

CREACIÓN DEL ESTADO DEL ARTE PARA LA CUENCA MEDIA DEL RÍO BOGOTÁ COMO MECANISMO DE APROPIACIÓN SOCIAL

Erika Giseth Álvarez Carreño ¹, Juan Carlos Murillo Coba ².

¹ Estudiante de ingeniería ambiental, Universidad Santo Tomás Bogotá, erikaalvarez@usantotomas.edu.co

² Estudiante de ingeniería ambiental, Universidad Santo Tomás Bogotá, juanmurillo@usantotomas.edu.co

RESUMEN

El presente artículo tiene como objetivo elaborar un estado del arte en la cuenca media del río Bogotá, a partir de los años 2012 a 2018, tomando como base la sentencia del consejo de estado (marzo 2014) y los objetivos contemplados dentro de la Política Nacional para la Gestión Integral del Recurso Hídrico (PNGIRH), tomando como fuentes de información instituciones académicas públicas y privadas presentes en el entorno de la cuenca y Alcaldías, Secretaría de Ambiente y CAR; el proyecto se encuentra enmarcado dentro del proyecto de investigación FODEIN 2018, el cual tiene como nombre “Creación del observatorio de la cuenca media del río Bogotá” realizado por la maestría en gestión de cuencas hidrográficas y la facultad de ingeniería ambiental de la Universidad Santo Tomás, el cual servirá de herramienta de consulta para quien lo requiera.

La metodología de trabajo empleada se divide en cinco etapas, la primera etapa tenía como fin generar una contextualización inicial del estado socio ambiental de la cuenca, por ende se asistió a la presentación de resultados de la actualización del Plan de Manejo y Ordenamiento de la Cuenca (POMCA) del río Bogotá, igualmente se revisaron fuentes secundarias como noticias y publicaciones sobre el río Bogotá. La etapa dos y tres consistieron en recopilar y clasificar en una base de datos los documentos, investigaciones y artículos referentes a la cuenca media del río Bogotá, en torno a temáticas ambientales que se encuentran en repositorios y páginas web de diferentes universidades, arrojando que la temática con mayor información disponible fue la de gestión integral del recurso hídrico, por tal razón se realiza una reclasificación tomando como objetivo este ítem y centrando la búsqueda en los objetivos contemplados dentro de la (PNGIRH) del Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible.

En la etapa cuatro, se procedió a realizar la síntesis bibliográfica producto de la reclasificación documental, encontrando que hay mayor número de estudios referentes a temáticas en calidad del agua, seguido de manejo de conflictos y en menor cantidad se encontraron sobre administración del recurso hídrico. Por otra parte, se evidenció que a partir del año 2013 hubo un aumento de las investigaciones y publicaciones realizadas, lo cual puede estar relacionado con la sentencia del Consejo de Estado, sobre la descontaminación del río Bogotá.

Por último, para la etapa cinco se realizaron dos talleres sociales dentro del desarrollo del proyecto de creación de observatorio con el apoyo de la maestría en gestión de cuencas hidrográficas, realizados en los municipios de Cota y Funza, con el fin de debatir con los representantes de entidades públicas sobre las acciones realizadas con el fin de dar cumplimiento a la sentencia de descontaminación del río Bogotá, así mismo como generación estrategias lúdicas a estudiantes con el propósito generar conciencia sobre la importancia de conservar y preservar los hábitats que se encuentran dentro de la cuenca del río Bogotá.

De la información analizada se concluye la importancia de relacionar y aplicar adecuadamente los cuatro componentes que establece la PNGIRH, ya que a través de estos es posible llevar a cabo procesos de transformación de los territorios a través de la participación activa e incluyente de los diferentes actores sociales en las decisiones con el fin de evitar que el agua y sus dinámicas se conviertan en amenazas para las comunidades, garantizando la integridad de los ecosistemas pertenecientes a la cuenca del río Bogotá.

Palabras clave: Río Bogotá, gestión integral del recurso hídrico, POMCA, sentencia Consejo de Estado.

CREATION OF THE STATE OF ART FOR THE MEDIA BASIN OF THE BOGOTÁ RIVER AS A SOCIAL APPROPRIATION MECHANISM

The present article aims to develop a state of the art in the middle basin of the Bogotá River, from the years 2012 to 2018, based on the ruling of the state council (March 2014) and the objectives contemplated within the National Policy for the Integral Management of the Water Resource (PNGIRH), taking as information sources public and private academic institutions present in the area of the basin and City Halls, Secretariat of Environment and CAR; The project is framed within the FODEIN 2018 research project, which has the name "Creation of the observatory of the middle basin of the Bogotá River" carried out by the master's degree in watershed management and the environmental engineering faculty of the Universidad Santo Tomás, which will serve as a consultation tool for those who require it.

The work methodology used is divided into five stages, the first stage was intended to generate an initial contextualization of the socio-environmental status of the basin, therefore attended the presentation of results of the Management Plan Update and Basin Management (POMCA) of the Bogotá River, secondary sources such as news and publications on the Bogotá River were also reviewed. Stage two and three consisted of compiling and classifying in a database the documents, research and articles related to the middle basin of the Bogotá River, around environmental issues found in repositories and web pages of different universities, showing that the Thematic with more information available was the integral management of the water resource, for this reason a reclassification is carried out taking as objective this item and focusing the search on the objectives contemplated within the (PNGIRH) of the Ministry of Environment and Sustainable Development.

In stage four, we proceeded to make the bibliographic synthesis product of the documentary reclassification, finding that there is a greater number of studies related to issues in water quality, followed by conflict management and in lesser amount were found about water resource management. On the other hand, it was evidenced that as of 2013 there was an increase in the investigations and publications carried out, which may be related to the ruling of the Council of State, on the decontamination of the Bogotá River.

Finally, for stage five, two social workshops were held within the development of the observatory creation project with the support of the expertise in watershed management, carried out in the municipalities of Cota and Funza, in order to discuss with representatives of public entities on the actions carried out in order to comply with the decontamination sentence of the Bogotá River, as well as generation of play strategies for students with the purpose of raising awareness about the importance of conserving and preserving the habitats found within the Bogotá river basin.

From the information analyzed, the importance of relating and applying properly the four components established by the PNGIRH is concluded, since through these it is possible to carry out processes of transformation of the territories through the active and inclusive participation of the different actors social in the decisions in order to prevent water and its dynamics from becoming threats to the communities, guaranteeing the integrity of the ecosystems belonging to the Bogotá river basin.

Keywords: Bogotá River, integral water resource management, POMCA, State Council decision.

1. Introducción

La privilegiada ubicación geográfica de Colombia, lo convierte en uno de los países con una gran oferta hídrica y diversidad de ecosistemas productores de agua, tales como páramos y bosques alto andino [1], los cuales brindan diferentes servicios ambientales dentro de los cuales se encuentra el abastecimiento de agua para posteriormente ser usada para consumo humano o para actividades productivas, como la agricultura y la industria; pero a causa de las malas prácticas antrópicas se ha provocado el deterioro de los ecosistemas, generando una disminución de los caudales de los ríos, la desecación de humedales y pérdida de fuentes de agua superficial y subterráneas [2], un ejemplo de los daños a los ecosistemas es el río Bogotá, uno de los más importantes de la región, que además de servir como eje articulador del departamento de Cundinamarca y de la ciudad de Bogotá, posee gran incidencia dentro de las actividades económicas que se ejercen dentro de esta zona [3]. En la actualidad, sus 590 mil hectáreas [4] se han visto afectadas por diferentes problemáticas que han llevado a una catástrofe ambiental, un ejemplo de esto son las presiones ambientales generadas en las cuencas de los ríos Salitre, Torca, Fucha y Tunjuelo, los cuales son tributarios del río Bogotá que aportan el 84% del total de la contaminación del río, a causa de las descargas de aguas residuales con altos contenidos de metales pesados y materia orgánica [5].

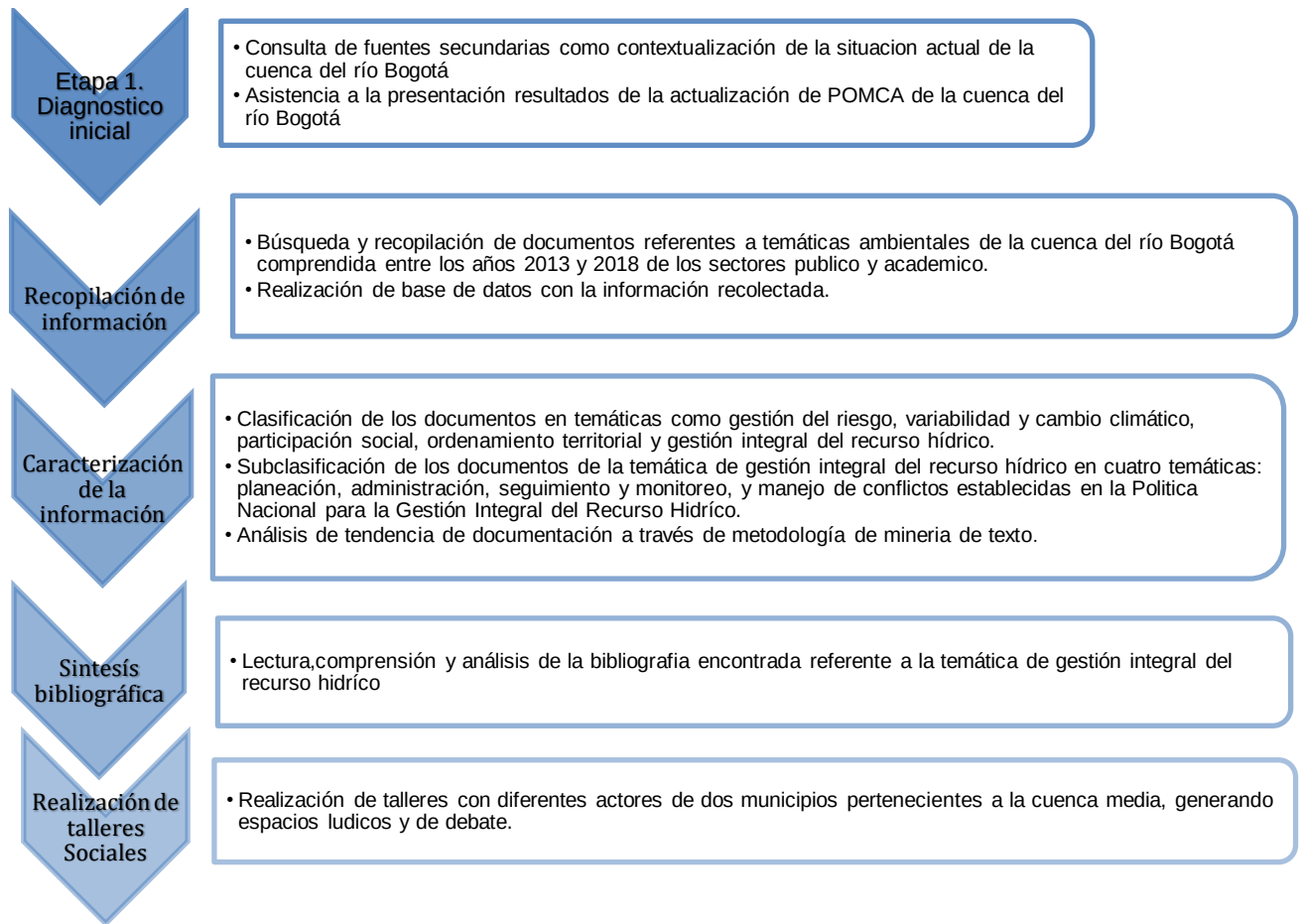
Desde la instauración del Sistema Nacional Ambiental enmarcado en la Ley 99 de 1993, que tiene como fin definir y orientar actividades, normas, recursos e instituciones que permitan el cumplimiento de los principios generales ambientales establecidos en la Constitución Política de Colombia de 1991 [6], se ha visto la desarticulación de instituciones y autoridades de carácter ambiental en la implementación de soluciones a las problemáticas ambientales que aquejan al país. Las problemáticas ambientales evidenciadas en la cuenca del río Bogotá han persistido en el tiempo por la falta de comunicación de los diversos actores y entidades que desarrollan proyectos, contratos, consultorías e investigaciones dentro de la cuenca, provocando que los resultados de estas actividades y acciones no tengan grandes repercusiones en el objetivo de descontaminar y recuperar el río Bogotá.

A raíz de la anterior problemática, el Consejo de Estado emitió la sentencia AP- 25000- 23- 27-000-2001-90479-01 del 28 de marzo del 2014, frente a la catástrofe ambiental, ecológica, económica y social por la que está pasando la cuenca del río Bogotá, ordenando el diseño y la implementación de medidas para descontaminar, recuperar y conservar el río Bogotá y sus afluentes evitando futuras contaminaciones [7]. Esta sentencia tiene como objetivo brindar una solución integral en la cuenca, en donde se abordan tres componentes: (i) el mejoramiento ambiental y social de la cuenca del río enfocado en mejorar la calidad del agua, mitigar y reducir los impactos ambientales en el río, así como la implementación y actualización de los instrumentos de planeación, (ii) la articulación y coordinación institucional, intersectorial y económica, que tiene como fin articular, coordinar y aunar esfuerzos institucionales para la integración sistemática y construcción colectiva entre las entidades públicas y autoridades ambientales y (iii) la profundización en procesos de educación y participación, adoptando estrategias que permitan incorporar la educación ambiental como eje transversal y proporcionar instrumentos que permitan abrir espacios para la reflexión crítica en la población y el crear estrategias conjuntas para un mejoramiento continuo [7].

2. METODOLOGÍA

Para dar cumplimiento al objetivo propuesto en este trabajo, se llevó a cabo la metodología esquematizada en la imagen 1:

Imagen 1: Esquema de metodología aplicada



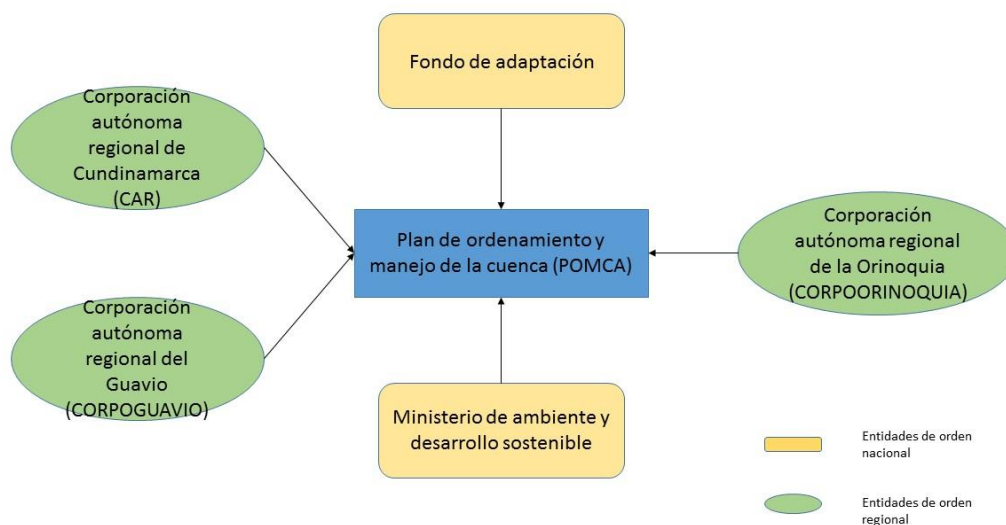
Fuente: Autores

3. RESULTADOS

Etapa 1 – Diagnóstico inicial

Con el fin de realizar una contextualización de la situación actual de la cuenca del Río Bogotá, se participó en la presentación de resultados de la actualización del Plan de Ordenamiento y Manejo de la Cuenca Hidrográfica (POMCA) del Río Bogotá, donde estuvieron los actores relacionados en la imagen 2.

Imagen 2: Actores responsables de actualización POMCA río Bogotá



Fuente: Autores

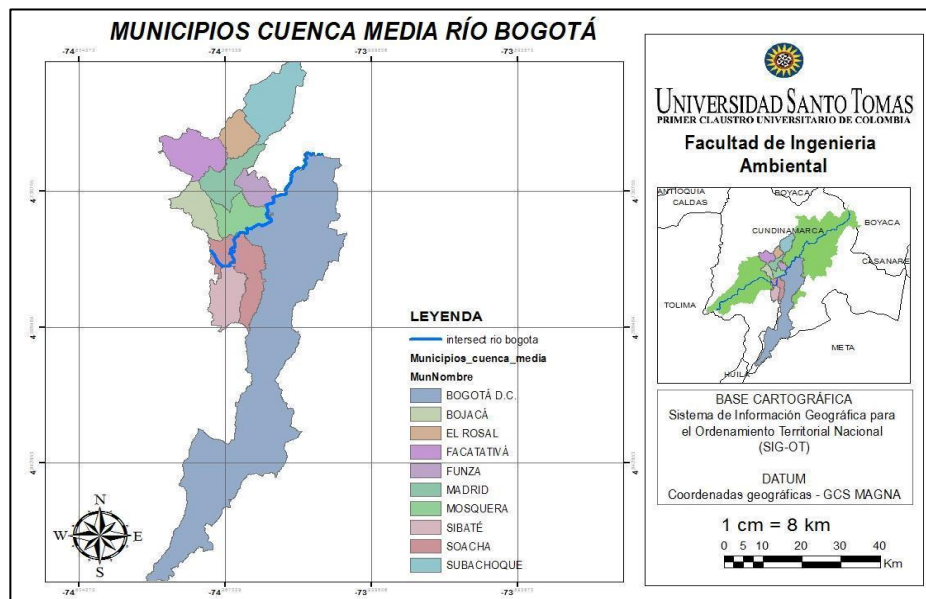
En esta reunión se presentaron los resultados de cada una de las fases para la formulación de un POMCA, dentro de las cuales se encuentra el aprestamiento, donde se llevó a cabo la conformación del equipo técnico para la formulación del plan, así como la planeación de estrategias de socialización y participación de los diferentes actores involucrados tales como los consejos de cada una de las cuencas del río, todo esto dando cumplimiento a la Sentencia del Consejo de Estado.

Posteriormente se presentó la fase de diagnóstico en la cual se realizó la caracterización del medio, donde a través de mapas e ilustraciones se expuso información referente a Índice de Calidad de agua (ICA), la caracterización biótica y de fauna y los ecosistemas estratégicos de la cuenca, así como la zonificación ambiental de la cuenca del río Bogotá. Finalmente se generó un espacio para dar a conocer las dudas y opiniones por parte de los asistentes de dicha presentación.

Etapas 2 – Recopilación de la información

Para la realización de esta etapa se tuvieron en cuenta los municipios que hacen parte de la cuenca media el río Bogotá tal como está indicado en el POMCA del Río Bogotá, conformada como se muestra en el siguiente mapa:

Mapa 1. Conformación municipal de la cuenca media del Río Bogotá



Fuente: Autores

La recopilación de información se inicia con la búsqueda en los repositorios de las universidades públicas y privadas de la ciudad de Bogotá, igualmente en bases de datos y páginas web de entidades públicas. Como producto de esta etapa se encontraron gran cantidad de documentos, en diferentes instituciones y entidades, los cuales se presentan en la tabla 1:

Tabla 1. Entidades con información encontrada del río Bogotá.

Sector público	Sector académico
•Alcaldía de Chía •Contraloría de Bogotá •Corporación Autónoma Regional de Cundinamarca •Empresa de Acueducto y Alcantarillado de Bogotá •Instituto de Investigación Alexander Von Humboldt •Secretaría Distrital de Ambiente	•Universidad Nacional de Colombia •Universidad Distrital Francisco José de Caldas •Universidad de los Andes •Pontificia Universidad Javeriana •Universidad Santo Tomás •Universidad Libre •Universidad de la Salle •Universidad Colegio Mayor de Cundinamarca •Universidad Jorge Tadeo Lozano •Escuela Colombiana de Ingeniería •Universidad de Cundinamarca •Universidad Militar Nueva Granada •Universidad Nacional Abierta y a Distancia

Fuente: Autores

Etapa 3 – Caracterización de la información

En la información recolectada se obtuvo un total de 207 documentos de los diferentes actores establecidos en el inicio del proyecto, donde según la categorización por líneas de investigación se obtuvieron los siguientes resultados:

Tabla 2. Cantidad de documentos por línea de investigación.

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN	NÚMERO DE DOCUMENTOS
Gestión integral del recurso hídrico	83
Ordenamiento Territorial	26
Variabilidad y cambio climático	18
Gestión del Riesgo	17
Participación Social	20
Otros	42

Fuente: Autores

Posteriormente se realizó el análisis de documentación por año de publicación, en el cual se evidencia que a medida que transcurre cada año, hay un aumento de publicaciones e investigaciones referentes a la cuenca media del río Bogotá. Así mismo se encuentra un aumento de investigaciones a partir del año 2014, en donde se realizó la instauración de la Sentencia del río Bogotá, tal como se evidencia en la siguiente gráfica:

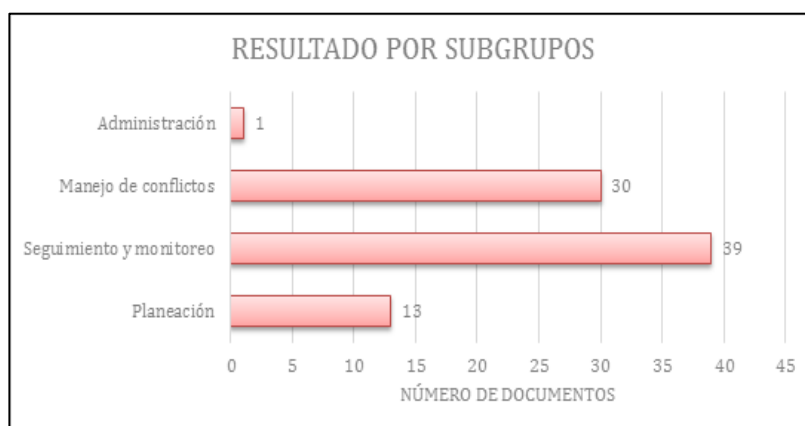
Gráfica 1. Cantidad de documentos publicados por año



Fuente: Autores

Según los resultados evidenciados en la tabla 2, la temática de gestión integral del recurso hídrico es la temática con mayor número de documentos encontrados, por lo cual se realiza una nueva clasificación únicamente a estos 83 documentos, según lo establecido en la PNGIRH, obteniendo los siguientes resultados:

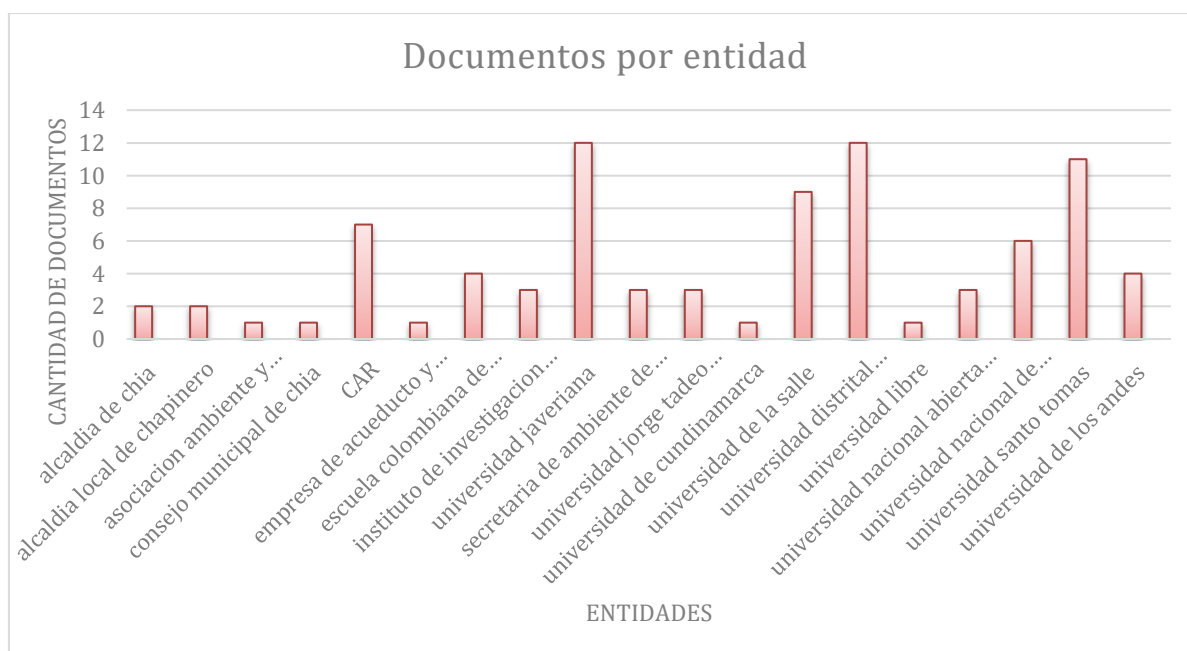
Gráfica 2. Cantidad de documentos de la temática gestión integral del recurso hídrico.



Fuente: Autores

En la gráfica 3 se puede observar que dentro del sector académico, las universidades con mayor producción de investigaciones, artículos y documentos referentes la gestión integral del recurso hídrico son la Pontificia Universidad Javeriana y la Universidad Distrital Francisco José de Caldas con un total de 12 documentos, seguido de la Universidad Santo Tomás con 11 documentos y la universidad de la Salle con 9 artículos. Estas universidades se destacan por ser importantes en la realización de diferentes tipos de investigación dentro del área académica. Por parte del sector público se observa la producción de publicaciones de manera dispersa, ya que se encuentran varias entidades pero a su vez no se encontraron grandes cantidades de publicaciones, únicamente se encuentra la Corporación Autónoma Regional de Cundinamarca con mayor cantidad de publicaciones con un total de 7 documentos.

Gráfica 3. Cantidad de documentos de entidad



Fuente: Autores

Por otra parte, se realizó el análisis de la información encontrada a través de la metodología de minería de texto, donde para este proceso fue necesario hacer uso del programa R, el cual es un software libre que tiene un enfoque de análisis estadístico, añadiendo el código utilizado en el anexo 1, donde como resultado se observa la nube de palabras en la imagen 3, encontrando las palabras más frecuentes entre los documentos, destacando “calidad” y “análisis”, las cuales se encuentran en la mayoría de los documentos referentes al componente de seguimiento y monitoreo, donde se tratan temáticas de calidad de agua; otra de las palabras con gran relevancia en la documentación es “Tunjuelo”, la cual ha sido ampliamente usada en diferentes estudios debido a la situación de contaminación vivida en esta zona, además de ser el río Tunjuelo uno de los afluentes con mayor descarga de contaminantes al río Bogotá. Por otra parte, se puede observar la presencia de palabras relacionadas con parámetros fisicoquímicos como “DQO”, “sedimentos” y “oxígeno”, dado que estas se encuentran en varios documentos debido a la afectación por condiciones anóxicas en los cuerpos de agua; además se encontró “cromo” y “plomo”, pertenecientes a los metales pesados que se encuentran en alto grado dentro de la cuenca, principalmente en zonas como Tunjuelo, Sibaté y Soacha, las cuales también se encuentran dentro de esta nube de palabras.

Por otro lado, se pueden encontrar palabras relacionadas con otro tipo de ecosistemas que se encuentran dentro la cuenca, como lo son los humedales y los páramos, los cuales son de gran importancia ecológica por su gran diversidad en especies de flora y fauna, además de los servicios ambientales que brindan dentro de una cuenca.

Imagen 3. Nube de palabras



Fuente: Autores

Etapla 4 – Síntesis bibliográfico

El análisis de los documentos se llevó a cabo por cada ítem que tiene la línea de investigación en gestión integral del recurso hídrico, que es un proceso que promueve el desarrollo y un manejo coordinado del recurso agua, la tierra y otros recursos relacionados, esta tiene como fin maximizar el bienestar económico y social sin comprometer la sostenibilidad de los ecosistemas vitales [8]. Según el documento de la PNGIRH se establecen cuatro grupos de división a la gestión del recurso hídrico: planeación, administración, seguimiento y monitoreo, y manejo de conflictos relacionados con el agua [9]. Según lo anterior, se realizó la lectura y análisis de la bibliografía referente a estas temáticas:

- **PLANEACIÓN**

Los documentos relacionados con el tema de planeación, provienen de entidades públicas como lo son la Corporación Autónoma Regional de Cundinamarca (CAR) y alcaldías municipales. Para el año 2012, la CAR realizó la elaboración del diagnóstico, prospectiva y formulación para la cuenca del río Bogotá en los municipios de Facatativá, Subachoque, el Rosal, Madrid, Cota, Sibaté, Soacha y Bogotá, de acuerdo a lo establecido en el Decreto 1729 de 2002 sobre cuencas hidrográficas, junto con la guía técnico-científica para el ordenamiento de cuencas hidrográficas en Colombia. Los artículos mencionados anteriormente tienen como fin identificar las condiciones ambientales que presenta la cuenca, identificar riesgos, amenazas y vulnerabilidad, y definir programas y proyectos que contengan estrategias claras para el plan de manejo de la cuenca hidrográfica, garantizando el desarrollo sostenible del recurso hídrico de esta zona [10].

En el 2013 la CAR realizó el plan de manejo ambiental (PMA) para la reserva forestal productora regional del norte de Bogotá, Thomas Van der Hammen, con el fin de suplir la necesidad de crear una zona de conectividad del sector de borde norte de Bogotá de ecosistemas tales como los cerros orientales, humedales, quebradas y el río Bogotá. En este documento se da inicio a la descripción de la situación ambiental de la reserva, continúa con estrategias de gestión como la participación comunitaria y planificación de mesas de trabajo con el fin de dar cumplimiento a objetivos de conservación y manejo forestal en la reserva, igualmente se da a conocer la importancia de la reserva

para evitar la expansión urbana del distrito sobre la sábana, en la conservación de los acuíferos presentes en la zona, preservar los suelos de tipo 1 y 2 los cuales son los mejores para desarrollar agricultura [11].

Para el 2014 se encontraron un documento de la Alcaldía de Chía donde se proponen programas para el sistema hídrico del municipio y el manejo de los servicios públicos del mismo [12]. Para el año 2015 se encuentra un documento de la CAR sobre el PMA de los humedales Gualí, Tres Esquinas y Laguna de Funzhé de los municipios de Funza, Mosquera y Tenjo, en este plan se encuentra una caracterización ambiental y social de cada municipio, así como la implementación de talleres municipales para socializar el proceso de formulación del PMA, donde a través de la visión comunitaria se identificaron las problemáticas y conflictos ambientales, igualmente se propone un monitoreo constante del nivel del agua, programas de restauración y conectividad ecológica y un esquema de pagos por servicios ambientales [13].

En el 2016 la Alcaldía de Chía realizó una revisión general y un ajuste a su plan de ordenamiento territorial, donde dentro de uno de los capítulos incluye el componente de áreas de protección de la estructura ecológica principal incluyendo áreas periféricas de nacimientos de agua, cauces de ríos, quebradas, humedales y vallados, pertenecientes a la reserva forestal protectora de la cuenca del río Bogotá, además de incluir actividades para la recuperación y el manejo de la ronda hídrica del río Bogotá [14].

En el año 2017 se encontraron dos documentos, uno está enfocado en el municipio de Soacha a la formulación del Plan de Ordenamiento del Recurso Hídrico para la zona de la cuenca del río Bogotá que pasa por Soacha el desarrollo del documento es primero diagnosticar el estado actual de la cuenca esto con el fin de conocer las actividades económicas dependientes de la cuenca, evaluar mediante informes de calidad ambiental (ICA) y el índice de alteración potencial de la calidad del agua (IACAL) el grado de alteración de la cuenca con el objetivo de determinar sus fuentes de contaminación y por último establecer los escenarios de desarrollo de la cuenca, para así poder estimar el comportamiento del río al pasar del tiempo [15].

En el último artículo encontrado se analiza el enfoque del Plan de Saneamiento y Manejo de Vertimientos de la ciudad de Bogotá en el periodo 2007 – 2015, donde se identificaron las dimensiones presentes en el plan de saneamiento y manejo de vertimientos (PSMV), se analiza el marco de agentes involucrados y su rol en el desarrollo del plan, se determina las debilidades y fortalezas del PSMV y por último se genera una propuesta de complementación para el enfoque del PSMV, aquí se propone las mesas participativas donde se incluye a organizaciones comunitarias con el fin de ampliar y fortalecer los criterios [16] .

- ADMINISTRACIÓN

En este componente no se encontraron documentos o investigaciones por parte del sector público referentes a temáticas como concesiones de agua , permiso de ocupación de cauce y tasas por uso, a excepción del sector académico, donde se encontró un documento de la Pontificia Universidad Javeriana publicado en el año 2014 donde se propone un modelo de externalidades y derechos de propiedad para reducir la polución en el río Bogotá, en este documento se propone la aplicación de herramientas propias del análisis económico del derecho que permitan una aproximación al problema mediante la combinación de elementos jurídicos y económicos, como lo son las tasas retributivas y el derecho de propiedad, el cual pueda aportar una solución a la contaminación que presenta el río y a la mejora del bienestar social. [17].

- SEGUIMIENTO Y MONITOREO

Los documentos que se encuentran en este ítem se relacionan con temáticas de calidad de agua en diferentes subcuencas del río Bogotá debido a las acciones antrópicas, alterando las características físicas y químicas del recurso hídrico, donde para el año 2012 se encuentra el primer documento que tiene como nombre “Problemática de la Contaminación Hídrica del Río Bogotá – Posibles escenarios de crisis y soluciones – Visión prospectiva ” desarrollado por el profesor Luis Alejandro Camacho Botero del Departamento de Ingeniería Civil y Ambiental de la Universidad de los Andes, en el marco del Foro Recurso Hídrico y la integralidad del Territorio realizado por la Asociación Colombiana de Ingeniería Sanitaria y Ambiental, donde presentó los impactos ambientales de la cuenca media del

río Bogotá, a causa de los vertimientos domésticos realizados sobre el Río Frío y Río Chicú en la zona aledaña a los municipios de Chía y Cota, seguido de la alta descarga de contaminantes en la ciudad de Bogotá por parte de los afluentes del río Fucha, Tunjuelo y Salitre, por lo cual presenta una perspectiva de saneamiento de la cuenca media resaltando la necesidad de implementación de tratamiento terciario en la PTAR Salitre y la construcción de la PTAR Canoas en el sur de la ciudad, finalizar el programa de atención a conexiones erradas, crear programas de optimización de la red de alcantarillado sanitario y pluvial y consolidar las zonas de manejo y protección ambiental de los afluentes [18].

Para el año 2013, fue publicado el informe “reconocimiento del tramo 1 del Río Salitre” por parte de la Universidad de los Andes con apoyo de la Secretaría Distrital de Ambiente, donde se realiza un reconocimiento al tramo 1 del río Salitre, el cual recibe grandes cantidades de agua residuales domésticas, por la presencia de altas concentraciones de coliformes fecales y DBO, así como muy bajos niveles de oxígeno disuelto, para lo cual se propone como remediación del tramo de estudio el uso de rollos de fibras de coco como medida de recuperación, ya que estas plantas permiten la degradación bacteriana y rizofiltración realizada por las raíces de estas, facilitando la fijación de Fósforo y Nitrógeno, con el fin de disminuir la carga orgánica del río [19].

En este mismo año, la facultad de Estudios Ambientales y Rurales de la Pontificia Universidad Javeriana publicó “Evaluación de la huella hídrica de la ciudad de Bogotá como una herramienta de gestión del recurso hídrico en el área urbana”, donde explican los cambios de la gestión del agua a través del indicador de huella hídrica para lo cual utilizaron datos de consumo históricos de agua de la Empresa de Acueducto y Alcantarillado de Bogotá (EAAB), donde a través del consumo facturado en los últimos 15 años se determinó el aumento de consumo debido al aumento poblacional, para lo cual establecen estrategias del uso racional del recurso, así como mecanismos de producción más limpia en industrias y el reajuste del instrumento de cobro por la contaminación (tasa retributiva), para que este sirva de incentivo real para la disminución de la carga contaminante vertida a la cuenca del río Bogotá [20].

Por otra parte, en el año 2013 empiezan a aparecer las primeras investigaciones sobre los impactos generados por la descarga de lixiviados procedentes del Relleno Sanitario de Doña Juana, el cual se encuentra ubicado en la localidad de Ciudad Bolívar, al sur de Bogotá, donde luego de un proceso de tratamiento físico-químico a los lixiviados, son descargados al río Tunjuelo, por lo cual, estudiantes de la Pontificia Universidad Javeriana en el documento “Evaluación del comportamiento de la descarga de lixiviados del relleno sanitario Doña Juana en el río Tunjuelo” determinan los cambios de concentración de contaminantes en indicadores tales como DBO, DQO, SST, SSV, nitrógeno total orgánico, conductividad, pH y temperatura, así como la realización de la modelación de comportamiento, obteniendo resultados como el aumento de la conductividad en el punto de descarga, presencia de sólidos disueltos en el efluente del vertimiento, pH ácido, y aumento de nitrógeno total orgánico. Además realizaron el montaje del Modelo en el programa Hydrologic Engineering Centers River Analysis System (HEC-RAS), donde concluyen que el río presenta un comportamiento hidráulico aceptable de acuerdo con las condiciones reflejadas en campo a lo largo del tramo de estudio [21]. Este mismo año la Universidad Nacional de Colombia presentó el documento titulado “Estimación del efecto del lixiviado del Relleno Sanitario Doña Juana sobre la calidad del agua del Río Tunjuelo y su posible tratamiento en la PTAR Canoas” donde se evaluó el posible efecto de la descarga del lixiviado y su posible conexión al interceptor Tunjuelo - Canoas, para lo cual se realizó la recolección de información disponible en diferentes entidades como la UAESP, la EAAB, la CAR y la SDA, obteniendo altas concentraciones de metales pesados, sólidos suspendidos y altos niveles en nitrógeno orgánico. Así mismo se resalta que las malas condiciones que tiene el río Tunjuelo también están dadas por las descargas provenientes de la explotación minera en la zona, por lo tanto se hace necesaria la implementación de acciones correctivas, como el establecimiento de la conexión al interceptor que permita transportar las aguas residuales a la futura PTAR Canoas, según lo planteado por la EAAB, con el fin de realizar el tratamiento a las aguas del sur de la ciudad [22].

Continuando con la temática de impactos ambientales causados por la presencia del relleno sanitario de Doña Juana, para el año 2014, estudiantes de la Universidad de la Salle realizaron la determinación de calidad físico-química de las aguas del río Tunjuelo, comparado con los valores máximos permisibles impuestos por el Decreto 1594 de 1984, donde realizaron muestreos durante los seis primeros meses del año 2012, 50 metros antes y 50 metros después del vertimiento aportado por el

Relleno encontrando que parámetros como la DBO, oxígeno disuelto y sólidos suspendidos totales, tanto antes como después del vertimiento realizado se incumple con la normativa pero después de este vertimiento hay una afectación mayor reflejado por el aumento de niveles de contaminación, a diferencia del nivel de plomo en los vertimientos, ya que se mantienen los niveles permisibles por la norma después de la descarga del relleno sobre el río Tunjuelo [23].

En el año 2015, estudiantes de la Universidad Santo Tomás realizaron el análisis de parámetros fisicoquímicos tales como la DQO, pH, oxígeno disuelto y la concentración de cromo en diferentes tramos del río Tunjuelo, tomándose como referencia el punto focal donde se realizan los vertimientos por parte de las industrias curtidoras de cuero del barrio San Benito así como dos puntos adicionales, uno en el nacimiento del río Tunjuelo y el otro en la desembocadura en el río Bogotá, concluyendo que los muestreos tomados después del paso por la zona del Barrio San Benito tuvieron concentraciones más altas a comparación de los otros dos puntos de muestro, corroborando el impacto que genera la industria de curtiembre con sus vertimientos de cromo utilizado en su proceso productivo [24].

Para el municipio de Soacha se realizó la caracterización físico-química y microbiológica del agua del río Soacha, obteniendo resultados que muestran que las aguas de este río contienen altos índices de contaminación de fósforo, nitrógeno y coliformes, así como una baja concentración de oxígeno disuelto en la parte media y baja de la subcuenca, afectando habitantes del área rural aguas debajo de la zona [25]

En la zona de Sibaté, a causa la irrigación de cultivos con aguas contaminadas provenientes del río Bogotá exactamente del Embalse del Muña, estudiantes de la Universidad Santo Tomás realizaron la investigación titulada “Determinación de la concentración y cinética del plomo en el cultivo de fresa cercano al embalse del Muña en el municipio de Sibaté, Cundinamarca”, desarrollada en plantaciones de fresa en un cultivo ubicado en la vereda Delicias del municipio de Sibaté, a una distancia de 900 metros del cuerpo de agua del Muña, encontrando que el 79% de las muestras al cultivo de fresa sobrepasan la normativa en el parámetro de plomo. La concentración más alta se encuentra cinco veces por encima del nivel permitido debido a la presencia de industrias aledañas a la zona de estudio, así como la problemática de contaminación presentada en el Embalse del Muña [26].

En este mismo año se realizaron varios estudios referentes a los ecosistemas de humedal de la ciudad de Bogotá por parte de la Universidad Jorge Tadeo Lozano, uno de ellos establece que a causa de la carga orgánica por vertimientos domésticos en el humedal la conejera se ha incrementado la presencia de plantas acuáticas, lo que provoca la disminución de oxígeno disuelto y por ende ocasionando la eutrofización de este ecosistema [27]. Hacia el humedal el Salitre, se realizó el análisis de fitoplancton y las características fisicoquímicas del agua que a partir de la concentración de nutrientes en el agua encontrando estado de oligotrofia o escasa entrada de nutrientes al ecosistema, incrementando la especie fitoplanctónica del humedal [28].

En el año 2016, estudiantes de la Universidad Distrital Francisco José de Caldas publican la tesis “Incidencia de la concentración total e intercambiable de cadmio y plomo sobre la fertilidad potencial de los suelos afectados por aguas residuales del embalse del muña”, donde evalúan la presencia de los elementos traza plomo y cadmio en tres zonas diferentes en el municipio El Colegio en la vereda El Paraíso y dos predios en el Municipio de Sibaté, ubicados en el margen del embalse de El Muña, tomando 44 muestras divididas en cada sector de estudio para diferentes parámetros de análisis de suelo como pH, acidez, conductividad, humedad y minerales, donde la calidad de los suelos presentó en un 81% una tendencia ácida, así mismo se encontró alta toxicidad de plomo en los suelos, así mismo los resultados de este estudio alertan sobre las consecuencias del uso directo o indirecto de aguas contaminadas afectando las buenas prácticas del manejo de cultivos [29].

La Universidad Nacional de Colombia publicó el trabajo “Evaluación del riesgo en la salud humana por consumo de vegetales irrigados con aguas que contienen metales pesados en un sector de la cuenca del río Tunjuelo”, donde a través del uso de la metodología avalada por la Agencia de Protección Ambiental (EPA), evalúa el riesgo en la salud humana por consumo de hortalizas irrigadas con agua que contiene metales pesados como plomo, cromo y manganeso. Para ello se analizaron los datos disponibles reportados desde el 2000 hasta el 2015 por el Hospital Pablo VI de Bosa sobre la presencia de metales pesados en aguas y hortalizas cultivadas en la localidad de Bosa, ubicada en la cuenca baja del río Tunjuelo donde se establecen zonas de agricultura urbana con cultivos de

lechuga, acelga, cilantro, fresa y hierbabuena, encontrando altos niveles de Plomo, Cromo y Manganeseo por la irrigación de cultivos con aguas contaminadas, presentando riesgo de efectos cancerígenos por exposición a cadmio por consumo de vegetales de la zona. La acelga fue la hortaliza que mayor probabilidad, seguido de la lechuga y el apio. Con los resultados de análisis de riesgo por metales pesados se sugiere hacer seguimiento a la irrigación de cultivos con aguas contaminadas así como un control de calidad de alimentos por parte de las autoridades [30].

En el año 2016 se realizó un estudio en la zona de Sibaté y Soacha, donde docentes de la universidad Colegio Mayor de Cundinamarca presentan el documento “Calidad Sanitaria de agua en el Parque Natural Chicaque”, exponiendo los altos niveles de contaminación en parámetros fisicoquímicos, donde en la microcuenca de la quebrada la playa dentro de la cuenca media del río Bogotá, aledaño al municipio de Soacha, encontrando indicadores de contaminación como *Escherichia coli*, *Enterococcus*, *Pseudomonas* y *Aeromonas*, donde se encuentra la presencia de coliformes totales indicando la contaminación fecal de sus aguas, la cual está relacionada con el inadecuado manejo de las aguas residuales [31].

En los estudios encontrados en el 2016 enfocados hacia humedales, se encuentra el documento “Determinación de la estructura y dinámica de la comunidad planctónica del humedal Meandro del Say y su relación con las condiciones fisicoquímicas de calidad del agua”, donde realizaron toma de muestras en cuatro puntos del humedal, encontrando bajas concentraciones de saturación de oxígeno disuelto, un reporte alto en la concentración de conductividad, variaciones de pH entre ácidas y alcalinas así como la presencia de diferentes especies fitoplancton en zonas catalogadas como eutróficas. [32].

En el año 2017, es publicado el documento “Evaluación de la contaminación en el suelo por plomo y cromo y planteamiento de alternativa de remediación en la represa del Muña, municipio de Sibaté-Cundinamarca” por parte de la Universidad de la Salle, el cual tenía como objetivo evaluar la contaminación en el suelo por presencia de cromo y plomo en puntos aledaños al embalse del Muña, con la toma de muestras en la entrada al sistema río Bogotá en el efluente de la Represa del Muña encontrando altos niveles de plomo que sobrepasan los rangos establecidos por la norma de la Unión europea (2 mg/kg) [33], así como el aumento de materia orgánica debido a la adición de fertilizantes y abonos orgánicos propios de la actividad agrícola y la descarga de vertimientos en esta zona generando infertilidad y contaminación en los suelos [33].

En el municipio de Cota, estudiantes de la Escuela colombiana de Ingeniería Julio Garavito realizaron el estudio de calidad en la Ciénaga la Florida, donde a través de la instalación de siete estaciones de muestro, se determinó el estado eutrófico en el que se encuentra este ecosistema, por sus altos niveles de fósforo y nitrógeno total causada por quince descargas encontradas en ella, donde dos son provenientes de parque industriales cerca a esta [34].

En esta misma zona, estudiantes de la Universidad Distrital Francisco José de Caldas a través de la publicación del documento “análisis de la calidad del agua del embalse del muña para su posible tratamiento”, encuentran que parámetros como la conductividad supera los límites de la normativa, indicando el grado de contaminación por presencia de nutrientes y la causa de la eutrofización en el medio, así como altos niveles de turbiedad en relación con la norma, disminuyendo el Oxígeno disuelto generando condiciones anóxicas. Igualmente los niveles de sólidos suspendidos y sedimentables son altos en relación con el límite máximo permisible según la Resolución 631/2015, Decreto 1594/1984 y la Resolución 2115/07 [35], por lo cual proponen la puesta en marcha de lagunas de oxidación como método de tratamiento de estas aguas [35].

Todos estos documentos se pueden contrastar con el análisis con los estudios realizados por entidades ambientales, donde encontramos que en el año 2012, la Secretaría Distrital de Ambiente publicó el documento en el cual en temas de monitoreo y análisis de datos de la Red de Calidad Hídrica de Bogotá (RCHB), donde realizan la medición y análisis de parámetros característicos de aguas ubicados en el río Torca, río Salitre, río Fucha y río Tunjuelo, desarrollando la medición de caudales, toma de muestras puntuales con el fin de clasificar la calidad de los afluentes en excelente, buena, regular, marginal y pobre [36].

Los resultados para el río Torca, en el tramo 1 (Bosque de pinos) se tuvieron índices en rangos excelentes, ya para el tramo 2 comprendido entre la calle 161, Jardines de Paz y San Simón, el índice

estuvo en valores marginales, ya que los datos de coliformes fecales presentaron niveles de incumplimiento en la mayoría de puntos muestreados, dado por las descargas de aguas residuales domésticas, así como altos valores en tensoactivos superando lo establecido en la Resolución 5731 de 2008 que establece los objetivos de calidad de los ríos de la ciudad de Bogotá. Debido a la condición alarmante respecto a los coliformes fecales, refleja que se deben centrar los esfuerzos de la ciudad en prevenir las descargas en el río en zonas con nuevos desarrollos habitacionales [36].

Para el río Salitre, al inicio del tramo 1, cercano al Parque Nacional se encontró índice de calidad buena, excepto por los bajos niveles de oxígeno disuelto que en este tramo, en los tramos del río Arzobispo a Carrera 30 con Calle 53, la calidad de este tramo fue marginal, muy cercana al límite inferior de la categoría y muestra que está muy cerca de ser pobre. En el tramo 4 ubicado en por Carrefour Avenida 68, Transversal 91 y Salitre Alameda, el índice de calidad de agua mostró una calidad del agua pobre, donde todos los parámetros excepto el pH sobrepasaron los objetivos de calidad al menos una vez. Los parámetros que con más frecuencia superaron los objetivos de calidad fueron coliformes fecales y oxígeno disuelto. El río Salitre se encuentra en una cuenca mayoritariamente doméstica, donde los vertimientos de aguas residuales afectan la calidad del agua del río a lo largo de su recorrido por la ciudad [36].

Para el río Fucha, el tramo 1 está compuesto únicamente por un punto de monitoreo (El Delirio), donde se determinó un índice de calidad buena en el que en algunas ocasiones los parámetros que no cumplieron fueron pH y fósforo total. En el tramo 2 de este río se compone por dos puntos (Carrera 7ª y Av. Ferrocarril), los puntos más críticos fueron los sólidos suspendidos totales y el oxígeno disuelto, obteniendo un índice de calidad pobre. En el tramo 3 del río Fucha existen dos puntos (Av. Américas y Av. Boyacá), todos los puntos excepto la DBO no alcanzaron los valores de calidad establecidos en la resolución por lo cual su índice de calidad fue marginal. El tramo 4 de este río está conformado por tres puntos (Visión Colombia, Zona Franca y Fucha con Alameda), obtuvieron puntos críticos en coliformes fecales, nitrógeno y grasas y aceites, por lo cual su índice es equivalente a pobre [36].

Los vertimientos en el río son tan altos que no le permiten al río desempañar sus funciones naturales de auto sostenibilidad ni de resiliencia, tan importantes para la estabilidad de los cuerpos de agua. Adicionalmente, los efectos son tales que en los últimos tramos del río es casi imposible que se desarrolle vida aeróbica acuática y, muchos menos, se pueda utilizar este recurso como fuente de agua potable, pues parámetros como sulfuros, nitrógeno amoniacal, zinc y plomo presentan concentraciones muy elevadas que superan los criterios establecidos para estos usos de agua [36].

Para el río Tunjuelo, en el tramo 1 únicamente se encuentra un punto de monitoreo (La Regadera), obteniendo una estimación de índice de calidad como buena, en el tramo dos para los puntos de Yomasa y Doña Juana, donde se encontraron parámetros en niveles óptimos exceptuando los sólidos suspendidos totales, por lo que el índice en este tramo es bueno. Para el tramo 3 de este río, que está conformado por cuatro puntos: Doña Juana, Barrio México, San Benito y Makro Autopista Sur, el índice de calidad fue pobre con un cambio drástico ante los resultados del anterior tramo, donde todos los parámetros excedieron los objetivos de calidad, con valores críticos en sólidos suspendidos totales, oxígeno disuelto y coliformes fecales, siendo afectados por vertimientos de lixiviados del relleno sanitario, de tipo industrial (curtiembres, frigoríficos y talleres mecánicos) en San Benito y el Interceptor Tunjuelo Medio en Tv 86. Así mismo, las altas concentraciones de cadmio, zinc, cromo, manganeso y plomo en los tramos bajos del río no permiten la vida acuática o el uso para agua potable, y pueden llegar a afectar la salud humana [36].

Por otra parte, en el documento “Boletín de calidad hídrica 2017” publicado por la CAR, expone los resultados encontrados en este año según la red de monitoreo de calidad, donde para la cuenca media se encontraron que la DBO y los SST incumplen en la mayoría de estaciones de muestreo, hallando los niveles más altos aguas abajo del río Tunjuelo. Las concentraciones de coliformes totales reportan altos valores, exceptuando en el punto de monitoreo del río Arzobispo en la Circunvalar; en cuanto a nutrientes se encuentran niveles permisibles en el nitrógeno amoniacal, nitratos y nitritos, exceptuando al fósforo, el cual incumple en la mayoría de estaciones. Para el parámetro de cromo hexavalente se define como objetivo de calidad de 0,1 mg/l, encontrando por debajo de este, pero al borde de incumplir este parámetro. Para el parámetro de mercurio se determinó que ningún punto

monitoreado cumple con el objetivo, el cual es de 0,010 mg/l, teniendo los más altos niveles en la subcuenca del río Tunjuelo [37].

Por otra parte, otra temática que se puede encontrar dentro del ítem de seguimiento y monitoreo son las simulaciones y modelaciones, donde dentro de la documentación se encuentra que en el año 2013, la Universidad Nacional realizó la modelación hidrodinámica de la calidad de agua en el embalse del Muña, donde bajo 10 escenarios de simulación se representan los principales fenómenos de transporte y transferencia bioquímica de las aguas residuales, donde se mostró que existe un agotamiento total de oxígeno debido a los procesos biológicos debida a los sedimentos presentes [38]. Este mismo año, se realizó una simulación hidrológica en el humedal Jaboque de Bogotá, simulando los cambios mensuales y condiciones extremas de mayor inundación y menor precipitación, dando como resultado una relación entre las descargas en m^3 y la precipitación en mm, donde a mayor precipitación, mayor volumen de descarga y a su vez la dinámica hidrológica modifica el tiempo hidráulico de retención, incidiendo en los procesos biológicos del humedal [39].

Para el año 2014, el documento “Metodología para la implementación de reservorios como amortiguación de caudales pico en sistemas de drenajes de aguas lluvias”, tenía como objetivo determinar los hietogramas de crecientes y caudales máximos instantáneos a través de la modelación hidrológica en HEC HMS, realizado en la zona de expansión urbana del municipio de Mosquera, recopilando los valores medios mensuales de precipitación máxima del IDEAM de cuatro estaciones climatológicas y meteorológicas, donde para diferentes periodos de retorno se calcularon los procesos de lluvia - escorrentía y la estimación de caudales en diferentes series de eventos de precipitación [40]. Luego se encuentra el documento “Determinación del parámetro sólidos suspendidos totales mediante imágenes de sensores ópticos en un tramo de la cuenca media del río Bogotá”, publicado en la Universidad Distrital, donde haciendo uso de una imagen multiespectral del satélite GeoEye e imágenes de sensores ópticos existentes en el Banco Nacional de Imágenes de Colombia del Instituto Geográfico Agustín Codazzi de Colombia (IGAC) se estimó que el río Bogotá en parámetro de sólidos suspendidos totales refleja altos niveles de contaminación a la salida de la ciudad de Bogotá [41].

En el año 2015, fue publicado el documento “Modelación Integrada de la Calidad del Agua del Río Bogotá y el Sistema de Drenaje Urbano de la Ciudad de Bogotá” por estudiantes de la Universidad de los Andes, desarrollando un modelo Matlab del sistema de drenaje urbano en Bogotá, donde se determinó el alto riesgo por los niveles de contaminación presentes en las aguas superficiales que desembocan en el río Bogotá, en el cual los valores más altos de contaminación se encuentran en parámetros como conductividad, coliformes totales, amonio y sólidos suspendidos totales, presentando como sugerencia la implementación de una única planta aguas abajo del río Tunjuelo y río Fucha, donde estos escenarios hipotéticos podrían reducir la carga contaminante que está sometido el río Bogotá [42]. Este mismo año es publicado el documento “Modelación de la calidad del agua del río Tunjuelo en dos escenarios de implementación del plan de saneamiento de Bogotá”, por parte de la Universidad Nacional, el cual realizó la modelación de calidad de agua sobre el río Tunjuelo, donde se evaluó el comportamiento de la DBO y el OD en el río, teniendo en cuenta dos escenarios, el primero con la implementación del plan de saneamiento propuesto para el manejo de vertimientos actuales del río y el segundo con el saneamiento de dichos vertimientos, a través de los interceptores que conducirán el agua residual a la futura PTAR Canoas, determinando que la implementación de esta obra podría disminuir los altos niveles de materia orgánica que se presentan especialmente en la descarga del relleno sanitario de Doña Juana [43].

En la zona del municipio de Facatativá, exactamente en el río Botello, la Universidad de Cundinamarca a través del documento “Modelación hidrodinámica y determinación de la calidad del agua en el río Botello, Facatativá”, estudió el comportamiento hidrodinámico del río, donde se encontraron datos de calidad que evidenciaban el impacto de las actividades agropecuarias e industriales que se realizan en la zona circundante del sistema hídrico por los altos contenidos de E. coli y turbiedad, así mismo se concluyó que la modelación del río Botello se convierte en una herramienta indispensable para la gestión integral del recurso hídrico en el municipio de Facatativá [44].

- MANEJO DE CONFLICTOS

Los documentos hallados en este tema provienen la mayoría de investigaciones realizadas por diferentes universidades de la ciudad de Bogotá y dos documentos provienen del sector público. Para

el año 2012 encuentra el artículo titulado “evaluación de impactos ambientales que generaran con la construcción de la Avenida Longitudinal de Occidente (ALO) al humedal Juan Amarillo”, comprende la situación actual y la discusión generada por la realización de la ALO como alternativa de descongestión vial del occidente de Bogotá, afectando la estructura ecológica de la ciudad al alterar ecosistemas de humedal como Capellanía, la Conejera y Juan Amarillo, ya que generarían impactos tales como inundaciones, perturbación por ruido, generación de residuos de construcción y demolición (RCDs) y afectación a la flora y fauna en especies únicas de estos ecosistemas como la tingua bogotana y el curí, por lo cual se recomienda realizar una actualización de los diseños de construcción, con el fin de proteger estos ecosistemas de importancia internacional establecido en el convenio RAMSAR, que además brindan servicios ambientales como la regulación hídrica y el control de inundaciones [45].

Para el año 2013 se encuentran tres artículos, en el primero se exponen los conflictos ambientales por parte de los diferentes actores involucrados en la minería ilegal en el río Tunjuelo, en este artículo se evidencia que las relaciones que más prevalecen son las relaciones de conflicto, provocadas por las externalidades que la actividad minera genera en el entorno y las afectaciones que inciden en forma negativa en la población. Se propone para la solución de los conflictos ambientales derivados de la minería, un reordenamiento territorial que propicie un territorio equitativo, en busca de la mejora en la calidad de vida de la población que ha construido en el territorio. El ordenamiento tiene que permita que las nuevas morfologías urbanas minimicen los desequilibrios físicos, que posibiliten la restauración, que imponga estrategias para proteger las pocas áreas de conservación, las funciones ecosistémicas y zonas donde aún es posible producir alimentos [46]. En el segundo artículo se plantea un desarrollo de mejoramiento de la escena urbana en el río Bogotá en la zona de Suba Tibabuyes aquí se incluye renders y planos del espacio público, donde a través de la formulación de diseños de diferentes obras, permita dar cumplimiento a lo establecido en el Plan de Ordenamiento Territorial (POT) teniendo en cuenta el acelerado crecimiento urbano y respetando las zonas de manejo ambiental [47].

En el último artículo publicado en este año, se basa en el estado del conocimiento de los humedales en la cuenca del río Bogotá realizado por el Instituto Humboldt, donde a través de la recopilación de información referente a esta temática, se evidencia que en el periodo del 2006 al 2010 se tiene un auge en investigaciones de tipo ciencias aplicadas, ciencias básicas e investigación integrativa, así mismo se evidencia la alta participación de sectores públicos en el proceso de investigaciones, así como se aprecia que los humedales para los cuales se obtuvo un mayor número de investigaciones fueron los Humedales de Jaboque, Juan Amarillo, La Conejera y Córdoba, donde se genera a modo de recomendación la creación de un programa de gestión integral del conocimiento en los humedales de montaña y de páramo [48].

Para el año 2014, en el cual se expide la sentencia del río Bogotá, se observa un aumento de la cantidad de artículos publicados los cuales están enfocados a dar estrategias o planes para recuperar el río Bogotá o sus afluentes, aquí encontramos el documento titulado “plan de recuperación de los humedales de Bogotá, caso humedal Juan Amarillo” realizado por la universidad Javeriana, donde se incluyen actividades como la recuperación ambiental donde se propone restaurar la zona degradada, crear anillos de amortiguación e interconectar los diferentes espacios del humedal, otra actividad propuesta es la apropiación de la comunidad este se pretende lograr a partir de la conexiones peatonales, crear zonas de recreación pasiva y realizar recorridos ecológicos [49]. Este mismo año se publica el documento “Parque metropolitano zona franca Fontibón y de apoyo a la recuperación del río Bogotá”, donde a través de la generación de espacios de recreación pasiva como forma de conservación y preservación de la biodiversidad por parte de la comunidad aledaña, se propone la implementación de un parque metropolitano en el humedal Meandro del Say del occidente de Bogotá, generando un proyecto integral que aporte espacios de integración a la comunidad así como crear una relación río, humedal, parque [50].

Otro documento publicado en el año 2014 fue “Identificación de estrategias de gestión ambiental para la conservación y restauración de la ronda hídrica del río Chisacá”, donde realiza la caracterización de la gestión ambiental en el río Chisacá, ubicado en la cuenca alta del río Tunjuelo, donde se identificó que dicho ecosistema se encuentra asentado en zona de paramo, subparamo y bosque alto andino por lo cual se hace necesario la conservación de vegetación nativo por parte de las entidades competentes, así como la implementación de participación comunitaria, dando a conocer los diferentes bienes y servicios que brinda este ecosistema [51].

En el año 2015 igualmente se encontraron diez artículos que hablan de planes de educación ambiental y de recuperación ambiental del río Bogotá y sus humedales. Uno de los artículos para resaltar es la formulación de un modelo de plan municipal de educación ambiental en tres municipios de la cuenca del río Bogotá los cuales son Funza, Bojacá y Tocancipá, en este trabajo se propone un cronograma con temas y actividades abordando temáticas ambientales como lo son la celebración del día del agua para trabajar con la comunidad encontrando las dificultades y fortalezas que se presentan en los programas de educación ambiental como la falta de recursos para desarrollar estos proyectos, igualmente se hace necesario la implementación de propuestas de mejora con el fin de avanzar hacia una cultura ambiental sostenible y dar soluciones con la población a los impactos ambientales presentes en estas zonas del río Bogotá [52]. Así mismo, el Instituto de Investigación Alexander von Humboldt publica la presentación “El papel del modelo de ocupación campesino en la gestión de la biodiversidad en el borde urbano-rural sur de Bogotá”, donde junto con la Secretaría Distrital de Ambiente llevo a cabo un programa de gestión territorial de biodiversidad, incorporando el ordenamiento y la planeación ecológica a través de la interacción entre lo natural y lo social en el sur de la ciudad de Bogotá, generando espacios de participación comunitaria con el fin de fortalecer la sinergia entre las áreas rurales y urbanas de este territorio [53].

En el año 2016 comenzó el proceso para que los humedales de Bogotá fueran declarados sitios Ramsar, por eso en este caso se encontró que la mayoría de los artículos hablan sobre la recuperación de los humedales y la relación urbana que ellos tienen con la ciudad. Uno de los documentos más relevantes encontrados en este caso se titula como “conectividad entre los humedales Santa María del Lago, Córdoba, Juan Amarillo y los demás elementos de la estructura ecológica principal en la cuenca urbana del río Salitre, Bogotá D.C.” donde a causa del crecimiento poblacional se genere la eliminación de conectividad entre ecosistemas de importancia como lo son los humedales, por lo cual a través de herramientas de análisis espacial se encontró la pérdida de áreas en el espejo de agua y la zona pantanosa remplazadas por zonas urbanas, generando impactos negativos como la reducción de los bienes y servicios, alteración del régimen hidráulico y la pérdida de biodiversidad. Finalmente se considera que el avance territorial debe realizarse sin generar perturbaciones a estos espacios [54]. Este mismo año se encuentra un estudio titulado “estudio de alternativas para el manejo integral de las aguas residuales bajo el concepto de gestión comunitaria en el barrio Cecilia de la ciudad de Bogotá”, en este artículo se diseñan sistemas técnicos, económicos, y funcionales los cuales permiten un manejo integral del agua residual que es descargada en diferentes quebradas y afluentes pertenecientes a la subcuenca Fucha, donde a través de estrategias como conexiones a la red local de alcantarillado, y la gestión comunitaria, se pueda disminuir los impactos negativos en los afluentes de la zona [55].

En el año 2017 se vuelve a encontrar documentos con temáticas sobre la gestión ambiental de los humedales de Bogotá, donde en uno de los documento realiza un estudio de caso en los humedales de la Conejera, Santa María del Lago y el Burro bajo las perspectiva del buen vivir, aquí se proyectan los escenarios de uso y manejo que pueden tener los humedales bajo el enfoque de la convivencia con estos ecosistemas, bajo las premisas de educación y participación creando espacios de aulas ambientales como patrimonio público, procesos de conservación y protección y el fortalecimiento de coordinación interinstitucional de diferentes actores en el desarrollo adecuado del plan de manejo ambiental de cada humedal [56].

Etapas 5- Realización de talleres sociales

Dentro de las definiciones encontradas para apropiación social, la primera es proporcionada por el Departamento Administrativo de Ciencia, Tecnología e Innovación COLCIENCIAS, donde define este concepto como:

Proceso intencionado de comprensión e intervención de las relaciones entre ciencia, tecnología y sociedad, construido a partir de la participación activa de los diversos grupos sociales que generan conocimiento. Este proceso tiene las siguientes características como es constituido por una red en la que participan grupos sociales, involucra personas que trabajan en ciencia y tecnología y ciudadanos, posibilita el empoderamiento de la sociedad civil a partir del conocimiento, implica trabajo colaborativo y acuerdos a partir de los contextos e intereses de los involucrados [57]

Otra de las definiciones encontradas es generada por la Universidad de Antioquia, la cual establece la apropiación social como:

Política el intercambio sistemático de los investigadores con la sociedad para enriquecer las decisiones sobre prioridades y pertenencia de la investigación, y para orientar la difusión de los resultados, sin embargo, en la actualidad se busca lograr una apropiación social del conocimiento en un contexto de ciencia, tecnología e innovación, para lo cual es necesario que la comunidad, en función de sus valores y de sus necesidades ejerza la capacidad para apropiarse y aprovechar el conocimiento, tanto el tradicional como el científico y tecnológico [58]

De lo anterior, se realizaron dos talleres en los municipios de Cota y Funza parte de las actividades de apropiación social contempladas dentro del proyecto de creación del observatorio de la cuenca media del río Bogotá por parte de la Maestría en gestión integral de cuencas de la Universidad Santo Tomás, convocando a representantes de entidades públicas municipales para conocer las actividades que se encuentran realizando para dar cumplimiento a la sentencia del Consejo de Estado; Por otra parte se invitó a estudiantes de último grado de un colegio seleccionado de cada uno de los municipios para que participaran en una actividad lúdica llamada “¿Dónde estamos?”, donde debían ubicar ecosistemas estratégicos y señalar el recorrido que realiza en río Bogotá.

MUNICIPIO	PARTICIPANTES	RESULTADOS
COTA 6 de Septiembre del 2018	Secretaria agropecuaria del medio ambiente SAMADE Secretaría de planeación Secretaría de educación Secretaría de desarrollo social Colegio Nuestra Señora del Rosario	Impulsar proyectos comunitarios de reforestación y de custodia de la semilla y agua en el Páramo de Guerrero y el Río Frío Realización de obras públicas como la separación de canales de aguas lluvias y negras, la modernización de procesos de la PTAR y la construcción del colector sur de municipio Proceso de articulación con la comunidad talleres para niños de 0 a 5 años, discapacitados y campesinos.
FUNZA 20 de septiembre del 2018	Secretaría de educación Secretaría de salud Secretaría de desarrollo económico Empresa Municipal de Acueducto, Alcantarillado y Aseo de Funza (EMAAF ESP) Colegio Parroquial Santiago Apóstol	Realización de proyectos ambientales escolares para impulsar el cuidado de los ecosistemas en colegios del municipio. Desarrollo de cambio de tratamiento SBR o de Reactores Biológicos Secuenciales en la PTAR Funza.

4. DISCUSIÓN

En el análisis de la información recolectada se encontraron 207 documentos e investigaciones relacionadas a las siguientes líneas de investigación: gestión integral del recurso hídrico con un total de 83 documentos, ordenamiento territorial con 26, participación social con 20, variabilidad y cambio climático con 18, gestión del riesgo con 17 y otras temáticas con un total de 42, donde se incluyen documentos sobre fauna, flora e infraestructura.

La temática de gestión integral del recurso hídrico cuenta con el mayor número de documentos encontrados, donde se destaca la producción bibliográfica por parte de universidades como la Pontificia universidad javeriana, la Universidad Distrital Francisco José de Caldas con un total de 12 documentos, seguido de la Universidad Santo Tomás con 11 documentos y la universidad de la Salle con 9 artículos. Por parte del sector público se observa la producción de publicaciones de manera dispersa, con un bajo número de documentos, se destacan las realizadas por la Corporación Autónoma Regional de Cundinamarca con un total de 7 documentos. A raíz de la reclasificación basada en la PNGIRH, se encontró que el mayor número de investigaciones van enfocadas al componente de seguimiento y monitoreo con un total de 39 documentos, seguido por el componente de manejo de conflictos con 30 artículos, planeación con 13 y por último el de administración con 1 artículo siendo este el más escaso en información.

El componente de seguimiento y monitoreo en la mayoría de los documentos, hace énfasis en temáticas relacionadas con análisis de parámetros fisicoquímicos, en gran parte de estos, se establece que el río no se encuentra en niveles permisibles de calidad según lo establecido en el decreto 631 del 2015, debido a las constantes descargas de vertimientos con altos contenidos de materia orgánica, generadas por actividades derivadas de las curtiembres y descargas provenientes del relleno sanitario Doña Juana. Por otra parte, se encontraron documentos e investigaciones enfocados hacia los impactos ambientales encontrados en el río Tunjuelo, generados por asentamientos ilegales de comunidades dentro de las zonas de manejo y preservación ambiental, que afectan en gran medida la cuenca del río Bogotá, por ser este el afluente tributario más importante y el que más carga contaminante le aporta a la cuenca media, por consiguiente se evidencia un estado crítico del río en el paso por los municipios de Soacha y Sibaté, afectando diferentes actividades económicas como el sector agrícola, debido a la irrigación con aguas contaminadas, altas en metales pesados de cultivos en la zona rural de estos municipios, afectando la seguridad alimentaria y la salud pública por las afecciones que van desde daños en órganos vitales hasta desarrollos cancerígenos.

Por otra parte, dentro de este componente se encontró documentación referente a modelaciones de calidad del recurso hídrico, con el fin de establecer el comportamiento de las sustancias vertidas en los afluentes que desembocan en el Río Bogotá en diferentes escenarios, reiterando la difícil situación referente a calidad del agua en la cuenca, Por otra parte, la documentación evidencia la importancia del uso de estas herramientas de simulación que permiten generar posibles estrategias de mejora. Así mismo, de los documentos se encontró que en su gran mayoría se plantea la realización de medidas con el fin de disminuir la carga contaminante que ingresa al río Bogotá, a través de la construcción de plantas de tratamiento de aguas residuales en los ríos Fucha y Tunjuelo.. De igual forma, se encontró que la implementación de fitorremediación es una posible solución para disminuir las sustancias contaminantes.

En cuanto a la documentación encontrada dentro del componente de manejo de conflictos, se evidenció que todas las investigaciones fueron realizadas y publicadas por parte del sector académico, de los cuales destacan la importancia de la participación y gobernabilidad por parte de la población en el manejo de conflictos encontrados en la cuenca. De las problemáticas con mayor relevancia encontradas en la documentación fue el deterioro de ecosistemas estratégicos como el complejo de humedales de Bogotá, debido a la fragmentación de sus áreas, principalmente por la construcción de vías y urbanizaciones, generando la reducción de área de los humedales y la pérdida de biodiversidad, así como la falta de apropiación de estos espacios por parte de la comunidad, intensificando problemáticas como el estancamiento de residuos sólidos dentro de los espejos de agua, afectando los servicios ecosistémicos que estos brindan a la comunidad y a la cuenca del río. Por lo anterior, este componente permite enlazar la importancia de la armonización de la relación entre la sociedad y la naturaleza a través de la promoción y el fortalecimiento de patrones éticos y culturales orientados hacia la protección, conservación y uso eficiente del recurso hídrico, con el fin

de prevenir conflictos y disminuir impactos ambientales en los diferentes ecosistemas que comprende la cuenca del río Bogotá.

Dentro de los 13 documentos encontrados en el componente de planeación, se encontró información de los municipios de Soacha, Chia, Funza y Mosquera, referente a la elaboración e implementación de instrumentos de planeación relacionados con el recurso hídrico, como los POMCA. Estos instrumentos son útiles para garantizar la calidad y cantidad del agua del río Bogotá, ya que su creación parte de un diagnóstico inicial del ecosistema para determinar la planificación del uso y manejo sostenible de los recursos de la cuenca que a su vez, son la base para la formulación de normatividad más específica, como lo son los planes de ordenamiento territorial – POT, las cuales son herramientas de gran importancia dentro de la planeación de un municipio, pero a través de lo reflejado en el proceso de recolección de información, se encuentran vacíos en la disponibilidad de esta información.

En el componente de administración, a pesar de encontrar únicamente un documento publicado por la Pontificia Universidad Javeriana, este establece la importancia de realizar un seguimiento a los vertimientos puntuales e implementar cobros por concepto de tasas por uso del agua, ya que esta última tiene como fin cubrir el costo del manejo del recurso hídrico, reducir el consumo indiscriminado y motivar su conservación. Así mismo, este instrumento tiene dos aspectos, por un lado es una herramienta de gestión para alcanzar objetivos ambientales orientados a la conservación y uso eficiente del agua, y a su vez, es una fuente de ingreso para futuras inversiones ambientales que garanticen la sostenibilidad del ecosistema.

En conclusión, de la documentación encontrada en los cuatro componentes planteados por la PNGIRH, se evidencia la relación de aplicar adecuadamente todos estos componentes dentro de la gestión del recurso hídrico, ya que a través de la apropiada implementación de instrumentos de planeación y administración, se puede ver reflejada en la disminución de impactos como la reducción de niveles contaminantes en los parámetros de calidad establecidos en el componente de seguimiento, así mismo es posible llevar a cabo procesos de transformación de los territorios a través de la participación activa e incluyente de los diferentes actores sociales en las decisiones con el fin de evitar que el agua y sus dinámicas se conviertan en amenazas para las comunidades, y de garantizar la integridad y diversidad de los ecosistemas, para asegurar la oferta hídrica y los servicios ambientales, tal como se evidenció en el componente de manejo de conflictos. Sin embargo, hay que hacer especial mención a la falta de disponibilidad y limitado acceso a la información de estos temas por parte del sector público, a diferencia de la activa participación en procesos de investigación en los últimos años por parte del sector académico, permitiendo que dicha documentación se encuentre al alcance de la sociedad.

Finalmente, a través de la realización de talleres sociales, se generaron espacios de intercambio de información entre las diferentes dependencias de las alcaldías y entidades públicas municipales, donde se evidenció las diferentes labores que se encontraban realizando con el fin de dar cumplimiento a lo establecido por la sentencia del consejo de estado a favor de la descontaminación del río Bogotá, así mismo la realización de estrategias lúdicas pedagógicas trascienden en los procesos educativos y fortalecen la interacción de las nuevas generaciones con los ecosistemas, por lo cual estos espacios de interacción entre actores como entidades y sociedad, genera oportunidad de impulsar la conservación y preservación de hábitats, además de permitir el aumento a la generación de nueva investigación.

5. CONCLUSIONES

La realización de este artículo deja las siguientes conclusiones:

En el proceso de recopilación de información, se pudo evidenciar la dispersión de la misma así como la dificultad para acceder a la documentación que publican las entidades públicas y las universidades, puesto que en algunas de las páginas web de estos actores no se puede acceder directamente a la información, sino a través de un usuario y contraseña dado por cada institución como la Empresa de Acueducto y Alcantarillado de Bogotá. Sin embargo se destaca la presencia de instrumentos de consolidación de datos como lo son el Observatorio Ambiental de Bogotá y el Observatorio Regional

Ambiental y de Desarrollo Sostenible del Río Bogotá (ORARBO), los cuales han servido de herramientas para la sociedad con el fin de acceder fácilmente a la diferente documentación relacionada con temáticas ambientales. Así mismo se destaca la importancia del fallo histórico del Consejo de Estado para la descontaminación del río Bogotá ya que dentro de los componentes establece el fortalecimiento del ORARBO con el fin de proporcionar instrumentos de reflexión crítica así como la vinculación de instituciones educativas y organizaciones son gubernamentales ambientales en los procesos de educación, además de servir como base para la construcción del Sistema de Información Geográfica (SIGICA) río Bogotá; aunque aun así se evidenció la poca disponibilidad de publicaciones por parte de las entidades públicas, quienes son entidades estatales a cargo de ecosistemas pertenecientes a la cuenca del río Bogotá y manejan todo tipo de información y datos para realizar la adecuada gestión de estos ecosistemas, lo cual interfiere y no permite que la sociedad conozca las diferentes acciones que se hayan realizado o que se estén llevando a cabo actualmente, tales como obras y proyectos, lo cual incurriría en el incumplimiento de la Sentencia del consejo de Estado, donde establece que toda la información referente a la cuenca del río Bogotá debe ser asequible para cualquier persona que lo requiera.

Por otra parte, se evidencia gran cantidad de investigaciones en cuanto a la calidad y modelación del recurso hídrico en la cuenca del río Bogotá, evidenciando los altos niveles de contaminación de los afluentes de la cuenca media, especialmente los pertenecientes a la ciudad de Bogotá, debido al aumento poblacional y a las diferentes actividades industriales, donde los parámetros superan los límites permisibles establecidos por la normatividad vigente. Dentro de la documentación encontrada se evidencian varios estudios relacionados a los impactos ambientales en el sur de la ciudad, contemplando temáticas de contaminación al río Tunjuelo por la presencia del Relleno Sanitario de Doña Juana, de igual manera, en la zona de Sibaté donde se encuentra ubicado el Embalse del Muña, se presentan diferentes problemáticas de contaminación, las cuales afectan a la población aledaña, quienes usan estas aguas para diferentes actividades. Sin embargo, se encuentran pocas publicaciones de investigaciones en municipios pertenecientes a la cuenca media, comparado con lo encontrado en Bogotá. A partir de estas consideraciones el manejo de conflictos se convierte en un ítem importante relacionado al seguimiento y monitoreo, ya que permite caracterizar los conflictos ambientales y propone diferentes alternativas para reducir y mitigar dichos impactos, a través de la participación activa de la comunidad en conjunto con las entidades públicas encargadas de los ecosistemas del recurso hídrico, pero a su vez se encuentran muy pocos documentos relacionados por lo cual se hace necesario la publicación de medidas de mitigación de impactos con el fin de dar una perspectiva de las posibles soluciones.

Así mismo se evidenció el aumento de publicaciones al paso de cada año, más exactamente desde el año 2013, lo que puede estar relacionado al mandato del Consejo de Estado.

Por otra parte se observó que dentro de los resultados obtenidos en los talleres sociales se están adelantando varias actividades y proyectos inicialmente para dar cumplimiento a la Sentencia del río Bogotá, además de servir en el proceso de descontaminación del río Bogotá, sin embargo se evidenció que los jóvenes no se encuentran enterados de temáticas referentes al río Bogotá, por lo cual es necesario fortalecer los procesos de educación ambiental, con el fin de generar espacios de concientización y conservación de ecosistemas estratégicos y de esta manera aportar en los procesos de descontaminación de los ríos y quebradas.

Este trabajo deja como reflexión el trabajo largo y arduo que queda para recuperar el río Bogotá, donde se recomienda dar cumplimiento a los diferentes componentes que comprende la Sentencia del Río Bogotá, haciendo énfasis en la articulación de entidades públicas y autoridades ambientales, así como la incorporación de la sociedad en este tipo de procesos, que permitan dar espacios de reflexión creando un mejoramiento continuo de los ecosistemas de la cuenca del Río Bogotá.

Finalmente, como recomendación se considera pertinente continuar con el proyecto de la Creación del Observatorio de la Cuenca del río Bogotá, ya que se podrían tomar otros aspectos relacionados con la cuenca, así mismo el área de estudio se podría ampliar, teniendo en cuenta que la cuenca alta y baja cuentan con diferentes problemáticas ambientales, lo que permitiría conocer de manera específica los impactos que aquejan a cada uno de los tramos del río.

6. ANEXOS

Script para realizar la minería de textos

1. Cargar las librerías:

```
library("tm");library("wordcloud");library("NLP");library("RColorBrewer");library("ggplot2");library("fpc")  
;library("cluster"); library("bibtex");library("bib2df")
```

2. Cargar la base de datos con el resumen de cada documento revisado:

```
Base_csv <- read.csv("/Volumes/CAMILO/tesis/Base_Revision.csv",header=TRUE)
```

3. Cambiar el nombre de las columnas según el requisito de la función:

```
names(Base_csv) <- c("doc_id","Titulo","text")
```

4. Convertir el archivo .csv en formato de minería de textos:

```
Base_DF <- DataframeSource(Base_csv)
```

5. Crear el Corpus de los documentos:

```
Base_ovid <- VCorpus(Base_DF,readerControl=list(language="spanish"))
```

6. Limpiar el Corpus:

```
Base_ovid <- tm_map(Base_ovid,content_transformer(stripWhitespace));Base_ovid <-  
tm_map(Base_ovid,content_transformer(tolower));Base_ovid <-  
tm_map(Base_ovid,content_transformer(removeWords,c(stopwords("spanish"))));Base_ovid <-  
tm_map(Base_ovid,content_transformer(removePunctuation));Base_ovid <- tm_map(Base_ovid,  
content_transformer(removeNumbers))
```

7. Crear los objetos de frecuencias de términos y documentos:

```
Matrix_DocTerm <- DocumentTermMatrix(Base_ovid)  
Matrix_TermDoc <- TermDocumentMatrix(Base_ovid)
```

8. Objeto con los términos en orden de frecuencia:

```
Vv <- data.frame(sort(rowSums(TermDoc),decreasing=TRUE))
```

9. Cambiar el formato a las matrices:

```
TermDoc <- as.matrix(Matrix_TermDoc)  
DocTerm <- as.matrix(Matrix_DocTerm)  
Vv <- data.frame(sort(rowSums(TermDoc),decreasing=TRUE))  
words <- rownames(Vv)
```

10. Analisis de componentes principales para la frecuencia de los terminos y su aparicion en los documentos:

```
PCA_Words <- prcomp(TermDoc[words[1:100],1:85])  
biplot(PCA_Words,cex=0.5)
```

11. Funcion para crear la nube de palabras:

```
WordCloud <- function (MinFreq) {  
  TermDoc <- as.matrix(Matrix_TermDoc);v <- sort(rowSums(TermDoc),decreasing=TRUE);d  
  <-
```

```
data.frame(word=names(v),freq=v);wordcloud(d$word,d$freq,min.freq=MinFreq,random.color=TRUE
,colors=rainbow(length(TermDoc[1,])/MinFreq))
}
WordCloud(10)
```

12. Asociación del término más abundante con otros términos:

```
BOGOTA <- as.data.frame(findAssocs(Matrix_TermDoc, terms = "bogotá", corlimit = 0.263))
plot(seq(1:length(BOGOTA[,1])),BOGOTA[,1],type="n",xaxt="n",bty="n",ylab="
",main="Bogotá",xlab=" ")
text(x = seq(2,length(BOGOTA[,1])+1,1),y=SALUD[,1]-0.01,par("usr")[3], labels =
as.vector(rownames(BOGOTA)), srt = 90, pos = 2, xpd = TRUE)
```

REFERENCIAS

- [1 A. Fernández Cirelli, «El agua: un recurso esencial,» diciembre 2012. [En línea].
] Available: <https://www.redalyc.org/pdf/863/86325090002.pdf>. [Último acceso: 2018].
- [2 M. Mayorga Guzmán, «El agua y el río Bogotá articuladores del territorio “panoramas
] discontinuos entre fragmentos de gestión e ilusiones de recuperación”,» [En línea].
Available: http://artes.bogota.unal.edu.co/assets/arquitectura-territorio/docs/01_EL_AGUA_Y_EL_RIO_BOGOTA_COL.pdf. [Último acceso: 2018].
- [3 Fundación Alma, Alcaldía Local de Candelaria, «Nuestro centro es el agua,» 2013. [En
] línea]. Available:
[https://www.cerrosdebogota.org/bibliotecavirtual/agua/descargables/cartillariovicacha.p
df](https://www.cerrosdebogota.org/bibliotecavirtual/agua/descargables/cartillariovicacha.pdf). [Último acceso: 2018].
- [4 Corporación Autónoma Regional, Ministerio de Ambiente, Consorcio huitaca, «Ajuste al
] Plan de Ordenación y Manejo de la Cuenca del Río Bogotá,» 2017. [En línea].
Available: <https://www.car.gov.co/vercontenido/94>. [Último acceso: 2018].
- [5 V. R. Monroy Saladén y R. E. Ospina Ortiz, «Un modelo de externalidades y derechos
] de propiedad para reducir la polución del río Bogotá,» 2014. [En línea]. Available:
<https://repository.javeriana.edu.co/handle/10554/14933>. [Último acceso: 2018].
- [6 Congreso de Colombia, «Ley General Ambiental de Colombia, Ley 99 de 1993,» 22
] diciembre 1993. [En línea]. Available:
https://www.oas.org/dsd/fida/laws/legislation/colombia/colombia_99-93.pdf. [Último
acceso: 2018].
- [7 IDEAM, «Sentencia del río Bogotá,» [En línea]. Available:
] <http://www.ideam.gov.co/web/ocga/sentencia>.
- [8 Global Water Partnership South America, «¿Qué es la GIRH?,» diciembre 2011. [En
] línea]. Available: [https://www.gwp.org/es/GWP-Sud-America/ACERCA/por-
que/PRINCIPALES-DESAFIOS/Que-es-la-GIRH/](https://www.gwp.org/es/GWP-Sud-America/ACERCA/porque/PRINCIPALES-DESAFIOS/Que-es-la-GIRH/). [Último acceso: 2018].
- [9 Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial, «Política Nacional para la
] Gestión del Recurso Hídrico,» 2010. [En línea]. Available:
https://sogeocol.edu.co/documentos/mp20150102_politica_nal_rec_hidr.pdf. [Último
acceso: 2018].
- [1 Planeación ecológica Ltda, Ecoforest, «Elaboración del diagnostico, prospectiva y
0] formulación de la cuenca hidrográfica del río Bogotá, subcuenca Río Balsillas,» 2012.
[En línea]. Available: <https://www.car.gov.co/uploads/files/5ac25b19243a8.pdf>. [Último
acceso: 2018].

- [1 Corporación Autónoma Regional de Cundinamarca, «Plan de Manejo Ambiental de la 1] Reserva Forestal regional Productora del norte de Bogotá- Thomas Van Der Hammen,» 2014. [En línea]. Available: <http://sie.car.gov.co/bitstream/handle/20.500.11786/35721/28548.pdf?sequence=5&isAllowed=y>.
- [1 Secretaría de Medio Ambiente de Chía, «Programa Sistema Hídrico,» 2014. [En línea]. 2] Available: http://chia-cundinamarca.gov.co/normatividad/FormulacionPDM20162019/17_Sector%20Ambiente.pdf. [Último acceso: 2018].
- [1 Corporación Autónoma Regional de cundinamarca, «Plan de Manejo Ambiental de los 3] Humedales Gualí, Tres Esquinas y Laguna de Funzhé,» 2014. [En línea]. Available: <https://www.car.gov.co/vercontenido/164>. [Último acceso: 2018].
- [1 Consejo Municipal de Chía , «Acuerdo Plan de Ordenamiento Territorial,» 2016. [En 4] línea]. Available: <http://www.chia-cundinamarca.gov.co/POT2016/Acuerdo%20100%20POT%202016.pdf>. [Último acceso: 2018].
- [1 D. S. Caro Fonseca y J. D. Caicedo Lara, «Aproximación a la formulación del plan de 5] ordenamiento del recurso hídrico para la cuenca del Río Soacha,» 2017. [En línea]. Available: <http://repository.lasalle.edu.co/handle/10185/20511>. [Último acceso: 2018].
- [1 J. Garibello Castro y L. I. Peña Rodríguez, «Plan de Saneamiento y Manejo de 6] Vertimientos de la ciudad de Bogotá en el periodo 2007 – 2015,» 2017. [En línea]. Available: <http://repository.udistrital.edu.co/bitstream/11349/5435/6/GaribelloCastroJaimeAndr%C3%A9s2017.pdf>. [Último acceso: 2018].
- [1 . V. R. Monroy Saladén y R. Ospina Ortiz, «Un modelo de externalidades y derechos de 7] propiedad para reducir la polución del Río Bogotá,» 2014. [En línea]. Available: <https://repository.javeriana.edu.co/handle/10554/14933>. [Último acceso: 2018].
- [1 . A. Camacho Botero, «Problemática de la Contaminación Hídrica del Río Bogotá - 8] Posibles escenarios de crisis y soluciones - Visión prospectiva,» noviembre 2012. [En línea]. Available: <http://oab.ambientebogota.gov.co/es/con-la-comunidad/ES/problematika-de-la-contaminacion-hidrica-del-rio-bogota-posibles-escenarios-de-crisis-y-soluciones-vision-prospectiva-br>. [Último acceso: 2018].
- [1 M. C. Ramos Zerrate, «Informe del reconocimiento del tramo 1 del río Salitre,» 2013. 9] [En línea]. Available: <http://repositorio.uniandes.edu.co/xmlui/handle/1992/13747>. [Último acceso: 2018].
- [2 Y. Ivanova, «Evaluación de la huella hídrica de la ciudad de Bogotá como una 0] herramienta de gestión del recurso hídrico en el área urbana,» 2013. [En línea]. Available: <https://repository.javeriana.edu.co/handle/10554/15009>. [Último acceso: 2018].
- [2 A. M. Madrigal Sánchez y G. A. Lizcano Castro, «Evaluación del comportamiento de la 1] descarga de lixiviado del relleno sanitario Doña Juana en el Río Tunjuelo,» 2013. [En línea]. Available: <https://repository.javeriana.edu.co/handle/10554/11129>. [Último acceso: 2018].
- [2 D. L. Cristancho Montenegro, «Estimación del efecto del lixiviado del relleno sanitario 2] doña Juana sobre la calidad del agua del Río Tunjuelo y su posible tratamiento en la

- PTAR Canoas,» 2013. [En línea]. Available: <http://bdigital.unal.edu.co/45405/>. [Último acceso: 2018].
- [2 L. R. Bucheli Campos y T. Vera Gasca, «Evaluación de las causas y efectos
3] ambientales de la operación actual del relleno sanitario doña Juana para la
determinación de los impactos generados por la localización del mismo,» 2014. [En
línea]. Available: <http://repository.lasalle.edu.co/handle/10185/22197>. [Último acceso:
2018].
- [2 A. C. Moreno Torres y F. E. Vera Forero, «Correlación entre las concentraciones de
4] cromo hexavalente en los sedimentos, las concentraciones de este elemento y de
parámetros fisicoquímicos en la columna de agua en puntos del río Tunjuelo impactado
por las actividades de curtiembre del barrio San B,» 2015. [En línea]. Available:
<http://repository.usta.edu.co/handle/11634/2961>. [Último acceso: 2018].
- [2 G. Forero Acosta, «Caracterización físico-química y microbiológica del agua del río
5] Soacha,» 2015. [En línea]. Available:
<http://hemeroteca.unad.edu.co/index.php/riaa/issue/view/issue/132/83>. [Último acceso:
2018].
- [2 . K. J. Avellaneda Romero y J. P. Caro Castiblanco, «Determinación de la
6] concentración y cinética del plomo en el cultivo de fresa cercano al embalse del Muña
en el municipio de Sibaté, Cundinamarca,» 2015. [En línea]. Available:
<http://repository.usta.edu.co/handle/11634/630>. [Último acceso: 2018].
- [2 D. D. S. D. A. NANCY ESPERANZA MADRID SOTO, «Determinación de la condición
7] ambiental del humedal La Conejera a partir del estudio de la materia orgánica,» 2015.
[En línea]. Available:
<http://expeditiorepositorio.utadeo.edu.co/handle/20.500.12010/1750>. [Último acceso:
2015].
- [2 P. C. Pulido López, «El fitoplancton en la determinación del estado trófico del humedal
8] El Salitre (Bogotá D.c., Colombia) en épocas climáticas contrastantes,» 2015. [En
línea]. Available: <http://expeditiorepositorio.utadeo.edu.co/handle/20.500.12010/1765>.
[Último acceso: 2018].
- [2 . C. Garzón Lamprea y L. Pérez Gamboa, «Incidencia De La Concentración Total E
9] Intercambiable De Cadmio Y Plomo Sobre La Fertilidad Potencial De Los Suelos
Afectados Por Aguas Residuales Del Embalse Del Muña (Mesitas Del Colegio -
Cundinamarca),» 2016. [En línea]. Available:
<http://repository.udistrital.edu.co/handle/11349/6168>.
- [3 J. Estupiñán Casallas, «Evaluación del riesgo en la salud humana por consumo de
0] vegetales irrigados con aguas que contienen metales pesados en un sector de la
cuenca del río Tunjuelo,» 2016. [En línea]. Available: <http://bdigital.unal.edu.co/52849/>.
[Último acceso: 2018].
- [3 S. M. Estupiñán Torres, «Calidad sanitaria del agua del Parque Natural Chicaque,»
1] 2016. [En línea]. Available:
<http://hemeroteca.unad.edu.co/index.php/nova/article/view/1026>. [Último acceso: 2018].
- [3 Y. P. Arias Pinzón y L. Peñaloza Escalante, «Determinación de la estructura y dinámica
2] de la comunidad planctónica del humedal Meandro del Say y su relación con las
condiciones fisicoquímicas de calidad del agua,» 2016. [En línea]. Available:
<http://repository.usta.edu.co/handle/11634/2917>. [Último acceso: 2018].

- [3] L. A. Martínez Cardozo y Y. A. Vargas Peña, «Evaluación de la contaminación en el suelo por plomo y cromo y planteamiento de alternativa de remediación en la represa del Muña, municipio de Sibaté-Cundinamarca,» 2017. [En línea]. [Último acceso: 2018].
- [3] C. A. Baracaldo Ramírez, «Estudio de la calidad trófica de la ciénaga La Florida,» 2017. [En línea]. Available: <https://repositorio.escuelaing.edu.co/handle/001/583>. [Último acceso: 2018].
- [3] C. N. Funeme Mayoral, «Análisis De La Calidad Del Agua Del Embalse Del Muña Para Su Posible Tratamiento,» 2017. [En línea]. Available: <http://repository.udistrital.edu.co/handle/11349/6660>. [Último acceso: 2018].
- [3] Secretaría Distrital de Ambiente de Bogotá; Universidad de los Andes, «Calidad del recurso hídrico de Bogotá (2012-2013),» 2012. [En línea]. Available: http://www.ambientebogota.gov.co/c/document_library/get_file?uuid=0829554d-8eca-44a9-835d-3ae15d69f268&groupId=3564131. [Último acceso: 2018].
- [3] Corporación Autónoma Regional de Cundinamarca CAR, «Boletín de calidad hídrica 2017, Informe sobre el cumplimiento de Objetivos de Calidad en las ocho subzonas hidrográficas y dos niveles subsiguientes de la jurisdicción CAR,» 2017. [En línea]. Available: <https://www.car.gov.co/uploads/files/5bae456c5c78a.pdf>. [Último acceso: abril 2019].
- [3] S. A. Barbosa Casas, «Modelación hidrodinámica y de calidad de agua del sistema integrado embalse muña: río Bogotá,» 2013. [En línea]. Available: <http://bdigital.unal.edu.co/45402/>. [Último acceso: 2018].
- [3] J. Beltrán y J. Rangel Churio, «Modelación hidrológica del humedal Jaboque, Bogotá D.C.,» 2013. [En línea]. Available: <https://revistas.unal.edu.co/index.php/cal/article/view/39099>. [Último acceso: 2018].
- [4] I. D. Ruiz Perilla y D. A. Vera Ruiz, «Metodología para la implementación de reservorios como amortiguación de caudales pico en sistemas de drenajes de aguas lluvias,» 2014. [En línea]. Available: <https://repositorio.escuelaing.edu.co/handle/001/81>. [Último acceso: 2018].
- [4] J. L. Gómez Díaz y J. S. Dalence Martinic, «Determinación del parámetro sólidos suspendidos totales mediante imágenes de sensores ópticos en un tramo de la cuenca media del Río Bogotá,» 2014. [En línea]. Available: <https://revistas.udistrital.edu.co/ojs/index.php/UDGeo/article/view/7943>. [Último acceso: 2018].
- [4] N. Rodríguez Jeangros, «Modelación Integrada de la Calidad del Agua del Río Bogotá y el Sistema de Drenaje Urbano de la Ciudad de Bogotá,» 2015. [En línea]. Available: <http://repositorio.uniandes.edu.co/xmlui/handle/1992/7009>. [Último acceso: 2018].
- [4] J. M. Castaño Ossa, «Modelación de la calidad del agua del río Tunjuelo en dos escenarios de implementación del plan de saneamiento de Bogotá,» 2015. [En línea]. Available: <http://bdigital.unal.edu.co/52643/>. [Último acceso: 2018].
- [4] A. O. Antonio Paiba y E. F. Monroy Avila, «Modelación hidrodinámica y determinación de la calidad del agua en el río Botello, Facatativá, Cundinamarca, Colombia,» 2015. [En línea]. Available: <http://hemeroteca.unad.edu.co/index.php/riaa/article/view/1272/1608>. [Último acceso: 2018].

- [4 C. d. R. Fajardo Lopez, «Evaluación de los impactos ambientales que se generaran con
5] la construcción de la avenida longitudinal de occidente a el humedal Juan Amarillo
(tibabuyes),» 2012. [En línea]. Available:
<http://repository.unilibre.edu.co/handle/10901/7142>. [Último acceso: 2018].
- [4 S. martinez, 2013. [En línea]. Available: <http://bdigital.unal.edu.co/45962/>.
6]
- [4 . G. Y. Castellanos Castellanos, «Zonas de desarrollo y mejoramiento de la escena
7] urbana en la ronda del Rio Bogotá Suba-Tibabuyes (Bogotá),» 2013. [En línea].
Available: <http://repository.lasalle.edu.co/handle/10185/17875>. [Último acceso: 2018].
- [4 Instituto Humboldt, «Estado del conocimiento de los Humedales en la Cuenca del Río
8] Bogotá,» 2013. [En línea]. Available:
<http://repository.humboldt.org.co/handle/20.500.11761/31207>. [Último acceso: 2018].
- [4 J. Bejarano Reyes, «Plan de recuperación de los humedales de Bogotá Caso Humedal
9] Juan Amarillo,» 2014. [En línea]. Available:
<https://repository.javeriana.edu.co/handle/10554/17330>. [Último acceso: 2018].
- [5 D. C. Urbano Riaño , «Parque metropolitano zona franca Fontibón y de apoyo a la
0] recuperación del rio Bogotá,» 2014. [En línea]. Available:
<https://repository.javeriana.edu.co/bitstream/handle/10554/17311/UrbanoRianoDuvanCamilo2014.pdf?sequence=1&isAllowed=y>. [Último acceso: abril 2019].
- [5 R. G. Garcia Vargas , «Identificación de estrategias de gestión ambiental para la
1] conservación y restauración de la ronda hídrica del río Chisacá,» 2014. [En línea].
Available:
<https://repository.javeriana.edu.co/bitstream/handle/10554/13525/GarciaVargasRaulGonzalo2014.pdf?sequence=1&isAllowed=y>. [Último acceso: enero 2019].
- [5 . I. V. Cáceres Pulido, «Formulación De Un Modelo De Plan Municipal De Educación
2] Ambiental En Tres Municipios De La Cuenca Del Rio Bogotá",» 2015. [En línea].
Available: <http://repository.udistrital.edu.co/handle/11349/4699>. [Último acceso: 2018].
- [5 Instituto de investigaciones de Recursos Biológicos Alexander Von Humboldt, «El papel
3] del modelo de ocupación campesino en la gestión de la biodiversidad en el borde
urbano-rural sur de Bogotá,» 2015. [En línea]. Available:
<http://repository.humboldt.org.co/bitstream/handle/20.500.11761/9828/2015-Econat-Montenegro-Fernanda-Ocupacion.pdf?sequence=1&isAllowed=y>. [Último acceso:
2018].
- [5 I. Ordoñez , R. Gonzalez y C. Cardona, «Conectividad entre los humedales Santa María
4] del Lago, Córdoba, Juan Amarillo y los demás elementos de la estructura ecológica
principal en la cuenca urbana del río Salitre, Bogotá D.C.,» 2016. [En línea]. Available:
<https://revistas.udistrital.edu.co/ojs/index.php/azimut/article/view/11450/12217>. [Último
acceso: 2018].
- [5 B. A. Orjuela Hernández, «Estudio de alternativas para el manejo integral de las aguas
5] residuales bajo conceptos de gestión comunitaria en el barrio La Cecilia de Bogotá,»
2016. [En línea]. Available: <http://repository.lasalle.edu.co/handle/10185/20523>. [Último
acceso: 2018].
- [5 J. c. Roza gonzalez, «Ejes temáticos para la gestión ambiental de los humedales
6] interiores de Bogotá, con enfoque del buen vivir, estudio de caso humedales la
conejera, Santa Maria del Lago y el Burro,» 2017. [En línea]. Available:

<http://repository.udistrital.edu.co/bitstream/11349/5916/1/RozoGonzalezJuanCarlos2017.pdf>. [Último acceso: 2018].

- [5 Colciencias, «¿Qué es la apropiación social de la Ciencia, la Tecnología y la Innovación?,» [En línea]. Available: <https://www.colciencias.gov.co/cultura-entetei/apropiacion-social/definicion>. [Último acceso: Abril 2018].
- [8 Vicerrectoría de Investigación - Universidad de Antioquia , «Apropiación social y uso del conocimiento,» 2013. [En línea]. Available: <http://www.udea.edu.co/wps/wcm/connect/udea/f72e5077-5465-45a6-a999-6a1b8c9c2de6/TEMA5-Portal.pdf?MOD=AJPERES>. [Último acceso: Abril 2018].
- [9 A. F. Murcia Florián, «Simulación de las condiciones hidráulicas de la parte alta, media y baja de la sub cuenca del rio frio con ayuda de modelo HEC-RAS.,» 2017. [En línea]. Available: <https://repository.usta.edu.co/handle/11634/11877>. [Último acceso: 2018].
- [6 M. T. Medina Cortes, «Cartografía social para evaluar y proponer una solución a los problemas de,» 2012. [En línea]. Available: <https://repository.unimilitar.edu.co/bitstream/handle/10654/7190/MedinaCortesMariaTrinidad2012.pdf;jsessionid=2529B0F43CE6D55775E62BD6484CC7DE?sequence=2..> [Último acceso: 2018].