita la búsqueda y otro espacio exclusivo para delimitar el año de la publicación hasta la actualidad.

la hidrología es un estudio complejo que significa un gran desafío para la mayoría de los profesionales ingenieros por la variabilidad y el desconocimiento de los métodos innovadores, actuales para una correcta medición y atención de las diversas fuentes hídricas. Lo cual fue un motivo trascendental para iniciar esta investigación facilitando un poco la búsqueda de todos aquellos interesados en la sedimentación en el territorio colombiano colocando una casilla para la dirección web de las diversas fuentes encontradas.

## **10. RESULTADOS**

### **ANÁLISIS DE BASE DE DATOS DE TENDENCIAS DE LOS SEDIMENTOS.**

Se presentan los resultado de la base de datos a partir de figuras En el presente título se inicia un recuento de la recolección de literatura con el fin de interpretar de forma sencilla toda la información recolectada, en primer lugar siendo fundamental reconocer la labor de todos aquellos que han aportado con sus textos al estudio de los sedimentos hallados a lo largo del tiempo en ríos, lagunas, embalses, represas, entre otros en Colombia y si la mayoría de estos son escritos por uno o más autores lo cual accede a una visión amplia de la forma en que se escribe nacional o internacionalmente los documentos que se logran publicar en ingeniería.

Los temas de investigación que incluyeron los textos encontrados se centraron principalmente en Ríos en Colombia, metales pesados, calidad del agua, sedimentos, contaminación química otro. Estos seis ítems recogen todos los temas que se encontraron en todos los documentos escritos en la línea de tiempo que se encontró para la base de datos.

Además, permite concentrar el por qué es importante este tema en la hidrología repartiéndose según el carácter de los artículos en ambiental, oficial, público, social, universitario u otro para que cada uno de los artículos según su carácter influya positiva o negativamente en todos los implicados.

Cuando se determinaron los criterios de inclusión y exclusión se decidió que solo serían seleccionados los textos que estén como artículos de revista, artículos sin publicar, bases virtuales, capítulos del libro, Journal, Leyes o normas de Colombia, libros completos, memoria de eventos, repositorio, tesis de maestría y tesis de doctorado; lo cual permitió ampliar la muestra tomada y abarcar de forma extensa todas las maneras de escribir y que ningún autor quedará fuera de la base de datos que se realizó simplemente por no contar con una forma de escritura u otra.

Finalmente, el último ítem es el área de conocimiento en donde se define si corresponde a las ciencias de la ingeniería, ambiental, de la tierra, de la salud sociales y otra; esto con la intención de unificar los textos que se encontraron y conocer simplemente que ramas de ingeniería son las que más dedican sus estudios a los sedimentos en fuentes hídricas concluyendo que las más involucradas son las ciencias ambientales y ciencias de la ingeniería mostrando resultados que realmente deberían incentivar a las otras ciencias que se ven directamente implicadas y afectadas por todos los tipos de sedimentos que afectan ríos principalmente los cuales pasan cerca o se usan diariamente.

Respecto al tema principal de la investigación se realizó unas variables de compatibilidad y diferencia más representativas sobre análisis de tendencias de la investigación científica sobre los sedimentos en el río Bogotá “en esta clasificación se hace referencia al medio el cual se presentan los sedimentos y /o al énfasis que el autor quiere representar con respecto al tema escrito e investigado.

En general, cuando comparamos los resultados de la matriz realizada podemos observar que los autores que investigaron sobre el estudio de los sedimentos que transporta el río Bogotá a lo largo de su cauce, donde la población no ha notado la con exactitud la cantidad de sedimentos que transporta este río y la contaminación tan grande que producen estos elementos

Como se mencionó antes el fin es proveer una fuente rápida y sencilla por lo cual se agregó el nombre de la revista o la publicación demostrando que el mayor número de publicaciones son de las universidades de Antioquia, Bogotá y la costa Atlántica de Colombia. Así como algunos en Journals de investigación científica, dejando en claro la importancia que tiene este tema para todos los ámbitos de las ingenierías, socioeconómicamente hablando y en cuanto a la salud de las comunidades.

## CARACTERÍSTICAS GENERALES DE LA INVESTIGACIÓN SOBRE LOS SEDIMENTOS REALIZADA EN UNA MATRIZ

El principal medio de la cita o referencia que está basado sobre la investigación sobre los sedimentos en el río Bogotá donde en este currículo se menciona un texto, idea o frase ajena, de tal manera la fuente de donde se sacó la información sea verídica y pueda ser buscada factiblemente

CITA O REFERENCIA BIBLIOGRÁFICA
Restrepo Ortiz royero & otero Díaz y opino (2015) transporte de sedimentos

Figura 4. Cita o referencia de la matriz según el formato de publicación

### AÑO DE PUBLICACIÓN

si se analizan separadamente los diferentes años de publicación en porcentajes por años en relación en las grandes áreas de conocimientos se puede observar en la matriz que los porcentajes varían notablemente ya que se encontraron investigadores que se enfocan principalmente en los sedimentos del río Bogotá desde el año 1853 hasta la actualidad aunque hubo autores en diferentes años que se enfocan más a profundidad sobre este tema de los sedimentos, de tal forma se realizó un porcentaje por años como se muestra en la (figura.5)

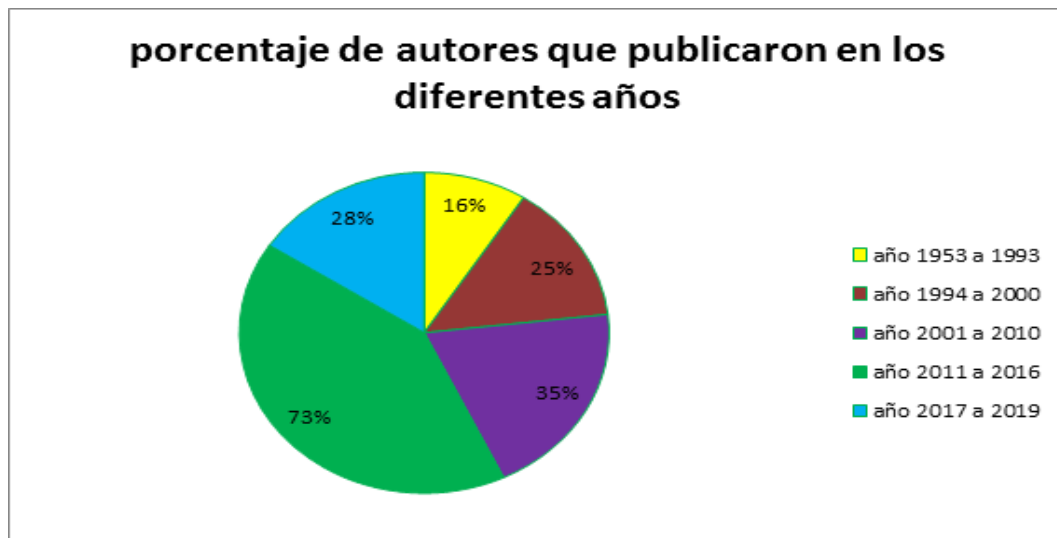


Figura 5 porcentaje de autores que publicaron en los diferentes años.

## NÚMERO DE AUTORES POR PUBLICACIÓN

El análisis que se realizó muestra que predominan claramente los estudios realizados por un único investigador son de (56,9 %), de esta forma publicaciones realizadas por dos investigadores son de (11,2%) y las investigaciones realizadas por (más de dos autores) (31,9%) (Figura. 6a).

Este análisis se mantiene cuando se realiza con exactitud tomando en cuenta sólo las revistas científicas de alto impacto (43,1% referencias con un solo autor); sin embargo, las publicaciones de varios autores ocupan el segundo lugar con el (33,4%) y por último están los trabajos de tres autores o más (23,5%) (Figura. 7b).

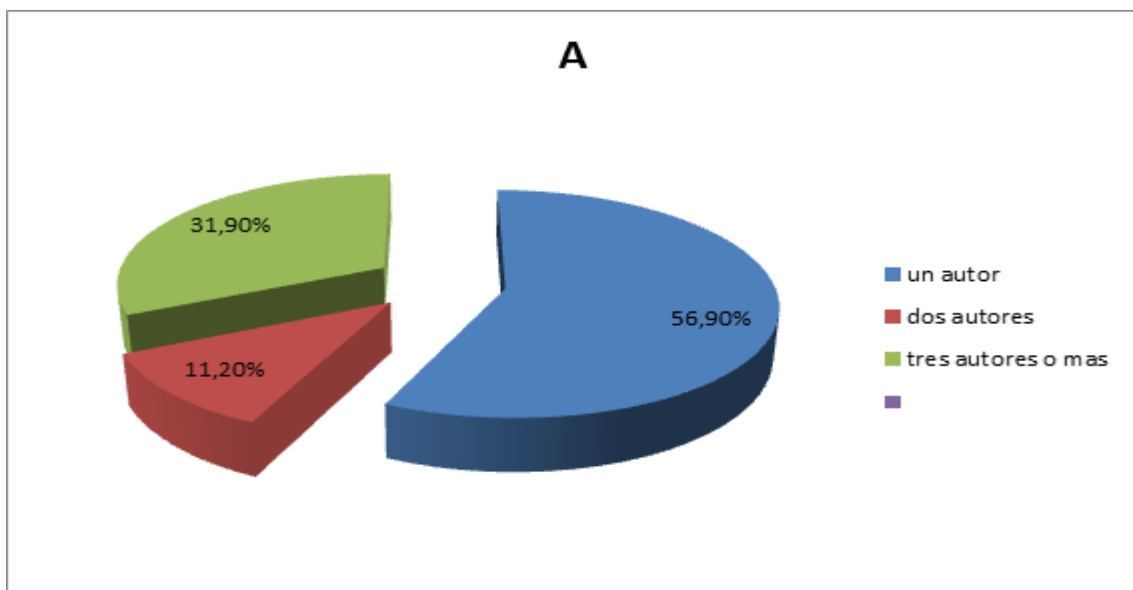


Figura 6 Número de autores por publicación

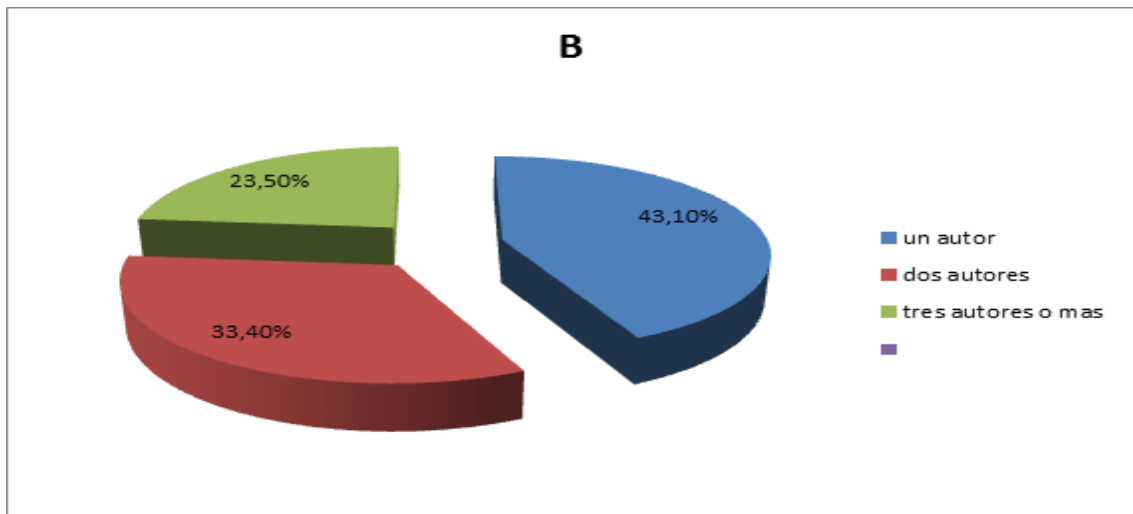


FIGURA 7.

Figura 6 Y 7. Número de autores participantes en las investigaciones (%): a) total de publicaciones analizadas y b) publicaciones en revistas con índice de impacto.

## EVOLUCION DE INVESTIGADORES

Sin embargo, en un análisis histórico, se observan importantes cambios de variable a lo largo del tiempo (Figura. 8). Así, se puede obtener el gran incremento de sedimentos que se encuentran en el río Bogotá desde 1953-2019 el cual comienza a aumentar con el transcurso de los años los grandes investigadores sobre los sedimentos.

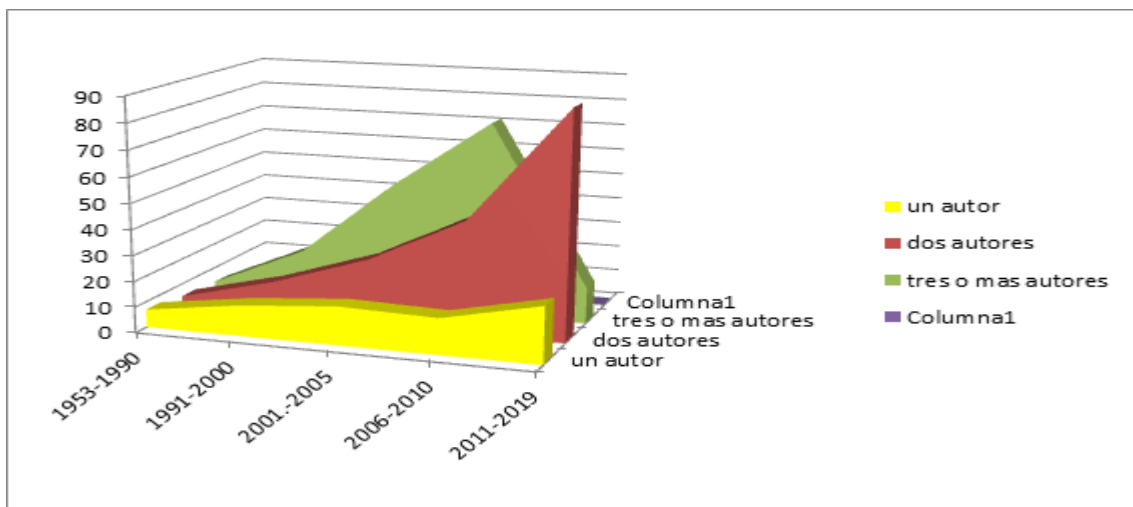


Figura 8. Evolución temporal de la participación de investigadores en las publicaciones.



## TEMA PRINCIPAL DE INVESTIGACIÓN

Se analizó individualmente los temas principales de investigación de tal manera que todos los libros de los mismos autores no hablan de los sedimentos en el río Bogotá entonces en este ítem se colocó una lista de elementos en donde puede colocar el tema al que se refiere el libro o revista a investigar donde se realizó un alto impacto de diferencia sobre los libros enfocados que son (68.2% investigado sobre sedimentos en el río Bogotá). (7.6% de los metales pesados), (10.5% de la calidad del agua), (9.8% contaminación -química), (2,1% otros temas tratados, pero se enfocan en algún tema en los sedimentos), (1,8% ríos en Colombia) de esta forma hipotéticamente se realizó este cálculo figura 9.

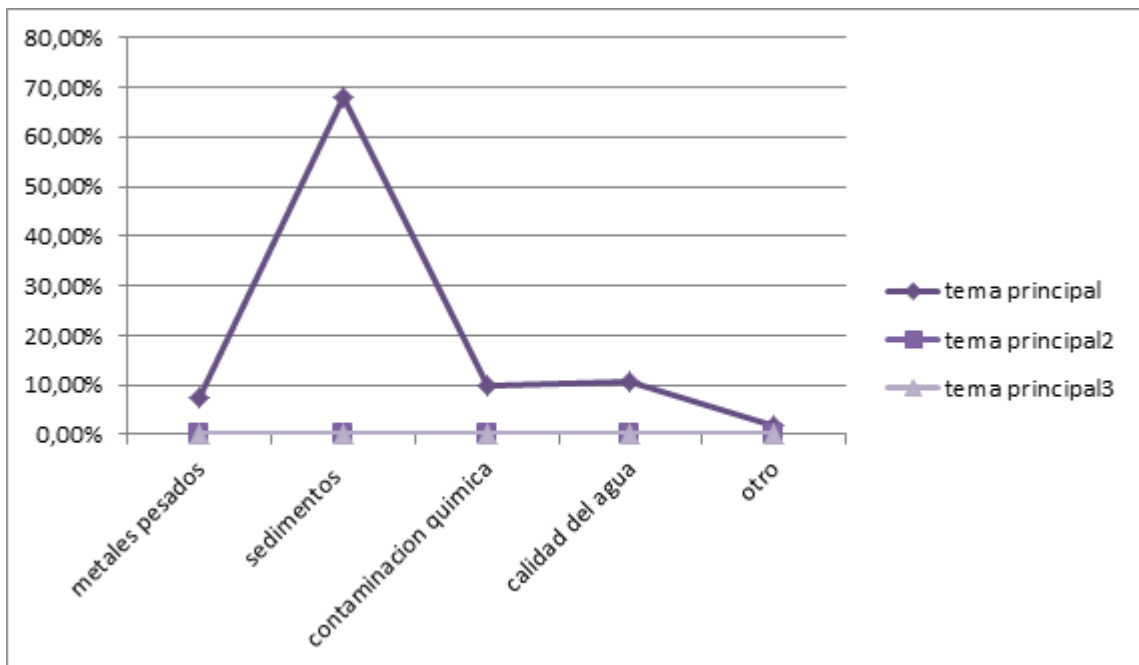


Figura. 9 temas principales de investigación.

## TIPOS DE PUBLICACIÓN

El principal medio de publicación de los trabajos producidos por los sedimentos del río Bogotá son las revistas periódicas que incluyen cerca de las dos terceras partes de los registros (Figura. 6); convirtiéndose así en los medios preferidos de información por parte de los investigadores. El 28,5% corresponden a publicaciones en revistas, 5,5% artículo sin publicar con índice de impacto y 8,5% son de revistas nacionales. Un segundo grupo lo constituyen los trabajos que se encuentran publicados como capítulos de libro y libros como tal (22,5% tesis de maestría y 12,3% normas oficiales respectivamente). En un tercer plano se encuentran las bases virtuales y journal en un 11.2%. Seguidamente están las tesis doctorales, y licenciatura, las cuales constituyen el 11,5% de la literatura. Después se encuentran las memorias de congresos (nacionales e internacionales) y finalmente otros tipos de publicaciones (Figura. 10).



figura 10. tipos de publicaciones de los autores.

## CARÁCTER DE PUBLICACIÓN

Se puede observar en un campo de carácter donde se incluyen seis elementos en los cuales los artículos publicados fueron realizados por diferentes dependencias de estudio donde el 14.1% fueron publicaciones por la áreas ambientales en segundo lugar publicaciones universitarias con un 51.3% el 12.7% fueron por publicaciones sociales, el 10.8% fueron efectuadas por carácter oficial que son ejecutadas por normas industriales, de tal manera el 9% fueron públicas las publicaciones y otras publicaciones que no se obtuvo información de carácter de publicación con un 1.8% Figura 11.

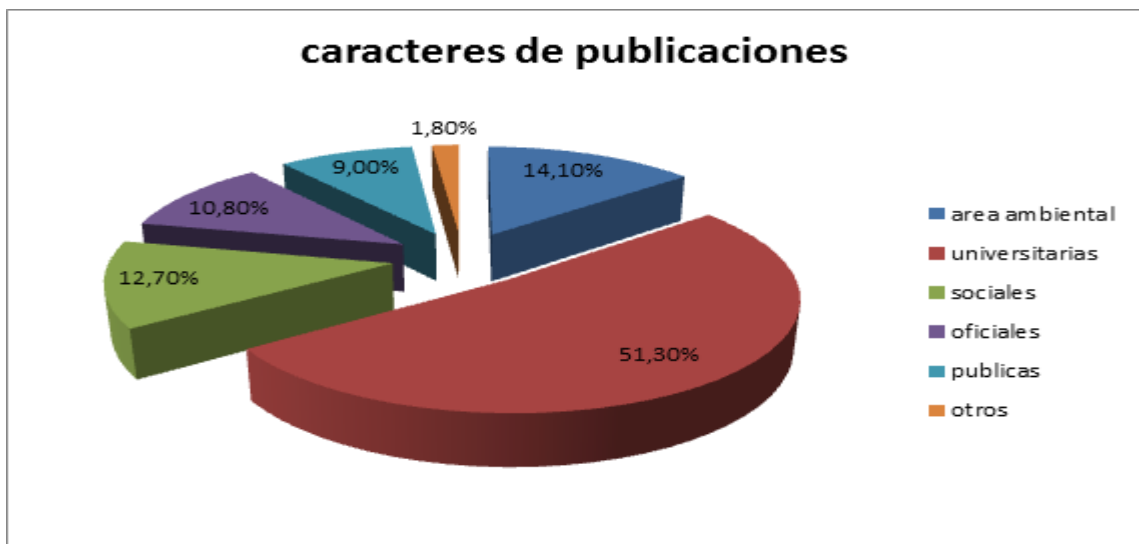


figura 11 caracteres de publicación por los autores

## IDIOMA DE PUBLICACIÓN

El idioma más utilizado para la publicación de las investigaciones realizadas en tema de sedimentos en el río Bogotá es con gran diferencia el español (81,9%). En un porcentaje inferior se encuentran los trabajos publicados en inglés (18,9%) y finalmente con un 1,8% los de alemán, 1,2% francés y otros idiomas no hubo resultado Figura 12.

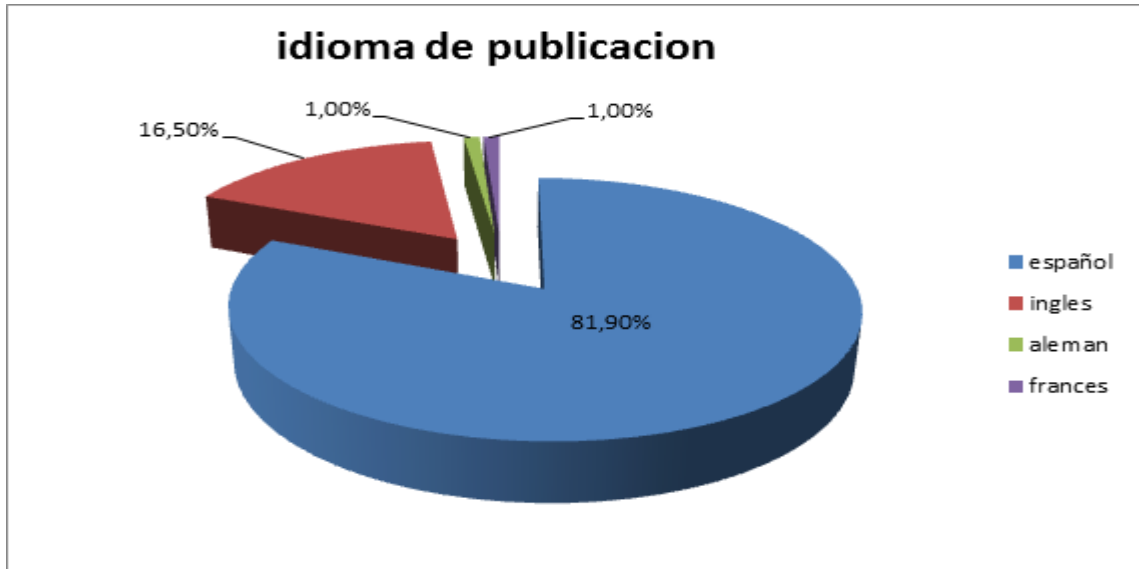


figura 12. Idioma de publicación de los autores

## ORIGEN DE LA PUBLICACIÓN

El origen de la publicación nos enfoca si el artículo que fue publicado fue nacional o internacional de esta forma nos damos cuenta que hay más países que investigan los sedimentos de los ríos colombianos donde el (82,5% son nacionales y el 17,5% son internacionales). Figura. 13.

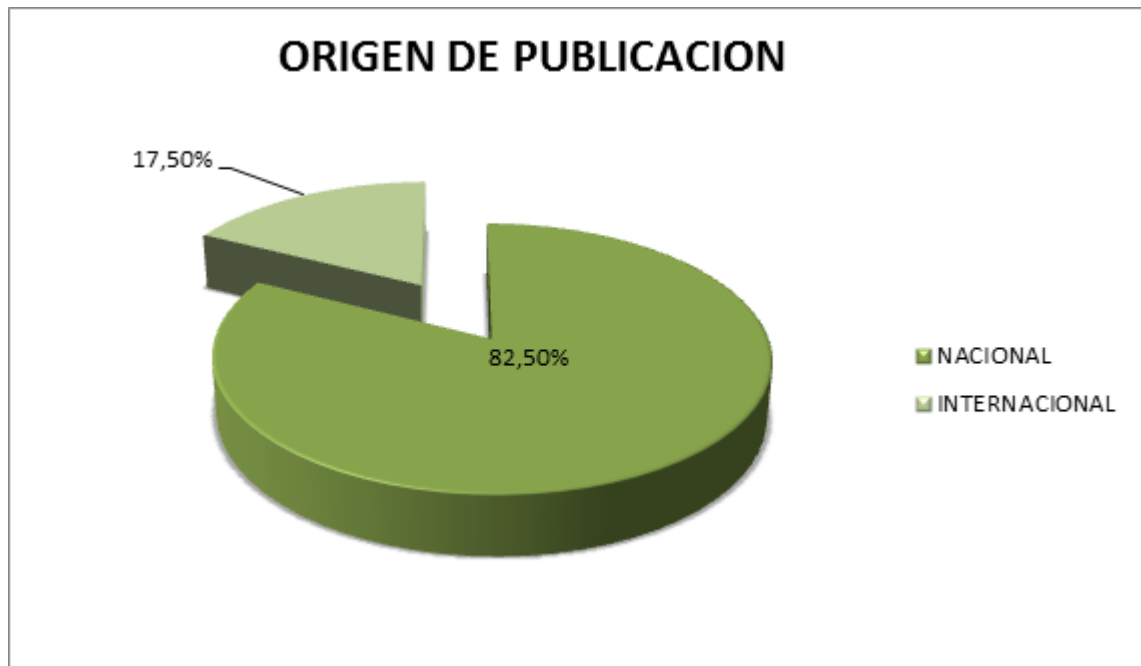


FIGURA 13. ORIGEN DE PUBLICACION

## GRADO DE MULTIDISCIPLINARIEDAD

Nuestros resultados muestran un claro predominio de los trabajos de carácter unidisciplinario (92%) frente a los de carácter multidisciplinario (8%) figura 14a. Los primeros son aquellos cuyos objetivos de investigación y metodología se encuentran enfocados en una disciplina científica en particular, mientras que los segundos contemplan estudios de carácter más integral, que incluyen dos o más áreas de conocimiento o que contemplan disciplinas tanto biológicas como no biológicas. Esta diferencia todavía resulta más marcada cuando se toman en cuenta sólo las investigaciones publicadas en revistas internacionales con índice de impacto, donde los estudios unidisciplinarios constituyen el 93,7% de la producción, frente a los multidisciplinarios con sólo el 6,3% figura. 14 b.

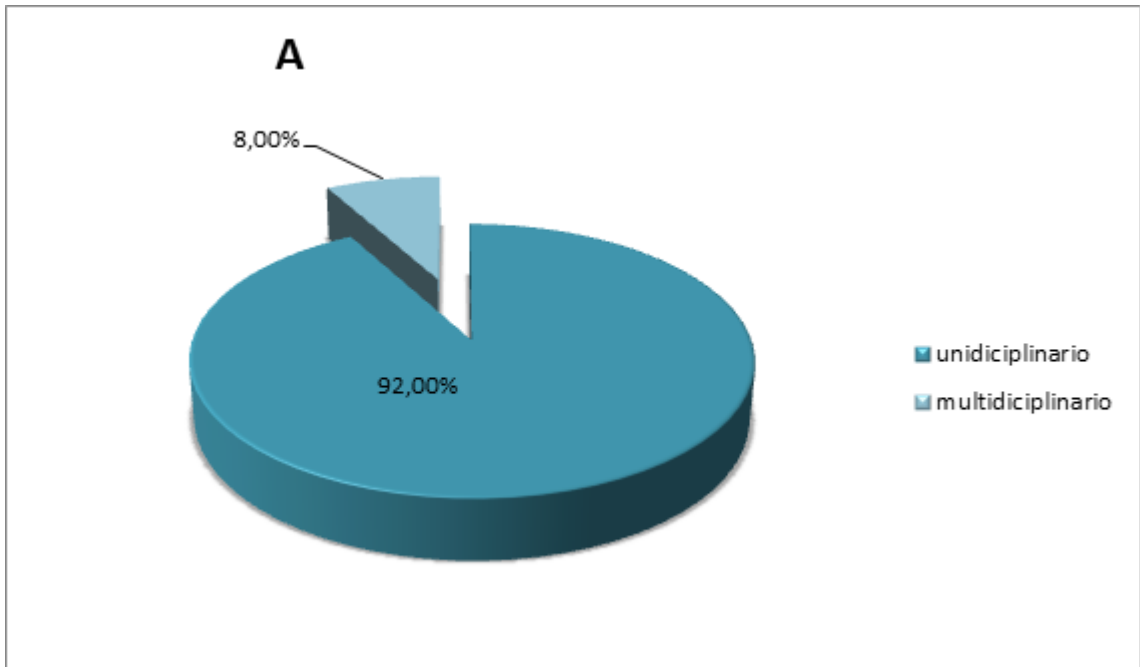


Figura 14 a Grado de multidisciplinariedad

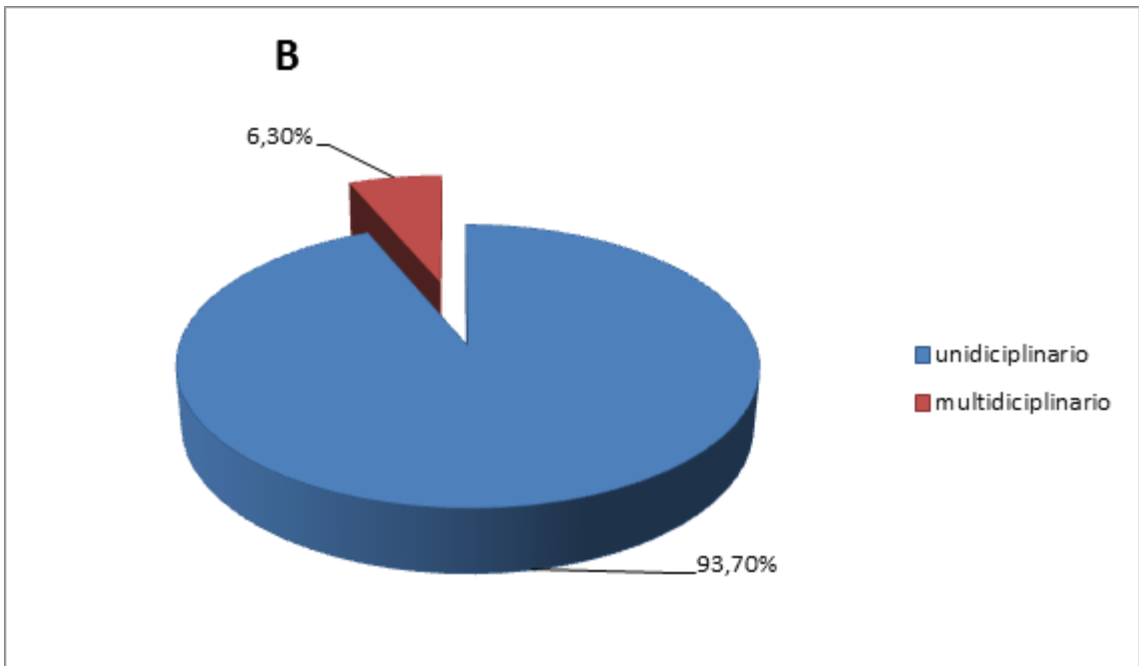
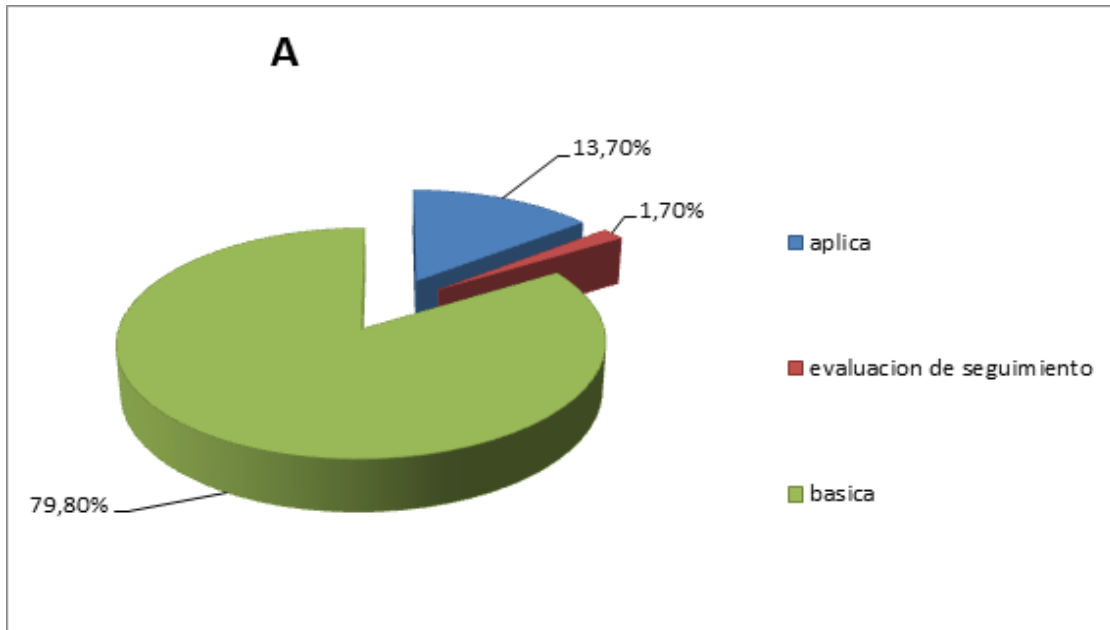
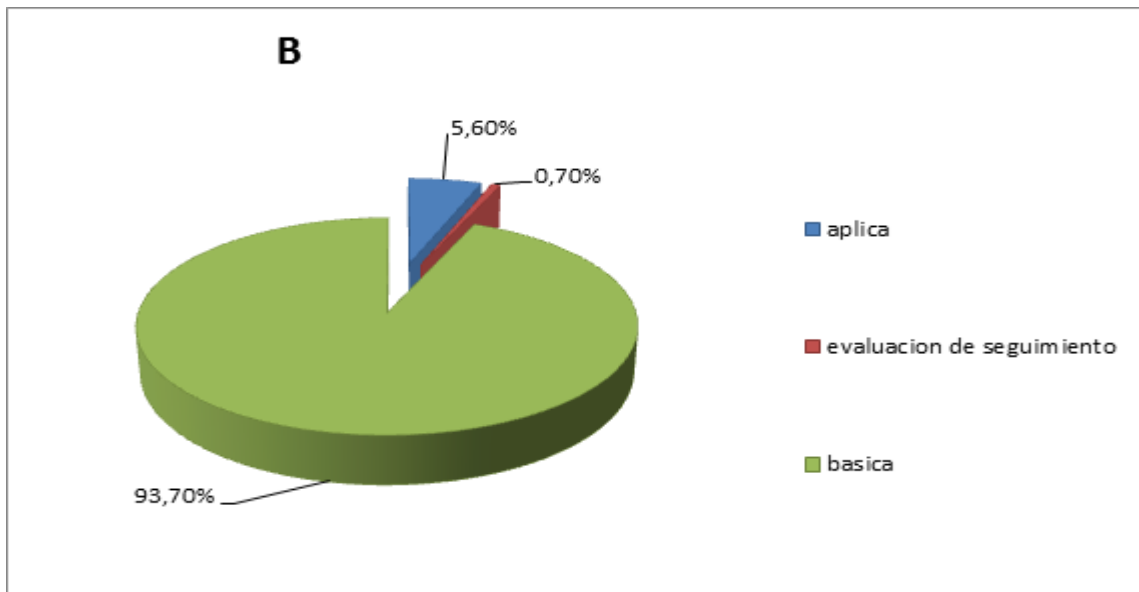


Figura.14 b Grado de multidisciplinariedad

## CARÁCTER BÁSICO Y APLICADO DE LA INVESTIGACIÓN



Debido a las características únicas de los sedimentos en el río Bogotá y sus innumerables problemas de conservación y contaminación, resulta de interés conocer en qué medida las investigaciones realizadas presentan: 1) carácter básico, 2) aplicabilidad directa en el ámbito de la gestión, educación, capacitación, desarrollo, etc., o 3) enfoque en la evaluación y monitoreo de planes, programas y proyectos. El resultado de nuestro análisis muestra que los trabajos de carácter básico son los predominantes en los estudios realizados en el río Bogotá (79,8%), seguidos a mucha distancia por las investigaciones de carácter aplicado (13,7%) y los trabajos de evaluación y seguimiento (1,7%) (Figura. 15a). Del mismo modo, al considerar exclusivamente las revistas internacionales con índice de impacto, el carácter básico de la investigación se acentúa todavía más (93,7% de las referencias). Sólo el 5,6% y 0,7% de las referencias analizadas son investigaciones de carácter aplicado y de evaluación y seguimiento, respectivamente (Figura. 15b).



Figuran 15 a. publicaciones en revistas de alto impacto

### Investigación por grandes áreas del conocimiento

Con el 83,4% de los artículos publicados, las ciencias de la ingeniería constituyen sin duda el área de conocimiento más representativa de la investigación realizada en los sedimentos del río Bogotá. El 12,6 % de las referencias analizadas tratan aspectos vinculados a las ciencias ambientales, y sólo el 3,8% son trabajos vinculados a las ciencias de la tierra y de la gestión (Figura. 16a).

Cuando se analizan separadamente los trabajos que se han publicado en revistas con índice de impacto se puede observar que se acentúan todavía mucho más estas diferencias en cuanto a la representación de las distintas áreas del conocimiento. El 97,5% de las referencias son investigaciones centradas en las ciencias de la ingeniería. A gran distancia se encuentran las referencias sobre ciencias sociales y sobre ciencias tecnológicas (2,3%), quedando con un 0,2% de trabajos sobre las ciencias de la salud (Figura.16b).



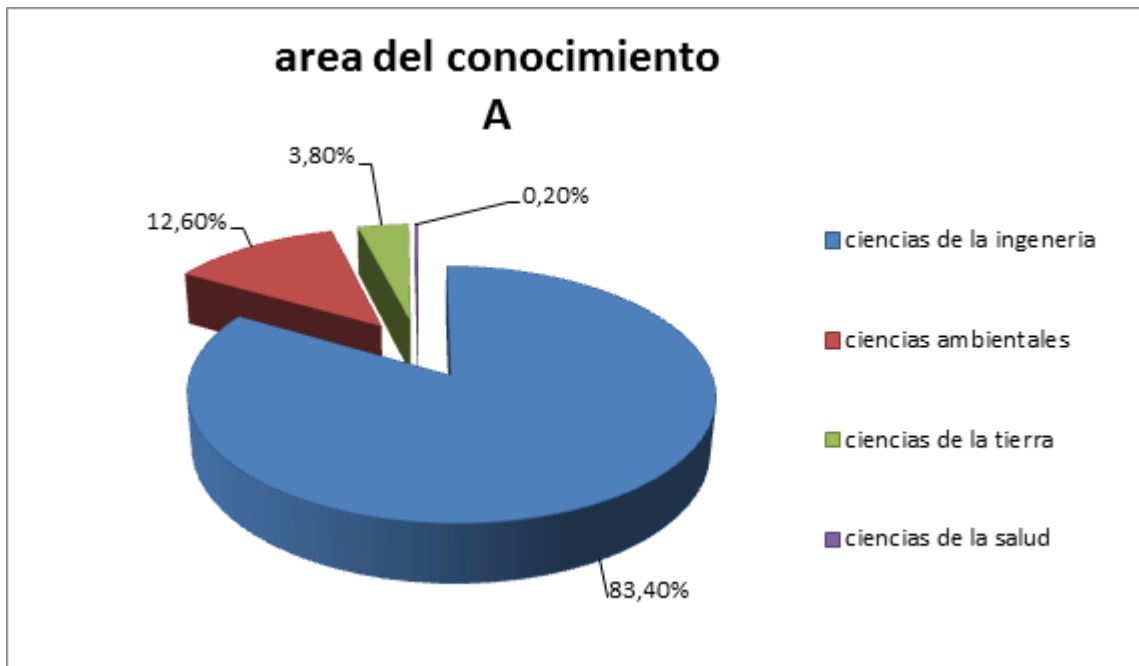


Figura.16 a Investigación por grandes áreas del conocimiento

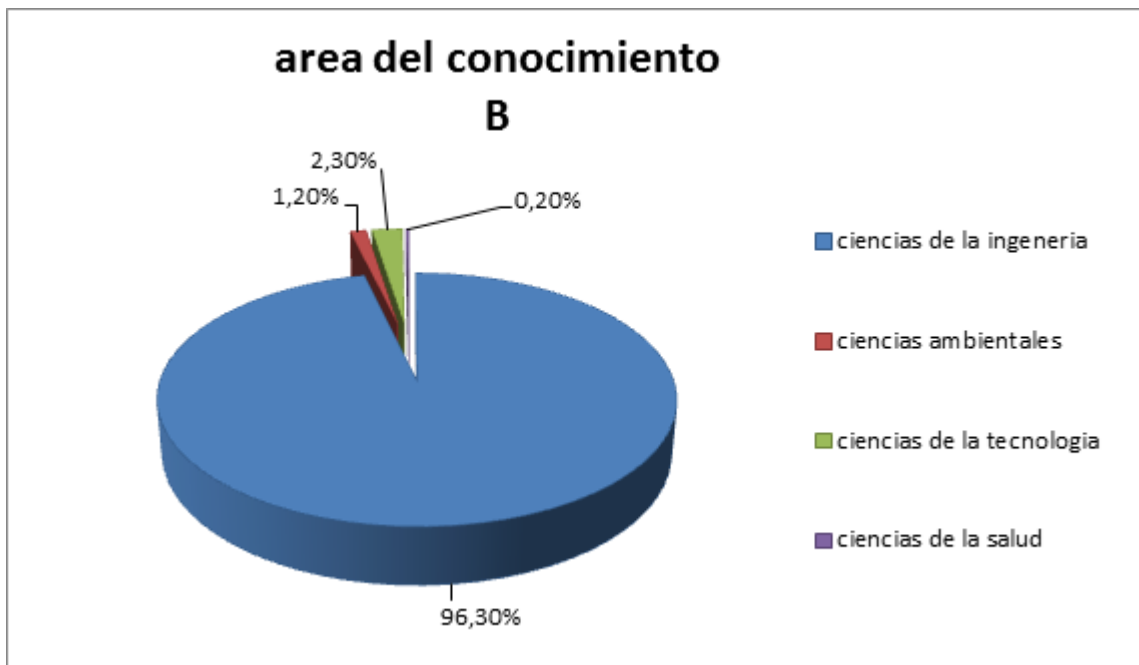


Figura. 16b Investigación por grandes áreas del conocimiento

## 11. CONCLUSIONES

Esta investigación ha permitido la elaboración de una base de datos de referencia para investigadores que pretendan abordar en un futuro el tema de sedimento del río Bogotá.

Con respecto a la variable cantidad de sedimentos, se pudo concluir que se han adelantado investigaciones a profundidad con el fin de mitigar la contaminación que se encuentra en el río Bogotá dando como finalidad el auge principal de donde vienen estos sedimentos y así mismo poder anexar toda esta información en una matriz dando como resultado la cantidad de sedimentos encontrados en el río Bogotá.

Con respecto a la variable calidad de sedimentos del río Bogotá, es preciso notar que existen varias clases de sedimentos donde se realizan revisiones bibliográficas y se anexan de tal manera se puedan especificar las calidades de sedimentos y se puedan tomar variables investigativas con el fin de adoptar al investigador que desee explorar temas relacionados con la evolución del río Bogotá respecto a los sedimentos que se encuentren en el río Bogotá.

## 12. RECOMENDACIONES

1. Los resultados de esta investigación permiten a los investigadores relacionados con el río Bogotá tener un panorama general del estado de los estudios sobre tan importante fuente hídrica. Y, se recomienda como consulta inicial para familiarizarse con estudios realizados en ella antes de abordar una investigación en el río Bogotá.
2. Las industrias ubicadas cerca de los alrededores del río Bogotá y los afluentes que llegan allí, deberían obtener un mejor control donde los entes que regulan estas industrias puedan obtener mejor manejo de sus residuos para mejorar la calidad del río.
3. Planteamiento y estimación del impacto de alternativas sostenibles de drenaje y tratamiento en zonas rurales de escorrentía superficial en la calidad del agua del Río Bogotá.
4. Se debe tener continuidad en el desarrollo de la investigación con el fin de obtener un monitoreo considerable en las diferentes épocas del año y en otros puntos del río ya que se detectó que los resultados obtenidos son de gran diversidad debido a los diferentes vertimientos que llegan al río.

## **BIBLIOGRAFIA DE LA MATRIZ**

- 1.** Restrepo L, O, & Ospino O. (2015). Transporte de sedimentos en suspensión en los principales ríos del Caribe colombiano: magnitud, tendencias y variabilidad. *Revista de la Academia Colombiana de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales*. Pag 39 a 133.
- 2.** Pinedo J, Marrugo J, Díez S. (2015) Speciation and bioavailability of mercury in sediments impacted by gold mining in Colombia. *Revista Sciencis Direct El Sevier*, 119: 1289 - 1295.
- 3.** Alvarado M, D, Díaz, M, García C, Garzón J, Hermelin M, López E, Martínez J, Miranda J, Restrepo J, Restrepo L, J, Rodríguez N, Zapata Paula. (2005). Los Sedimentos del río Magdalena: Reflejo de la Crisis ambiental. Libro de Colciencias Colombia Fondo editorial. 19 - 266.
- 4.** Feria J.J, Marrugo J.L, González H, (2010) Heavy metals in Sinú river, department of Córdoba, Colombia, South America. *Revista facultad de Ingeniería Universidad Antioquia*, pag: 35 - 44.
- 5.** Autoridad ambiental CAR, (2006) Gestión y estudios ambientales, Colombia: Autor. Plan de ordenación y manejo de la cuenca del río Magdalena – vertiente oriental departamento de Cundinamarca. Documento de la Gestión y estudios ambientales, unión temporal.
- 6.** Serrano B, (2004) The Sinú river delta on the Northwestern Caribbean coast of Colombia: Bay infilling associated with delta development. *Journal of South American Earth Sciences*. 623-631.
- 7.** Artigas J, López J. (2016) Estimación de la concentración de sedimentos en el río Orinoco usando sensores remotos. Instituto de Mecánica de Fluidos, Facultad de Ingeniería, Universidad Central. 2016.
- 8.** Mertes L, Smith M, Adams J. (1993). Estimating Suspend Sediment Concentrations in Surface Water of the Amazon River Wetlands from Landsat Images. *Remote Sensing of Environment science direct*. 281 – 301.
- 9.** Silva G. (2005). The Orinoco River basin: hydrographic view and its hydrological balance. *Revista Geográfica Venezolana*. 75-108.

- 11.** Ríos A, Posada G, Vélez, Zambrano N, (2016) Contreras. Buenas prácticas para la medición de cargas de sedimento en ríos de Colombia. XXVII Congreso Latinoamericano de hidráulica.
- 12.** Costa P, Mora P, Lozano P, Arévalo S. (2010) Sistemas morfogénicos del territorio colombiano. Instituto de Hidrología, meteorología y estudios ambientales. Anexo 2 plancha 26.
- 13.**(2014) IDEAM. Estudio nacional del agua. Instituto de Hidrología, meteorología y estudios ambientales.
- 14.** Vargas O, García M, Montoya J, Contreras C. (2018). Reporte de avance del estudio nacional del agua 2018. Instituto de Hidrología, meteorología y estudios ambientales.
- 15.**Serrano O. (1985) Transporte de sedimentos en ríos colombianos. IDEAM, HIMAT.
- 16.** Bernal G, Toro M, Montoya L, Garizabal C. (2005). Estudio de la dispersión de sedimentos del río Atrato y sus impactos sobre la problemática ambiental costera del golfo de Urabá. Universidad Nacional de Colombia.
- 17.**Guarin C. (2014). Modelación del transporte de sedimentos en ríos. ejemplos de aplicación por el método de diferencias finitas en EXCEL y MATLAB. Escuela Colombiana de Ingeniería Julio Garavito Escuela de Ingeniería Civil.
- 18.**Higgins A, Restrepo JC, Otero L, Ortiz JC, Conde M. (2017). Distribución vertical de sedimentos en suspensión en la zona de desembocadura del Río Magdalena, Colombia. Universidad del Norte, Latin American Journal of Aquatic Research, 724 - 736.
- 19.**Galvis M. (2008) Estimación de la generación de sedimentos en la cuenca hidrográfica del río Sisga con base en la ecuación universal de pérdida de suelo. Universidad de la Salle, Facultad de Ingeniería Ambiental y Sanitaria.
- 20.**Gualdrón D. (2016). Evaluación de la calidad de agua de ríos de Colombia usando parámetros fisicoquímicos y biológicos. Compendio de trabajos de investigación, Revista Dinámica Ambiental.1 - 20.

- 21.** Mejía, C. A. Z., Chitiva, L. G. R., Cabrera, Y. A. T. (2013). Metales pesados asociados con las partículas atmosféricas y sedimentadas de superficies viales: Soacha (Colombia). *Revista Científica*, 113-124.
- 22.** Pinzon U, Rodríguez J, Giraldo E. (1993). Interaction of the heavy metals (Cr+ 6, Cd, Pb, Ni) between the silt and the water column in the case study of Bogota River. *Internacional Nuclear Information System, Universidad de los Andes*, (14).
- 23.** Mejía C, González J, Monzón T. (2011). Heavy metal concentration and distribución (Pb, Zn, Cu, Cd and Cr) in urban road sediments. *Revista Facultad de Ingeniería Universidad de Antioquia*, 53 ,58.
- 24.** Restrepo A. (2015). El impacto de la deforestación en la erosión de la cuenca del río Magdalena (1980-2010). *Revista Académica de Colombia ciencias*. 39 (151): 250 - 267.
- 25.** Douglas I. (1967) Man, Vegetation and the Sediment Yields of Rivers. *International journal of science Nature* 925 - 928.
- 25.** Hoyos N, Escobar J., Restrepo J., Arango A., Ortiz J., (2013) Impact of the La Niña phenomenon in Colombia, South America: The human toll of an extreme weather event. 16 - 25.
- 26.** Restrepo J., Syvitski J. (2010) Simulating spatial variability of sediment fluxes in an Andean drainage basin, the Magdalena River. *Journal of Geology*. 363 - 379.
- 27.** Ludwig W., Probst J., (1998) River sediment discharge to the oceans: Present controls and global budgets. *American Journal of Science*. 265-295.
- 28.** "Restrepo J., Kjerfve B., (2000) Magdalena River: Interannual variability (1975-1995) and revised water discharge and sediment load estimates. *Journal of Hydrology*. 137-149.
- 29.** Restrepo JD. (2005). Los Sedimentos del Río Magdalena: Reflejo. de la Crisis Ambiental. Fondo Editorial Universidad EAFIT.

- 30.** Restrepo J.D., Syvitski. (2006) Assessing the Effect of Natural Controls and Land Use Change on Sediment Yield in a Major Andean River: The Magdalena Drainage Basin, Colombia. *Journal of the Human Environment*. 44-53.
- 31.** "Restrepo J.D., Kjerfve B., Restrepo J.C., Hermelin M. (2006) Factor Controlling Sediment Yield from a Major South American Drainage Basin: The Magdalena River, Colombia. *Journal of Hydrology*. 213-232.
- 32.** Restrepo J.D., López S.A., Restrepo J.C. (2006) Geomorphic factors controlling sediment yield in the Andean rivers of Colombia. *Latin American Journal of Sedimentology and Basin Analysis*. 79-92.
- 33.** Restrepo J.D., Syvitski. (2006) Assessing the Effect of Natural Controls and Land Use Change on Sediment Yield in a Major Andean River: The Magdalena Drainage Basin, Colombia. *Journal of the Human Environment*. 44-53.
- 34.** "Restrepo J.D., Kjerfve B., Restrepo J.C., (2006) Hermelin M. Factors Controlling Sediment Yield from a Major South American Drainage Basin: The Magdalena River, Colombia. *Journal of Hydrology*. 213-232.
- 35.** Restrepo J.D., López S.A., Restrepo J.C. (2009) Geomorphic factors controlling sediment yield in the Andean rivers of Colombia. *Latin American Journal of Sedimentology and Basin Analysis*. 79-92.
- 36.** Peters J.J. (2000) Medición transporte sedimento. Marimorph. Presentación.
- 37.** Restrepo J.C., Pierini J.O. (2012) Measurement of suspended sediment concentration using optical and acoustic devices: application in tropical systems (Mira River Delta, Colombia). *Latin American Journal of Aquatic Research*. 153 - 168.
- 38.** Toro V., Otero D., Bernal F. (2004) Sistema de medición de sedimentos para uso en la zona de rompientes. Universidad del Quindío sociedad de Ingenieros. Seminario nacional de hidráulica e hidrología.

### **13. BIBLIOGRAFÍA**

1. (car 2006) "plan de ordenamiento y manejo de la cuenca hidrográfica del rio Bogotá"
2. Rodrigo, D. (2018). Río Bogotá: recomendaciones para la revisión general del POT Bogotá D.
3. (universidad de la Salle 2016) "Evaluación de la contaminación por cadmio y plomo en agua, suelo, y sedimento y análisis de impactos ambientales en la subcuenta del rio Balsillas afluente del rio Bogotá"
4. Jhesibel, C. Ortiz, R. (2015). Evaluación del impacto del vertimiento de aguas residuales en la calidad del río Bogotá.
5. (car 2006). plan de ordenamiento y manejo de la cuenca hidrográfica del rio Bogotá
6. (revista indes del 2015). Evaluación del impacto del vertimiento de aguas residuales en la calidad del río Bogotá.
7. (CAR 2006) Ley 99 de 1993 (Artículo 31).
8. Empresa de agua y alcantarillado de Bogotá.
9. (CAR.2006) Cuenca hidrográfica del rio Bogotá
- 10.(CAR 2006) río Bogotá: recomendaciones para la revisión general del pot.
- 11.(CAR2006) Corporación autónoma regional de Cundinamarca.
- 12."Restrepo J., Kjerfve B., (2000) Magdalena River: Interannual variability (1975-1995) and revised water discharge and sediment load estimates. Journal of Hydrology. 137-149.
- 13.29. Restrepo JD. (2005). Los Sedimentos del Río Magdalena: Reflejo. de la Crisis Ambiental. Fondo Editorial Universidad EAFIT.
- 14.Mejía C, González J, Monzón T. (2011). Heavy metal concentration and distribución (Pb, Zn, Cu, Cd and Cr) in urban road sediments. Revista Facultad de Ingeniería Universidad de Antioquia, 53 ,58.



- 15.** (CAR.2006) Cuenca hidrográfica del río Bogotá
- 16.** (CAR 2006) río Bogotá: recomendaciones para la revisión general del pot.
- 17.** Jhesibel, C. Ortiz, R. (2015). Evaluación del impacto del vertimiento de aguas residuales en la calidad del río Bogotá.
- 18.** (car 2006). plan de ordenamiento y manejo de la cuenca hidrográfica del río Bogotá
- 19.** (car 2006). plan de ordenamiento y manejo de la cuenca hidrográfica del río Bogotá

