

Identificación técnica y cuantificación económica del daño ambiental como herramienta efectiva del ejercicio del control fiscal¹.

Libia Esperanza Cuervo Páez²

Abstract

Technically identifying and economically quantifying the environmental damage, derived from the anthropic actions carried out in a certain period of time, is a permanent goal of the inspection entities in the entire world aiming to raise awareness for the importance of the natural heritage, especially if it is taken into account: 1. the contrast between economic development and environmental sustainability that, since the Brundtland Report of 1987, promoted the concept of “sustainable development” which is still valid on the 2030 Agenda; and 2. the health and welfare of living beings depend on the state of conservation of nature.

In the search to identify the best mechanisms to materialize this purpose, the Contraloría de Bogotá (The Office of the Bogotá City Comptroller) carried out in 2020 a pilot exercise to apply a methodology that, with the use of biophysical indicators, allowed the identification of environmental damage derived from domestic and industrial wastewater discharged in the Bogotá River by the city. The exercise revealed both the degradation of the state of conservation of the ecosystems and the affectation of the social and economic conditions present in the area of direct influence of the middle and low basins of the mentioned river.

Indeed, during the period between 1991 and 2019, the environmental damage identified, measured on a scale of 1 to 10, went from a value of 5 to 3.5 evidencing a loss of 1.5 points. If undertaken today, its restoration will cover a scope of 12 years and will cost \$10.5 billion COP.

Keywords: damage, heritage, indicators, wastewater discharges, degradation, conservation, ecosystems.

1 El presente artículo de investigación es el resultado de un proyecto piloto de investigación donde participaron los tres procesos misionales de la Contraloría de Bogotá D.C. y fue presentado en el Congreso Internacional “Control Fiscal y las nuevas realidades, realizado por la Auditoría General de la República y la Universidad Santo Tomás” en el 2021.

2 Especialista en Derecho Ambiental de la Universidad del Rosario. Especialista en Gestión Pública de la UNAD. Geóloga de la Universidad Nacional de Colombia. Auditora, Analista y Evaluadora de Política Pública en la Contraloría de Bogotá. Con 24 años de experiencia en control fiscal, con énfasis en temas ambientales. Link CvLAC – RG: https://scienti.miciencias.gov.co/cvlac/visualizador/generarCurrículoCv.do?cod_rh=0002003299; Link ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-2542-5753>; lcuervo@contraloriabogota.gov-co; libiacuervo@gmail.com

Se ha desempeñado, en el nivel de encargos como Directora, Subdirectora en la Contraloría de Bogotá y en comisión en la Unidad Administrativa Especial de Servicios Públicos; Gerente, y líder de auditorías en temas ambientales en la Contraloría de Bogotá y de la Auditoría Coordinada de Desempeño para la evaluación de la implementación y avance del ODS 5 el Distrito Capital, en el marco de la OLACEFS.

Resumen

Identificar técnicamente y cuantificar económicamente el daño ambiental, derivado de las acciones antrópicas realizadas en un determinado período de tiempo, es un propósito permanente para las entidades fiscalizadoras del mundo entero en torno a concientizar la importancia del patrimonio natural, máxime si se tiene presente, por un lado, el contraste entre desarrollo económico y sostenibilidad ambiental, que desde el Informe Brundtland del año 1987 impulsó el concepto de “desarrollo sostenible”, el cual sigue vigente y actual con la Agenda 2030, y por otro lado, que la salud y bienestar de los seres vivos dependen del estado de conservación de la naturaleza.

En la búsqueda de identificar los mejores mecanismos para materializar dicho propósito, la Contraloría de Bogotá, en el año 2020, realizó un ejercicio piloto de aplicación de una metodología que, con el uso de indicadores biofísicos, permitió identificar un daño ambiental, derivado de los vertimientos de aguas residuales domésticas e industriales realizados por la ciudad en el río Bogotá, el cual se evidenció, tanto con la degradación del estado de conservación de los ecosistemas, como con la afectación de las condiciones sociales y económicas presentes en la zona de influencia directa de las cuencas media y baja del río en comento. (Contraloría de Bogotá D.C., 2020).

En efecto, en el período comprendido entre 1991 y 2019, se identificó un daño ambiental que, al valorar el estado de conservación dentro de una escala de 1 a 10, este pasó de un valor de 5 a 3.5, evidenciándose un deterioro, representado en la pérdida de 1.5 puntos, cuya restauración de emprenderse desde hoy, abarcará un horizonte de 12 años y tendrá un costo de 10.5 billones de pesos.

Palabras Clave: daño, patrimonio, indicadores, vertimientos, degradación, conservación, ecosistemas.

Introducción

El presente artículo busca socializar los resultados del ejercicio piloto de aplicación metodológica para la determinación técnica del daño ambiental, y la evaluación económica-prospectiva del proceso de restauración del estado de conservación de las cuencas media y baja del río Bogotá, el cual fue realizado por un grupo de quince funcionarios adscritos a los tres procesos misionales de la Contraloría de Bogotá.

Teniendo en cuenta que el río Bogotá, recibe una carga contaminante, a través de las aguas residuales industriales y domésticas producidas por la ciudad, superior al 80%; que se han invertido, por la ciudad de Bogotá y la región, cuantiosas sumas de recursos económicos para su saneamiento; y que la Contraloría de Bogotá ha desarrollado un seguimiento periódico de las actividades e inversiones ejecutadas para la descontaminación del río, sin que se vislumbren resultados positivos en el estado de conservación; se decidió evaluar las cuencas media y baja del afluente del río Magdalena, que también resulta afectado por los desechos líquidos que le llegan con la desembocadura del río Bogotá.

El objetivo del ejercicio giró alrededor de establecer si la aplicación de la metodología de evaluación técnica y económica del daño ambiental se podía adaptar como herramienta para el ejercicio del control fiscal ambiental.

Para el desarrollo del ejercicio se conformaron subgrupos de funcionarios de varias disciplinas, con el fin de evaluar cada uno de los componentes del patrimonio natural y las actividades sociales y económicas identificadas en la zona escogida. Se identificaron necesidades y fuentes de información del área, en los niveles gubernamentales, académicos, y de investigación.

Igualmente, se realizaron encuentros de todo el equipo de investigación para retroalimentación de avances y resultados obtenidos, e identificación de sinergias existentes entre el aspecto ambiental escogido y el estado de conservación de los elementos naturales del ecosistema presente en el área. Estas actividades conllevaron a concluir que se produjo un cambio desfavorable en el estado de los elementos que componen el patrimonio natural, el cual afectó, a su vez, el desarrollo de las actividades sociales y económicas presentes

en dicha zona, en el periodo comprendido entre 1991 y 2019. La restauración, en caso de emprenderse en el año 2020, requeriría de un periodo de doce años y de una suma de \$10.5 billones de pesos, estimada con cifras del 2020.

Esta experiencia se constituye en una contribución al ejercicio del control fiscal ambiental, y a la aplicación de los principios de desarrollo sostenible y de valoración de costos ambientales del ejercicio del control fiscal en Colombia.

Contenido

La evaluación se desarrolló de manera integrada, teniendo en cuenta la compilación, análisis y valoración de información legal, técnica, social y económica, disponible en las instancias gubernamentales y de investigación, del nivel nacional, territorial y distrital.

En el marco normativo, se efectuó la revisión tanto de las normas que propendían por la regulación, uso, manejo, protección, saneamiento, entre otros, del río Bogotá, como de los documentos orientadores de política pública desarrollados por las diferentes instancias y niveles consultados.

Se construyó el marco conceptual soporte del estudio, que integró los aspectos del método de investigación que se emplearía y la metodología escogida, tanto para la determinación de la variación el estado de conservación físico, químico y biótico de los ecosistemas, como para la evaluación económica de los daños ambientales. Lo anterior en el marco normativo que rige el ejercicio del control fiscal ambiental colombiano (Contraloría de Bogotá D.C, 2020).

Posteriormente, se seleccionó la cuenca media y baja del río Bogotá como el área sobre la cual se aplicaría la metodología seleccionada, y se realizó el diagnóstico y la caracterización natural, social y económica de esta. (Contraloría de Bogotá D.C, 2020).

En lo técnico se compilaron los documentos, informes y publicaciones, relacionados con la ordenación y manejo de la cuenca hidrográfica del río Bogotá, realizados por diferentes entidades, institutos, universidades y organizaciones que, previamente y durante el periodo de estudio, habían abordado científica, técnica y académicamente investigaciones en torno a la caracterización de los diferentes aspectos relacionados con la calidad y estado físico, químico y biótico del río y de los ecosistemas presentes en el área de influencia directa de las cuencas media y baja del río.

Con el uso de indicadores biofísicos³, se identificaron los valores cuantitativos que referían las características físicas, químicas y bióticas de los insumos naturales, servicios ambientales, actividades sociales y económicas presentes en al área de estudio, para los años inicial y final del periodo analizado, y se procedió a determinar la diferencia en el estado de conservación —identificado, para este caso, como deterioro—, de los ecosistemas presentes en el área geográfica escogida para el análisis.

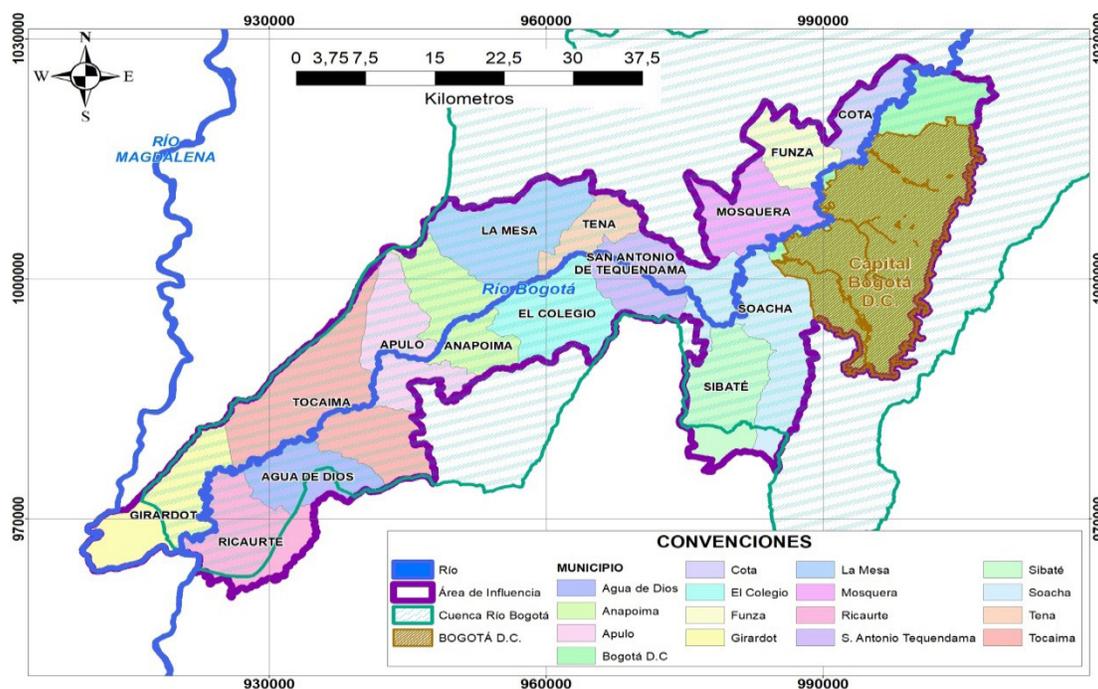
Por último, se estimaron los costos de restauración, los de compensación social y los institucionales, teniendo como orientación los costos aplicados en proyectos ejecutados en áreas con características similares, que serían necesarios para llevar el área en estudio nuevamente a las características de su estado de conservación del año inicial del periodo evaluado.

- Razones de la elección de las cuencas media y baja del río Bogotá como área a estudiar

En las últimas dos décadas había desarrollado evaluaciones de los diferentes componentes del Programa de Saneamiento río Bogotá, con énfasis en la contaminación hídrica derivada de los vertimientos de aguas residuales domésticas e industriales generadas por la ciudad de Bogotá en su cuenca media, por tanto poseía suficiente ilustración, conocimiento, experiencia y soporte técnico y fiscal, sobre el tema. (Contraloría de Bogotá, 2020)

“La cuenca del río Bogotá, concentra el 26% de la producción agropecuaria y el 32% del PIB nacional. En su recorrido, atraviesa 47 municipios entre los que se cuenta la capital del país. (Contraloría de Bogotá, D.C., 2020). Véase Figura 1.

Figura 1 Área de influencia del estudio de caso



Fuente. IGAC - Capas cartográficas (escala 1:100.000). Disponible en: <https://geoportal.igac.gov.co/contenido/datos-abiertos-cartografia-y-geografia> con procesamiento elaborado por EIA TEC S.A.S..

La cuenca media, con una longitud de 90 kilómetros, comprende desde la desembocadura del Sisga hasta el Salto de Tequendama, y la cuenca baja, con 120 kilómetros de longitud, abarca desde el Salto del Tequendama hasta su desembocadura en el río Magdalena. (Contraloría de Bogotá).

- Retos del Estudio

Identificar la conexidad entre el aspecto ambiental estudiado y los cambios biofísicos, sociales y económicos identificados.

Soportar la evaluación económica del daño ambiental y sus efectos socio-económicos.

- Pretensión del Estudio

- ✓ En el marco del control fiscal

Construir una base sólida para la aplicación de los principios de la vigilancia y el control fiscal de desarrollo sostenible y valoración de costos ambientales.

Soportar técnica, económica y legalmente la configuración de hallazgos fiscales en evaluaciones del patrimonio natural y garantizar potencialmente la apertura de procesos de responsabilidad fiscal por daño ambiental.

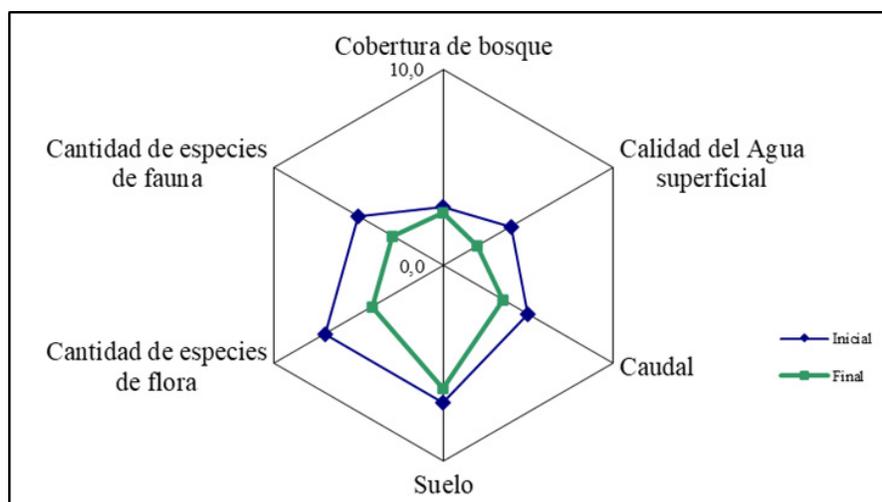
- ✓ En el marco ambiental y social

Elevar la conciencia social individual y colectiva sobre la importancia del cuidado del patrimonio natural de la ciudad de Bogotá, y del control social en los proyectos de inversión programados y en ejecución, con el fin de proteger, restaurar, recuperar y proteger el patrimonio natural que provee de bienes y servicios ambientales para el bienestar de la ciudadanía.

Resultados

Se evidencia un cambio desfavorable del estado de conservación de los ecosistemas presentes en el área de estudio, establecido por la diferencia entre las condiciones iniciales (contorno azul) y finales (contorno verde), y que representa la magnitud del daño ambiental causado por los vertimientos de la capital colombiana al río Bogotá para cada elemento natural considerado. (Contraloría de Bogotá D.C., 2020). Véase Figura 2 .

Figura 2 Estado de conservación inicial y final del área de estudio



Fuente: Aplicación Metodología Barrantes
 Elaboración. Dirección de Estudios de Economía y Política Pública. Autor: Contraloría de Bogotá.

Con el uso de la información técnica recopilada que da cuenta del estado de conservación de los ecosistemas del área de influencia directa de las cuencas media y baja del río Bogotá, para el período comprendido entre los años 1991 y 2019, se identificó que se materializó una alteración desfavorable derivada de los vertimientos de aguas residuales generadas por la ciudad.

Lo dicho se sustenta, entre otras, con las siguientes situaciones encontradas:

- Deterioro de las condiciones físicas, químicas y biológicas que afectaron el estado de conservación y sostenibilidad de los recursos naturales: agua, suelo, flora y fauna.
- Disminución, pérdida, alteración y transformación de la biodiversidad.
- Modificaciones en el uso del suelo y de las actividades socioeconómicas.
- Degradación de los ecosistemas presentes en el área.
- Disminución del capital natural y alteración de las funciones ecosistémicas.

Tales situaciones en conjunto, al tenor del artículo 42 Literal (c) de la Ley 99 de 1993, permiten concluir que, en el período 2006 y 2019, con dicha afectación desfavorable se alteró "... el normal funcionamiento de los ecosistemas (...) presentes en las cuencas media y baja del río Bogotá, lo que significa que en ese período se produjo un daño ambiental..." (Contraloría de Bogotá D.C., 2020).

Conclusiones

Mediante la *Metodología para la evaluación económica de daños ambientales* se identificó, técnicamente, que los vertimientos de aguas residuales industriales y domésticas que se realizan en el río Bogotá, a través de los principales afluentes: río Salitre o Juan Amarillo, río Fucha y río Tunjuelo, y de la infraestructura de saneamiento, provocaron, entre 1991 y 2019, un daño ambiental que involucra las cuencas media y baja del mencionado río.

En el área de influencia directa de las cuencas media y baja del río Bogotá, D.C. se identificaron los siguientes daños:

-Daño biofísico, expreso en el deterioro de la calidad de agua y disminución y pérdida de especies de flora, cobertura de bosque, cambios fisicoquímicos del suelo, disminución y desplazamiento de especies de fauna.

-Daño social, evidenciado con las afectaciones a la sociedad, materializadas en la pérdida de beneficios ambientales derivados de los recursos naturales presentes en la zona de influencia directa.

-Daño económico sectorial, representado en:

- ✓ Sector industrial: gastos en medidas de mantenimiento y corrección de daños en operación de la infraestructura física de la represa el Muña, conformada con aguas contaminadas del río Bogotá.



- ✓ Sector agropecuario: limitaciones de uso del suelo para actividades agrícolas y pecuarias por alteraciones físico químicas derivadas del riego, y restricciones de uso del agua como insumo para bebedero de ganado.

Se identificó una sinergia entre el deterioro de la calidad del recurso hídrico y el deterioro de la biodiversidad compuesta por los recursos naturales flora (incluido bosque), fauna y suelo.

No se cuenta con un censo de morbilidad y mortalidad que permita establecer un nexo causal entre las enfermedades hídricas y la contaminación por vertimientos de aguas residuales del río Bogotá. Por lo dicho, no se presenta la información económica respecto de los costos de la atención médica para el tratamiento de enfermedades producto de la contaminación del río, razón por la cual, en el ejercicio se incluyó el valor del diseño del estudio epidemiológico causa-efecto para la cuenca media y baja del río, el cual permitirá la toma de decisiones al respecto.

Adicionalmente, en este componente se encontró que, producto de las aguas contaminadas del río Bogotá, el operador del embalse del Muña ha realizado inversiones en medidas de manejo ambiental, tanto en prevención (seguimiento a poblaciones de dípteros de importancia médica y reducción del impacto de olores ofensivos), como en control de plagas (malezas acuáticas, monitoreo de zancudos y análisis H2S). Tales medidas se proyectan, en este informe, como un costo relativo al daño económico social, asociado al objetivo de minimizar los efectos perjudiciales para la salud, ocasionados a la población aledaña y circulante en el área de influencia.

Con relación al componente económico, se identificaron dos sectores que se ven afectados por la contaminación producto de los vertimientos al río Bogotá: el primero, el sector industrial, y el segundo, el agropecuario.

En cuanto al sector industrial, al generar energía con aguas contaminadas, los equipos y plantas son sometidos al impacto de metales pesados, ácidos sulfhídricos, grasas, solventes, entre otros, que causan mayor rapidez en su deterioro, acortando su vida útil e incrementando los

costos de mantenimiento y de operación. En el caso del río Bogotá, fueron comparados los costos de operar el sistema de producción con aguas contaminadas y con aguas no contaminadas, lo que arrojó, como resultado, sobrecostos en esta actividad.

En el sector agropecuario, se identificaron dos actividades relacionadas con las limitaciones de uso que presenta el recurso hídrico en este renglón de la economía. La primera, se refiere a los ingresos que dejará de percibir la CAR, al no poder entregar en concesión las aguas del río Bogotá a los agricultores y ganaderos, para su utilización y aprovechamiento, a causa de la grave contaminación producida por los vertimientos que son aportados por la ciudad de Bogotá, lo que incide en una menor inversión ambiental en la región.

La segunda, corresponde a los ingresos que dejarían de percibir los agricultores, al no poder utilizar el agua del río en la actividad agropecuaria por la contaminación de este recurso, llevándolos a buscar otras fuentes de abastecimiento, como agua subterránea o compra de agua en bloque, para poder realizar el riego, incurriendo en costos adicionales que afectan la producción, la economía local y regional. De otro lado, con posibles incidencias de tipo legal y ambiental.

Los costos totales para restaurar el daño ambiental, proceso estimado entre los años 2020 y 2032, en los componentes biofísico, social y económico, ascienden a 10.535.648,27 millones de pesos, monto estimado y expresado en precios de 2020, una vez descontado el flujo de valores constantes a una tasa de interés del 9,47% efectivo anual.

El componente de mayor peso dentro de los costos totales es el de restauración, con 9.075.367,10 millones de pesos, que equivale al 86,14% de los costos totales. De dicha cifra, la correspondiente a la restauración del recurso hídrico, que asciende a 8.959.987,68 millones de pesos, representa el 98,73%, teniendo el mayor peso, aquellos recursos destinados para la construcción de las PTAR Canoas y Salitre.

Los costos del componente social son de 1.454.501,84 millones de pesos. Aquí, hay que resaltar que la pérdida de beneficios debido a la disminución de materias primas implicará una inversión de recursos que ascienden a 1.435.447,79 millones de pesos.

Adicionalmente, se deben tener en cuenta los costos de gestión, por valor de 5.779,33 millones de pesos, lo cual corresponde, en su orden, a la elaboración de un modelo hidrogeológico, al proyecto de "Producción Más Limpia –PML–" en las curtiembres de la localidad de Tunjuelito en Bogotá, y al proyecto piloto para el desarrollo de un Modelo de Gestión Integral del Agua en la Región Hídrica de Bogotá-Cundinamarca -GIRH-."1

4 Contraloría de Bogotá D.C. Informe Estructural: Aplicación de la Metodología de Evaluación Económica del Daño Ambiental en el Caso de la Cuenca Media del Río Bogotá, como Herramienta del ejercicio del Control Fiscal de la Contraloría de Bogotá D.C. Plan Anual de estudios. PAE 2020. Dirección de estudios de Economía y Política Pública. Bogotá, D.C., Septiembre de 2020.

Referencias bibliográficas⁵

- Barrantes G. (2011). *Metodología para la Evaluación Económica de Daños Ambientales*. Instituto de Políticas para la Sostenibilidad – IPS. Heredia, Costa Rica.
- Barros, J. (2020). La resistencia biodiversa de la cuenca media del río Bogotá. *Semana Sostenible*. [sitio web]. Bogotá.
- Comisión Económica para América Latina y el Caribe - CEPAL. Cronología del Programa de Descontaminación del río Bogotá. Disponible en: https://www.cepal.org/ilpes/noticias/paginas/6/40506/0_Rio_Bogota_Historial.pdf
- Contraloría de Bogotá. (2019). *Informe Estructural. Avances en el Cumplimiento de la Sentencia Río Bogotá*. Bogotá: Contraloría de Bogotá.
- Corporación Autónoma Regional de Cundinamarca - CAR. (2020). *Planes de Manejo y Ordenación de la Cuenca (POMCA) del Río Bogotá, 2006-2019*. Bogotá. CAR.
- Corporación Autónoma Regional de Cundinamarca - CAR. (2018). *Boletín del Índice de Calidad del Agua en Corrientes Superficiales "ICA"*. Bogotá. CAR.
- Corporación Autónoma Regional de Cundinamarca - CAR. (2019). *Boletín del índice de calidad del agua en corrientes superficiales "ICA"*. Bogotá. CAR.
- Corporación Autónoma Regional de Cundinamarca - CAR. (2012). *Inventario de peces y crustáceos en tres fuentes hídricas de la jurisdicción de la CAR*. Bogotá. CAR.
- Corporación Autónoma Regional de Cundinamarca - CAR. (2011). Diseño básico preliminar para la optimización y ampliación de la PTAR El Salitre. *Anexo 24*. Bogotá.
- Corporación Autónoma Regional de Cundinamarca - CAR. (2009). *Acuerdo 17. Por medio del cual se determina la zona de ronda de protección del río Bogotá*. Bogotá. CAR.
- Corporación Autónoma Regional de Cundinamarca - CAR. (2006). *Acuerdo 43. Por el cual se establecen los objetivos de calidad del agua para la cuenca del río Bogotá a lograr en el año 2020*. Bogotá. CAR.
- Corporación Autónoma Regional de Cundinamarca - CAR. (2018) *Salto del Tequendama: pulmón de la cuenca baja del Río Bogotá*. Disponible en: <https://www.car.gov.co/saladeprensa/salto-del-tequendama-pulmon-de-la-cuenca-baja-del-rio-bogota>
- Calvachi, B. (2012). Los ecosistemas semisecos del altiplano cundiboyacense, bioma azonal singular de Colombia, en gran riesgo de desaparición. *Revista de la Universidad Jorge Tadeo Lozano*. [en línea].
- Colombia. Presidencia de la República. (1974). *Decreto 2811. Por el cual se dicta el Código Nacional de Recursos Naturales Renovables y de Protección al Medio Ambiente*. Bogotá. Imprenta Nacional.
- Combariza, D. A. (2009). *Contaminación por metales pesados en el Embalse del Muña y su relación con los niveles en sangre de plomo, mercurio y cadmio y alteraciones de salud en los habitantes del Municipio de Sibaté (Cundinamarca)*. Bogotá. Universidad Nacional de Colombia.
- Concejo de Bogotá D.C. (2020). *Acuerdo 761. Por medio del cual se adopta el plan de desarrollo económico, social, ambiental y de obras públicas del distrito capital 2020-2024 UN NUEVO CONTRATO SOCIAL Y AMBIENTAL PARA LA BOGOTÁ DEL SIGLO XXI*. Bogotá. Concejo de Bogotá.
- Consejo de Estado. Sala de lo Contencioso Administrativo. Sección Primera. Expediente No.AP-25000-23-27-000-2001-90479-01

- Convención sobre el Comercio Internacional de especies Amenazadas de Fauna y Flora Silvestre-CITES. Apéndices I, II y III de la CITES. [sitio web]. Disponible en <https://www.cites.org/esp/app/index.php>.
- Corrales, L. C., Sánchez, L. C., y Quimbayo, M. E. (2018). Microorganismos potencialmente fitopatógenos en aguas de riego proveniente de la cuenca media del río Bogotá. *Nova* 16(29).
- Convenio 014 de 2006 Departamento Administrativo del Medio Ambiente (DAMA) – Universidad de la Sabana (Unisabana). (2007). *Inventario de carácter ambiental en el sector comprendido entre las calles 57 a 59 Sur y las carreras 19B bis y 16 B (AK Tunjuelito) del barrio San Benito, Localidad de Tunjuelito en Bogotá D.C. Informe Final*. Bogotá. El Cid Litografía y Cía. S.A.
- Departamento Administrativo Nacional de Estadística –DANE. (2019). Censo Nacional de Población 2018. Bogotá. DANE
- Departamento Administrativo Nacional de Estadística –DANE. (1996). XVI Censo Nacional de Población y V de Vivienda 1993. Bogotá. DANE.
- Documento CONPES N° 3320 “Estrategia para el manejo ambiental del río Bogotá”. Bogotá. 2004.
- Plan Maestro de Acueducto y Alcantarillado 2016-2027. Documento Técnico Soporte. Bogotá. 2017
- Historia de la PTAR Salitre. [sitio web]. Disponible en: <https://www.acueducto.com.co/wps/portal/EAB2/Home/ambiente/saneamiento/rio-bogota/ptar-salitre/historia-de-la-ptar-salitre>
- Planta de Tratamiento de Aguas Residuales. PTAR Salitre. [sitio web]. Disponible en <https://www.acueducto.com.co/wps/portal/EAB2/Home/ambiente/saneamiento/rio-bogota/ptar-salitre>
- PTAR Canoas. [sitio web]. Informe de costos de inversión y de operación y mantenimiento de alternativas. Disponible https://www.acueducto.com.co/guato/canoas/DOCUMENTOS_PTAR_CANOAS/2011_1-02-25500-0690-2011_CDM_Canoas/Producto_4/PTAR_Canoas_P4_v003.pdf
- Fundación al Verde Vivo. (2019). *Estado del río Bogotá (Primera Parte)*. Bogotá.
- Ibáñez, J.J. (2007). *PH del Suelo*. [en línea]. Madrid.
- Instituto Colombiano de Geología y Minería- INGEOMINAS. (2004). *Geoquímica de metales pesados en suelos de la cuenca del Río Bogotá*. Bogotá. Ingeominas.
- Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales - IDEAM. (2015). *Estudio Nacional del Agua 2014*. Bogotá. IDEAM.
- Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales - IDEAM. (2018). *Estudio Nacional del Agua*. Bogotá. IDEAM.
- Modelos Hidrogeológicos Conceptuales. [Sitio Web]. Disponible en: <http://www.ideam.gov.co/web/agua/modelacion-hidrogeologica>
- Sistema de Información Ambiental –SIAC. (1990). *Índice de Bosque y No bosque*. Bogotá. SIAC.
- SIAC. (2015). Catálogo de mapas Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales -IDEAM-. [sitio web]. Zonificación de la degradación de suelos por erosión. Línea base 2010-2011. Bogotá.
- Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales –IDEAM- y Departamento Administrativo del Medio Ambiente – DAMA- (2004). *Calidad del Recurso Hídrico de Bogotá D.C*. Bogotá.

- Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales - IDEAM y Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial. (2007). *Protocolo para el monitoreo y seguimiento del agua*. Bogotá.
- Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander Von Humboldt. (2008). *Informe sobre el estado de la biodiversidad en Colombia 2006-2007*. Bogotá. Instituto Humboldt.
- Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander Von Humboldt. (2012). *Libro Rojo de Peces Dulceacuícolas de Colombia*. Bogotá. Instituto Humboldt.
- Instituto Geográfico Agustín Codazzi-IGAC- (2014). *Metodología para la clasificación de las tierras por su capacidad de uso grupo interno de trabajo levantamiento de suelos*. Bogotá. IGAC
- MADS –IDEAM –UDCA. (2015). *Estudio nacional de la degradación de suelos por erosión en Colombia*. Bogotá.
- Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural. (2001). *Política para el Desarrollo Agropecuario Ambientalmente Sostenible*. Bogotá. Minagricultura.
- Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural. (2013). *Resolución 080. "Por la cual se fija el listado de especies forestales a ser beneficiadas con el Certificado de Incentivos Forestales-CIF"*. Bogotá.
- Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible. (2012). *Diagnóstico Nacional de Salud Ambiental*. Bogotá. Informe de Gestión al Congreso. Bogotá.
- Ministerio de La Protección Social – Organización Panamericana de la Salud. (2010). *Informe Técnico Dinámica poblacional y caracterización de la zona habitacional aledaña a la cuenca media del Río Tunjuelito en el sector de curtiembres del barrio San Benito (Documento de la fase I)*, Bogotá, D.C.
- Ministerio de Vivienda, Ciudad y Territorio. (2017). *Resolución 330. "Por el cual se adopta el Reglamento Técnico para el Sector de Agua Potable y Saneamiento Básico – RAS"*. Bogotá.
- Ministerio de Vivienda, Ciudad y Territorio (2004). *Resolución 1433. "Por la cual se reglamenta el artículo 12 del Decreto 3100 de 2003, sobre Planes de Saneamiento y Manejo de Vertimientos, PSMV, y se adoptan otras determinaciones"*. Bogotá.
- Miranda D., Carranza C., Fischer G. (2008). *Calidad del agua de riego en la Sabana de Bogotá*. Bogotá. Universidad Nacional de Colombia. Facultad de Agronomía.
- Observatorio Regional Ambiental y de Desarrollo Sostenible del Río Bogotá. "El observatorio con la comunidad". Disponible en: <http://orarbo.gov.co/es3/el-observatorio-y-los-municipios/biodiversidad-del-rio-bogota>
- "Planta de Tratamiento de Aguas Residuales El Salitre". Disponible en: <http://orarbo.gov.co/es4/el-observatorio-y-los-municipios/planta-de-tratamiento-de-aguas-residuales-el-salitre>
- Otiniano A., et al. (2006). *La Materia Orgánica, Importancia y Experiencia de su Uso en la Agricultura*. [en línea]. Arica.
- Revista de Salud Pública. Universidad Nacional de Colombia. Facultad de medicina. Evaluación de impacto de la contaminación del embalse del Muña sobre la salud humana. Volumen 1 (2). Bogotá. 1999. Disponible en: <https://revistas.unal.edu.co/index.php/revsaludpublica/article/view/18950>

- Secretaría Distrital de Ambiente – SDA y la Empresa de Acueducto y Alcantarillado de Bogotá EAB – ESP. (2008). *Calidad del sistema hídrico de Bogotá*. Bogotá.
- Estructura Ecológica Principal. [Sitio Web]. Disponible en: http://www.ambientebogota.gov.co/c/journal/view_article_content?groupid=10157&articleid=14190&version=1.2
- Secretaría Distrital de Planeación – SDP. (2014). *Aproximación a las Implicaciones del Fallo del Consejo de Estado sobre el río Bogotá en el Ordenamiento Territorial Regional*. Bogotá, D. C.
- Reporte de SEGPLAN: Plan de Acción 2016 - 2020 Componente de gestión por entidad con corte a 31/12/2019, Empresa de Acueducto y Alcantarillado de Bogotá. Meta 508 “Avanzar 20% en la gestión del proyecto PTAR Canoas” – Avances y Logros. Bogotá. 2020
- Parque Industrial Ecoeficiente de San Benito (PIESB). [sitio web]. Disponible en: http://www.ambientebogota.gov.co/c/journal/view_article_content?groupid=10157&articleid=16394&version=1.0
- Semana Sostenible. Cómo los ríos urbanos convirtieron un agua sagrada en cloaca. 19 de mayo de 2020 [sitio web]. Bogotá;. Disponible en: <https://sostenibilidad.semana.com/actualidad/articulo/como-los-rios-urbanos-convirtieron-un-agua-sagrada-en-cloaca/50900>
- Superintendencia de Servicios Públicos Domiciliarios (2018). *Evaluación integral de prestadores Empresa de Acueducto y Alcantarillado de Bogotá E.S.P* Bogotá noviembre de 2018. Cobertura de acueducto, P. 106 y de alcantarillado P. 126.
- Trujillo-c. W. y Henao, M. (2018). *Riqueza florística y recambio de especies en la vertiente orinoquense de los andes, Colombia*. Universidad Distrital Francisco José de Caldas: “Colombia Forestal, 21(1)”. Bogotá.
- Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza - UICN. (2012). *Categorías y Criterios de la Lista Roja de la UICN: Versión 3.1*. Segunda edición. Gland, Suiza y Cambridge, Reino Unido.
- Universidad Francisco José de Caldas. (2018). *Guía del curso valoración y cuantificación económica del daño ambiental*. Bogotá.
- Velandia, F. (2017). *Determinación de la existencia de molestia por olores ofensivos generados por el Embalse el Muña en el municipio de Sibaté, Cundinamarca*. Universidad De Cundinamarca-Extensión De Facatativá. Facultad De Ciencias Agropecuarias Programa De Ingeniería Ambiental. Facatativá-Cundinamarca.
- Yin, R. K. (1989). *Case Study Research: Design and Methods, Applied social research Methods Series*. Sage Publications.
- Zamora, F. et al. (2008). *Efecto del riego con aguas residuales sobre propiedades químicas de suelos de la planicie deCcoro, estado Falcón*. Bioagro, vol. 20, núm. 3, septiembre-diciembre. Venezuela.