



MACROPROCESO DE APOYO  
PROCESO GESTIÓN APOYO ACADÉMICO  
DESCRIPCIÓN, AUTORIZACIÓN Y LICENCIA DEL  
REPOSITORIO INSTITUCIONAL

CÓDIGO: AAAr113  
VERSIÓN: 6  
VIGENCIA: 2021-09-14  
PAGINA: 1 de 10

16.

FECHA martes, 1 de marzo de 2022

Señores  
UNIVERSIDAD DE CUNDINAMARCA  
BIBLIOTECA  
Ciudad

UNIDAD REGIONAL	Seccional Girardot
TIPO DE DOCUMENTO	Trabajo De Grado
FACULTAD	Ciencias De la Salud
NIVEL ACADÉMICO DE FORMACIÓN O PROCESO	Pregrado
PROGRAMA ACADÉMICO	Enfermería

El Autor(Es):

APELLIDOS COMPLETOS	NOMBRES COMPLETOS	No. DOCUMENTO DE IDENTIFICACIÓN
Sánchez Prada	Leidy Daniela	1007658219
Villamil Cardozo	Juan Camilo	1070627364

Director(Es) y/o Asesor(Es) del documento:

APELLIDOS COMPLETOS	NOMBRES COMPLETOS
Avila Avila	María Nieves

Diagonal 18 No. 20-29 Fusagasugá – Cundinamarca  
Teléfono: (091) 8281483 Línea Gratuita: 018000180414  
[www.ucundinamarca.edu.co](http://www.ucundinamarca.edu.co) E-mail: [info@ucundinamarca.edu.co](mailto:info@ucundinamarca.edu.co)  
NIT: 890.680.062-2

Documento controlado por el Sistema de Gestión de la Calidad



MACROPROCESO DE APOYO  
PROCESO GESTIÓN APOYO ACADÉMICO  
DESCRIPCIÓN, AUTORIZACIÓN Y LICENCIA DEL  
REPOSITORIO INSTITUCIONAL

CÓDIGO: AAAr113  
VERSIÓN: 6  
VIGENCIA: 2021-09-14  
PAGINA: 2 de 10

### TITULO DEL DOCUMENTO

CONTAMINANTES DEL RÍO BOGOTÁ Y SU EFECTO EN LA SALUD:  
ESTADO DEL ARTE 2010-2020

### SUBTITULO

(Aplica solo para Tesis, Artículos Científicos, Disertaciones, Objetos  
Virtuales de Aprendizaje)

### EXCLUSIVO PARA PUBLICACIÓN DESDE LA DIRECCION INVESTIGACION

INDICADORES	NÚMERO
ISBN	
ISSN	
ISMN	

AÑO DE EDICION DEL DOCUMENTO

25/02/2022

NÚMERO DE PÁGINAS

66

### DESCRIPTORES O PALABRAS CLAVES EN ESPAÑOL E INGLÉS (Usar 6 descriptores o palabras claves)

ESPAÑOL	INGLÉS
1. Contaminantes del agua	Water contaminants
2. Medio ambiente	Environment
3. Metales pesados	Heavy metals
4. Microbiológicos	Microbiological
5. Población	Population
6. Enfermería	Nursing

### FUENTES (Todas las fuentes de su trabajo, en orden alfabético)

1. ALCALDÍA MUNICIPAL SECRETARÍA DE SALUD (Girardot). Análisis de situación de salud con el modelo de los determinantes sociales en salud, 2020. p. 106
2. BAEZA GÓMEZ, Eduardo. Calidad del agua. [en línea]. Biblioteca del Congreso Nacional de Chile BCN, nov. 2016, [citado 1 feb, 2022]. p. 1. Disponible en internet: <https://obtienearchivo.bcn.cl/obtienearchivo?id=repositorio/10221/23747/2/Calidad%20del%20Agua%20Final.pdf>
3. BENÍTEZ-DÍAZ, Pedro; MIRANDA-CONTRERAS, Leticia. Contaminación de aguas superficiales por residuos de plaguicidas en Venezuela y otros países de Latinoamérica. Revista Internacional de contaminación ambiental, 2013. p. 11
4. Calidad de Agua [Anónimo] [en línea]. Recursos hídricos-Argentina, mar. 2017 [citado 20 ene, 2022] Disponible en internet: <http://www.recursoshidricos.gov.ar/web/index.php/nuestra-funcion/2017-03-23-14-12-06/calidad-de-agua>
5. CAMPOS SEGURA, Ricardo. Contaminación en la cuenca alta del río Bogotá: diagnóstico y ensayo. En: Revista Épsilon. Dic, 2010. vol. 1, no 15. p. 191-202. p. 200.

Diagonal 18 No. 20-29 Fusagasugá – Cundinamarca  
Teléfono: (091) 8281483 Línea Gratuita: 018000180414  
[www.ucundinamarca.edu.co](http://www.ucundinamarca.edu.co) E-mail: [info@ucundinamarca.edu.co](mailto:info@ucundinamarca.edu.co)  
NIT: 890.680.062-2



6. CANO ARANA, A., GONZÁLEZ GILI, T. y CABELLO LÓPEZ, J.B. por CASPe. Plantilla para ayudarte a entender un estudio cualitativo. En: CASPe. Guías CASPe de Lectura Crítica de la Literatura Médica. Alicante: CASPe; 2010. Cuaderno III. p.3-8.
7. CASTRO CIFUENTES, Susan Lizeth y ORTIZ LIZARAZO, Jessica Paola. Análisis ambiental en la zona de mezcla de la desembocadura del río Bogotá al río Magdalena. Trabajo de grado. Ingeniero ambiental y sanitario. Bogotá D.C.: Universidad de la Salle. Facultad de Ingeniería Ambiental y Sanitaria, 2015. 142 p.
8. CASTRO DIAZ, Yineth Natalia. Evaluación preliminar del riesgo en salud pública de metales pesados por el riego de cultivos de hortalizas con aguas del Río Bogotá en la Sabana de Bogotá. Trabajo de grado. Bogotá D.C.: Universidad de los Andes. Facultad de Ingeniería. Departamento de Ingeniería Civil y Ambiental, 2014. p. 14
9. COLMENARES RODRIGUEZ, Heidi Julie y TORRES GUERRERO, Vladimir. Evaluación de contaminación en agua, suelo y sedimentos, asociada a plomo y cadmio en la subcuenca embalse del Muña, Río Bogotá. Trabajo de grado ingeniero ambiental y sanitario. Bogotá, D.C.: Universidad de la Salle. Facultad de ingeniería, 2012. 193 p.
10. COLOMBIA, CONGRESO DE LA REPUBLICA. Ley 99. (22, diciembre, 1993). Por la cual se crea el Ministerio del Medio Ambiente, se reordena el Sector Público encargado de la gestión y conservación del medio ambiente y los recursos naturales renovables, se organiza el Sistema Nacional Ambiental, SINA y se dictan otras disposiciones. Diario oficial. Bogotá, D.C., 1993. No. 41146. p. 1-33
11. COLOMBIA, CUNDINAMARCA, CORPORACIÓN AUTONOMA REGIONAL DE CUNDINAMARCA (CAR). Acuerdo 043. (17, octubre, 2006). Por el cual se establecen los objetivos de calidad del agua para la cuenca del río Bogotá a lograr en el año 2020. Régimen legal de Bogotá Alcaldía. Bogotá, D.C., 17, octubre, 2006. No. 46437. p. 1-14.
12. COLOMBIA, CUNDINAMARCA, CORPORACIÓN AUTONOMA REGIONAL DE CUNDINAMARCA (CAR). Resolución 3194. (23, noviembre, 2006). por la cual se aprueba el plan de ordenación y manejo de la cuenca hidrográfica del río Bogotá y se toman otras determinaciones. Régimen legal de Bogotá. Bogotá, D.C., 24, noviembre, 2006. No. 46462. P. 1-5
13. COLOMBIA, CUNDINAMARCA, CORPORACIÓN AUTÓNOMA REGIONAL DE CUNDINAMARCA. Boletín del índice de calidad del agua- ICA, 2020. p. 10
14. COLOMBIA, CUNDINAMARCA, CORPORACIÓN AUTÓNOMA REGIONAL DE CUNDINAMARCA. Boletín del índice de calidad del agua- ICA, 2020. p. 34
15. COLOMBIA, CUNDINAMARCA, CORPORACIÓN AUTÓNOMA REGIONAL DE CUNDINAMARCA. Problemática. [en línea]. CAR, 2018. [citado 1 feb, 2022]. Disponible en internet: [https://www.car.gov.co/rio\\_bogota/vercontenido/5](https://www.car.gov.co/rio_bogota/vercontenido/5)
16. COLOMBIA, MINISTERIO DE EDUCACIÓN. Ley 266. (25, enero, 1996). Por la cual se reglamenta la profesión de enfermería en Colombia y se dictan otras disposiciones. Ministerio de educación. Bogotá, D.C. 1996. No. 42710. p. 1-8
17. COLOMBIA, MINISTERIO DE EDUCACIÓN. Ley 911. (5, octubre, 2004). Por la cual se dictan disposiciones en materia de responsabilidad deontológica para el ejercicio de la profesión de Enfermería en Colombia; se establece el régimen disciplinario correspondiente y se dictan otras disposiciones. Ministerio de educación. Bogotá, D.C. 2004. No. 45693. p. 1-15
18. COLOMBIA, MINISTERIO DE SALUD. Resolución 8430. (04, octubre, 1993). Por la cual se establecen las normas científicas, técnicas y administrativas para la investigación en salud. Ministerio de salud. Bogotá, D.C. 1993. p. 1-19
19. COLOMBIA, PRESIDENCIA DE LA REPUBLICA. Constitución política de Colombia. (4, julio, 1991). Constitución política. Bogotá, D.C., 1991. No. 51818. p. 1-154



20. COLOMBIA. CONSEJO DE ESTADO. (28, marzo, 2014). Sentencia del río Bogotá. Bogotá, 2014. Expediente núm. AP-25000-23-27-000-2001-90479-0. p. 129
21. CORRALES RAMÍREZ, Lucía Constanza; SÁNCHEZ LEAL, Ligia Consuelo y ESCUCHA RODRÍGUEZ, Fabián Andrés. Determinación de la presencia de bacterias patógenas para el humano en aguas de riego en la cuenca alta de la sabana de Bogotá, DC Colombia. En: Nova. Dic, 2014. vol. 12, no 22. p. 179-186
22. DÍAZ MARTINEZ, Jorge Alberto y GRANADA TORRES, Carlos Arturo. Efecto de las actividades antrópicas sobre las características fisicoquímicas y microbiológicas del río Bogotá a lo largo del municipio de Villapinzón, Colombia. En: Revista de la facultad de Medicina. Universidad Nacional de Colombia. 2016. Vol. 66, no 1, p. 45-52.
23. El agua es la fuerza motriz de toda la naturaleza [Anónimo]. [En línea] EPMAPAS Samborondón, oct. 2020 [citado 1 feb, 2022]. Disponible en internet: <https://epmapas.gob.ec/2020/10/12/el-agua-es-la-fuerza-motriz-de-toda-la-naturaleza/>
24. GAIT, Nilda y PIEROTTO, Marcelo. Contaminación y contaminantes del agua. En: QUIROGA, Daniel; FERNANDEZ, Ricardo y PARIS, Enrique. Salud Ambiental Infantil: manual para enseñanza de grado en escuelas de medicina. 1a ed. - Buenos Aires, 2010. p. 53.
25. GÓMEZ DUARTE, Oscar G. Contaminación del agua en países de bajos y medianos recursos, un problema de salud pública. En: Revista de facultad de medicina. (2018). Vol. 66, No. 1, P. 7-8.
26. GÓMEZ VARGAS, Maricelly; GALEANO HIGUITA, Catalina y JARAMILLO MUÑOZ, Dumar Andrey. El estado del arte: una metodología de investigación. En: Revista Colombiana de Ciencias Sociales, jul-dic 2015. vol. 6, núm. 2. p. 11
27. HERNÁNDEZ CAPACHO, Carlos Eduardo. Estado del arte sobre el uso de agregados en Santander para la construcción de pavimentos. Trabajo de grado Ingeniero Civil. Bucaramanga: Universidad Pontificia Bolivariana. Escuela de ingenierías y administración. Facultad de ingeniería civil, 2019. 122 p. 6
28. HERNANDEZ, SAMPIERI, Roberto; FERNANDEZ COLLADO, Carlos y BAPTISTA LUCIO, María. Metodología de la investigación. 6 ed. México: McGraw-Hill, 2014. ISBN: 978-1-4562-2396-0. p. 155
29. HIDALGO GARCÍA, Yoandris García. Calidad del agua con fines de riego. En: Ojeando la Agenda, ISSN 1989-6794. Nº. 35. May, 2015, p. 2
30. INSTITUTO NACIONAL DE SALUD. Boletín epidemiológico Semana 53. INS, 2020, p. 24, 26
31. La contaminación del agua: cómo no poner en peligro nuestra fuente de vida [Anónimo]. [En línea]. Iberdrola [citado 1, febrero, 2022]. Disponible en internet: <https://www.iberdrola.com/sostenibilidad/contaminacion-del-agua>
32. LARIOS MEOÑO, J. Fernando; GONZÁLEZ TARANCO, Carlos y MORALES OLIVARES, Yennyfer. Las aguas residuales y sus consecuencias en el Perú. En: Saber y Hacer, Revista de la Facultad de Ingeniería de la USIL, 2015. Vol. 2, Nº 2, p. 12.
33. ORGANIZACIÓN MUNDIAL DE LA SALUD. Agua. [en línea]. OMS, jun, 2019. [citado 1 feb, 2022]. Disponible en internet: <https://www.who.int/es/news-room/fact-sheets/detail/drinking-water>
34. ORGANIZACIÓN MUNDIAL DE LA SALUD. El mercurio y la salud [en línea]. WHO | World Health Organization, mar. 2017. [citado 2 feb, 2022]. Disponible en internet: <https://www.who.int/es/news-room/fact-sheets/detail/mercury-and-health>
35. OSPINA ZUÑIGA, Oscar Efrén; MURILLO VARGAS, Francisco Javier y TORO, Margie Karina. Incidencia del río Bogotá en la calidad microbiológica del agua del río Magdalena, municipio de Flandes (Tolima). En: Revista Luna Azul- jun-dic, 2018, no 47, p. 114-



36. PEÑA GUZMAN, Carlos Andrés; MELGAREJO MORENO, Joaquín y PRATS RICO, Daniel. El ciclo urbano del agua en Bogotá, Colombia: estado actual y desafíos para la sostenibilidad. En: Tecnología y ciencias del agua, 2016. vol. 7, no. 6, p. 57-71.
37. PRECIADO, Alfonso Pérez. El problema del río Bogotá, 2011. p. 1
38. PULIDO, Mireya del Pilar Arcos, et al. Indicadores microbiológicos de contaminación de las fuentes de agua. En: Nova. Jul, dic, 2005. vol. 3, no 4, 69-79 p. p. 70
39. REYES, Yulieth, et al. Contaminación por metales pesados: Implicaciones en salud, ambiente y seguridad alimentaria. En: Revista Ingeniería, Investigación y Desarrollo. 2016. vol. 16 N° 2, p. 2
40. RÍOS TOBÓN, Sandra; AGUDELO CADAVID, Ruth Marina y GUTIERREZ BUILES, Lina Andrea. Patógenos e indicadores microbiológicos de calidad del agua para consumo humano. En: Revista de la Facultad Nacional Salud Pública. 2017, vol. 35, n.2, p.5
41. RODRÍGUEZ MIRANDA, Juan P.; GARCÍA-UBAQUE, César A. y GARCÍA-UBAQUE, Juan C. Enfermedades transmitidas por el agua y saneamiento básico en Colombia. En: Revista de salud pública. 2016. vol. 18, p. 738-745.
42. ROJAS GONZÁLEZ, Edwin, et al. Biotransformación de metales pesados presentes en lodos ribereños de los ríos Bogotá y Tunjuelo. En: Nova. Dic, 2010, vol. 8, no 14, p. 2-3
43. SAAD GUTIERREZ, Néstor José. Tendencia en la investigación sobre los metales pesados (Cd, Cr, Aas, Hg, Pb, Zn) y su afectación en el río Bogotá. Trabajo de pregrado. Ingeniero Civil. Bogotá D.C.: Universidad Militar Nueva Granada. Facultad de Ingeniería. Programa de Ingeniería Civil, 2019. 93 p.
44. TARCO GUILCAMAIGUA, Franklin Rene y VENINTIMILLA CALVOPÍÑA, Karina. La contaminación del agua. Análisis jurídico sobre la protección del Río Cutuchi y su saneamiento en la ciudad de Latacunga provincia de Cotopaxi. Tesis de grado. Ecuador: Universidad Técnica de Cotopaxi. Título de abogado, 2010. p. 16

Diagonal 18 No. 20-29 Fusagasugá – Cundinamarca  
Teléfono: (091) 8281483 Línea Gratuita: 018000180414  
[www.ucundinamarca.edu.co](http://www.ucundinamarca.edu.co) E-mail: [info@ucundinamarca.edu.co](mailto:info@ucundinamarca.edu.co)  
NIT: 890.680.062-2

Documento controlado por el Sistema de Gestión de la Calidad  
Asegúrese que corresponde a la última versión consultando el Portal Institucional



MACROPROCESO DE APOYO  
PROCESO GESTIÓN APOYO ACADÉMICO  
DESCRIPCIÓN, AUTORIZACIÓN Y LICENCIA DEL  
REPOSITORIO INSTITUCIONAL

CÓDIGO: AAAr113  
VERSIÓN: 6  
VIGENCIA: 2021-09-14  
PAGINA: 6 de 10

### RESUMEN DEL CONTENIDO EN ESPAÑOL E INGLÉS

(Máximo 250 palabras – 1530 caracteres, aplica para resumen en español):

El Río Bogotá actualmente está siendo parte de las agendas gubernamentales para la descontaminación, preservación y cuidado; con el fin de disminuir la carga de contaminantes físicos, químicos y biológicos que afectan la salud de los habitantes de Colombia y el ecosistema en general. **Objetivo:** Determinar el estado del conocimiento sobre los contaminantes del Río Bogotá y su efecto en la salud, periodo 2010 -2020. **Materiales y método:** investigación de enfoque cualitativo, paradigma sustantivito, el alcance es de tipo descriptivo retrospectivo. Con dos fases, la primera heurística, basado en la búsqueda de documentos científicos, la segunda fase hermenéutica lectura y análisis crítico a través de la herramienta CASPe. **Resultados:** se revisaron 45 documentos de resultados de investigaciones científicas (tesis de pregrado, artículos científicos), se realizó la lectura crítica "herramienta CASPe", de 18 documentos 13 pasaron el filtro los cuales 4 son tesis de pregrado y 9 artículos científicos. **Conclusiones:** Se evidencia mayor investigación en la cuenca alta y media, y poco en la cuenca baja; la mayor parte de los contaminantes provienen de las industrias, agricultura y los desechos domésticos, siendo los más comunes los contaminantes microbiológicos y metales pesados que son altamente peligrosos por la prevalencia de enfermedades gastrointestinales, tegumentarias y del sistema nervioso.

The Bogota River is currently being part of government agendas for decontamination, preservation and care; in order to reduce the load of physical, chemical and biological pollutants that affect the health of the inhabitants of Colombia and the ecosystem in general. **Objective:** To determine the state of knowledge on pollutants in the Bogotá River and their effect on health, period 2010 -2020. **Materials and method:** qualitative approach research, substantivist paradigm, the scope is retrospective descriptive. With two phases, the first one heuristic, based on the search of scientific documents, the second phase hermeneutic reading and critical analysis through the CASPe tool. **Results:** 45 documents of scientific research results (undergraduate theses, scientific articles) were reviewed, the critical reading "CASPe tool" was carried out, of 18 documents 13 passed the filter, which 4 are undergraduate theses and 9 scientific articles. **Conclusions:** More research is evidenced in the upper and middle basin, and little in the lower basin; most of the pollutants come from industries, agriculture and domestic waste, the most common being microbiological pollutants and heavy metals that are highly dangerous due to the prevalence of gastrointestinal, tegumentary and nervous system diseases.

### AUTORIZACIÓN DE PUBLICACIÓN

Por medio del presente escrito autorizamos a la Universidad de Cundinamarca para que, en desarrollo de la presente licencia de uso parcial, pueda ejercer sobre nuestra obra las atribuciones que se indican a continuación, teniendo en cuenta que, en cualquier caso, la finalidad perseguida será facilitar, difundir y promover el aprendizaje, la enseñanza y la investigación.

En consecuencia, las atribuciones de usos temporales y parciales que por virtud de la presente licencia se autoriza a la Universidad de Cundinamarca, a los usuarios de la Biblioteca de la Universidad; así como a los usuarios de las redes,

Diagonal 18 No. 20-29 Fusagasugá – Cundinamarca  
Teléfono: (091) 8281483 Línea Gratuita: 018000180414  
[www.ucundinamarca.edu.co](http://www.ucundinamarca.edu.co) E-mail: [info@ucundinamarca.edu.co](mailto:info@ucundinamarca.edu.co)  
NIT: 890.680.062-2

Documento controlado por el Sistema de Gestión de la Calidad  
Asegúrese que corresponde a la última versión consultando el Portal Institucional



bases de datos y demás sitios web con los que la Universidad tenga perfeccionado una alianza, son:  
Marque con una "X":

AUTORIZO (AUTORIZAMOS)		SI	NO
1. La reproducción por cualquier formato conocido o por conocer.	X		
2. La comunicación pública, masiva por cualquier procedimiento o medio físico, electrónico y digital.	X		
3. La inclusión en bases de datos y en sitios web sean éstos onerosos o gratuitos, existiendo con ellos previa alianza perfeccionada con la Universidad de Cundinamarca para efectos de satisfacer los fines previstos. En este evento, tales sitios y sus usuarios tendrán las mismas facultades que las aquí concedidas con las mismas limitaciones y condiciones.	X		
4. La inclusión en el Repositorio Institucional.	X		

De acuerdo con la naturaleza del uso concedido, la presente licencia parcial se otorga a título gratuito por el máximo tiempo legal colombiano, con el propósito de que en dicho lapso nuestra obra sea explotada en las condiciones aquí estipuladas y para los fines indicados, respetando siempre la titularidad de los derechos patrimoniales y morales correspondientes, de acuerdo con los usos honrados, de manera proporcional y justificada a la finalidad perseguida, sin ánimo de lucro ni de comercialización.

Para el caso de las Tesis, Trabajo de Grado o Pasantía, de manera complementaria, garantizamos en nuestra calidad de estudiante y por ende autores exclusivos, que la Tesis, Trabajo de Grado o Pasantía en cuestión, es producto de nuestra plena autoría, de nuestro esfuerzo personal intelectual, como consecuencia de nuestra creación original particular y, por tanto, somos los únicos titulares de la misma. Además, aseguramos que no contiene citas, ni transcripciones de otras obras protegidas, por fuera de los límites autorizados por la ley, según los usos honrados, y en proporción a los fines previstos; ni tampoco contempla declaraciones difamatorias contra terceros; respetando el derecho a la imagen, intimidad, buen nombre y demás derechos constitucionales. Adicionalmente, manifestamos que no se incluyeron expresiones contrarias al orden público ni a las buenas costumbres. En consecuencia, la responsabilidad directa en la elaboración, presentación, investigación y, en general, contenidos de la Tesis o Trabajo de Grado es de nuestra competencia exclusiva, eximiendo de toda responsabilidad a la Universidad de Cundinamarca por tales aspectos.

Sin perjuicio de los usos y atribuciones otorgadas en virtud de este documento, continuaremos conservando los correspondientes derechos patrimoniales sin modificación o restricción alguna, puesto que, de acuerdo con la legislación

Diagonal 18 No. 20-29 Fusagasugá – Cundinamarca  
Teléfono: (091) 8281483 Línea Gratuita: 018000180414  
[www.ucundinamarca.edu.co](http://www.ucundinamarca.edu.co) E-mail: [info@ucundinamarca.edu.co](mailto:info@ucundinamarca.edu.co)  
NIT: 890.680.062-2



colombiana aplicable, el presente es un acuerdo jurídico que en ningún caso conlleva la enajenación de los derechos patrimoniales derivados del régimen del Derecho de Autor.

De conformidad con lo establecido en el artículo 30 de la Ley 23 de 1982 y el artículo 11 de la Decisión Andina 351 de 1993, "Los derechos morales sobre el trabajo son propiedad de los autores", los cuales son irrenunciables, imprescriptibles, inembargables e inalienables. En consecuencia, la Universidad de Cundinamarca está en la obligación de RESPETARLOS Y HACERLOS RESPETAR, para lo cual tomará las medidas correspondientes para garantizar su observancia.

**NOTA:** (Para Tesis, Trabajo de Grado o Pasantía):

**Información Confidencial:**

Esta Tesis, Trabajo de Grado o Pasantía, contiene información privilegiada, estratégica, secreta, confidencial y demás similar, o hace parte de la investigación que se adelanta y cuyos resultados finales no se han publicado. **SI \_\_\_ NO \_X\_.**

En caso afirmativo expresamente indicaré (indicaremos) en carta adjunta, expedida por la entidad respectiva, la cual informa sobre tal situación, lo anterior con el fin de que se mantenga la restricción de acceso.

**LICENCIA DE PUBLICACIÓN**

Como titular(es) del derecho de autor, confiero(erimos) a la Universidad de Cundinamarca una licencia no exclusiva, limitada y gratuita sobre la obra que se integrará en el Repositorio Institucional, que se ajusta a las siguientes características:

- a) Estará vigente a partir de la fecha de inclusión en el repositorio, por un plazo de 5 años, que serán prorrogables indefinidamente por el tiempo que dure el derecho patrimonial del autor. El autor podrá dar por terminada la licencia solicitándolo a la Universidad por escrito. (Para el caso de los Recursos Educativos Digitales, la Licencia de Publicación será permanente).
- b) Autoriza a la Universidad de Cundinamarca a publicar la obra en formato y/o soporte digital, conociendo que, dado que se publica en Internet, por este hecho circula con un alcance mundial.
- c) Los titulares aceptan que la autorización se hace a título gratuito, por lo tanto, renuncian a recibir beneficio alguno por la publicación, distribución, comunicación pública y cualquier otro uso que se haga en los términos de la presente licencia y de la licencia de uso con que se publica.

Diagonal 18 No. 20-29 Fusagasugá – Cundinamarca  
Teléfono: (091) 8281483 Línea Gratuita: 018000180414  
[www.ucundinamarca.edu.co](http://www.ucundinamarca.edu.co) E-mail: [info@ucundinamarca.edu.co](mailto:info@ucundinamarca.edu.co)  
NIT: 890.680.062-2



d) El(Los) Autor(es), garantizo(amos) que el documento en cuestión es producto de mi(nuestra) plena autoría, de mi(nuestro) esfuerzo personal intelectual, como consecuencia de mi (nuestra) creación original particular y, por tanto, soy(somos) el(los) único(s) titular(es) de la misma. Además, aseguro(aseguramos) que no contiene citas, ni transcripciones de otras obras protegidas, por fuera de los límites autorizados por la ley, según los usos honrados, y en proporción a los fines previstos; ni tampoco contempla declaraciones difamatorias contra terceros; respetando el derecho a la imagen, intimidad, buen nombre y demás derechos constitucionales. Adicionalmente, manifiesto (manifestamos) que no se incluyeron expresiones contrarias al orden público ni a las buenas costumbres. En consecuencia, la responsabilidad directa en la elaboración, presentación, investigación y, en general, contenidos es de mí (nuestro) competencia exclusiva, eximiendo de toda responsabilidad a la Universidad de Cundinamarca por tales aspectos.

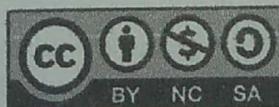
e) En todo caso la Universidad de Cundinamarca se compromete a indicar siempre la autoría incluyendo el nombre del autor y la fecha de publicación.

f) Los titulares autorizan a la Universidad para incluir la obra en los índices y buscadores que estimen necesarios para promover su difusión.

g) Los titulares aceptan que la Universidad de Cundinamarca pueda convertir el documento a cualquier medio o formato para propósitos de preservación digital.

h) Los titulares autorizan que la obra sea puesta a disposición del público en los términos autorizados en los literales anteriores bajo los límites definidos por la universidad en el "Manual del Repositorio Institucional AAAM003"

i) Para el caso de los Recursos Educativos Digitales producidos por la Oficina de Educación Virtual, sus contenidos de publicación se rigen bajo la Licencia Creative Commons: Atribución- No comercial- Compartir Igual.



j) Para el caso de los Artículos Científicos y Revistas, sus contenidos se rigen bajo la Licencia Creative Commons Atribución- No comercial- Sin derivar.



**Nota:**

Si el documento se basa en un trabajo que ha sido patrocinado o apoyado por una entidad, con excepción de Universidad de Cundinamarca, los autores garantizan



que se ha cumplido con los derechos y obligaciones requeridos por el respectivo contrato o acuerdo.

La obra que se integrará en el Repositorio Institucional está en el(los) siguiente(s) archivo(s).

Nombre completo del Archivo Incluida su Extensión (Ej. Nombre completo del proyecto.pdf)	Tipo de documento (ej. Texto, imagen, video, etc.)
1. Proyecto Contaminantes del Río Bogotá y su efecto en la salud: Estado del Arte 2010-2020	Texto CD
2. Presentación sustentación Contaminantes del Río Bogotá y su efecto en la salud: Estado del Arte 2010-2020	Texto CD
3.	
4.	

En constancia de lo anterior, Firmo (amos) el presente documento:

APELLIDOS Y NOMBRES COMPLETOS	FIRMA (autógrafa)
Sánchez Prada Leidy Daniela	
Villamil Cardozo Juan Camilo	Camilo Villamil

21.1-51-20.

**CONTAMINANTES DEL RÍO BOGOTÁ Y SU EFECTO EN LA SALUD:  
ESTADO DEL ARTE 2010-2020**

**JUAN CAMILO VILLAMIL CARDOZO  
LEIDY DANIELA SÁNCHEZ PRADA**

**UNIVERSIDAD DE CUNDINAMARCA  
FACULTAD CIENCIAS DE LA SALUD  
PROGRAMA DE ENFERMERÍA  
GIRARDOT  
2022**

**CONTAMINANTES DEL RÍO BOGOTÁ Y SU EFECTO EN LA SALUD:  
ESTADO DEL ARTE 2010-2020**

**JUAN CAMILO VILLAMIL CARDOZO  
LEIDY DANIELA SÁNCHEZ PRADA**

**Trabajo de grado**

**Docente asesora**

**ENF. María Nieves Ávila Ávila**

**Especialista en educación ambiental y desarrollo de la comunidad**

**UNIVERSIDAD DE CUNDINAMARCA  
FACULTAD CIENCIAS DE LA SALUD  
PROGRAMA DE ENFERMERÍA  
GIRARDOT**

**2022**

<b>Contenido</b>	<b>pág.</b>
<b>INTRODUCCION .....</b>	<b>8</b>
<b>1. PROBLEMA.....</b>	<b>9</b>
<b>1.1 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA .....</b>	<b>9</b>
<b>1.2 FORMULACIÓN DEL PROBLEMA .....</b>	<b>11</b>
<b>2. OBJETIVOS.....</b>	<b>12</b>
<b>2.1 OBJETIVO GENERAL.....</b>	<b>12</b>
<b>2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....</b>	<b>12</b>
<b>3. JUSTIFICACIÓN.....</b>	<b>13</b>
<b>4. MARCOS DE REFERENCIA.....</b>	<b>16</b>
<b>4.1 MARCO TEORICO CONCEPTUAL.....</b>	<b>16</b>
<b>4.4 MARCO LEGAL.....</b>	<b>25</b>
<b>4.5 MARCO ÉTICO.....</b>	<b>27</b>
<b>5. CUADRO DE CATEGORIAS.....</b>	<b>29</b>
<b>6. METODOLOGÍA .....</b>	<b>30</b>
<b>7. RESULTADOS .....</b>	<b>33</b>
<b>8. CONCLUSIONES .....</b>	<b>57</b>
<b>9. RECOMENDACIONES.....</b>	<b>59</b>
<b>REFERENCIAS .....</b>	<b>60</b>
<b>ANEXOS.....</b>	<b>65</b>

## LISTA DE TABLA

	<b>Pág.</b>
Tabla 1. Parámetros físicos, biológicos y químicos _____	17
Tabla 2. Variables involucradas en el ICA _____	18
Tabla 3 Microorganismos presentes en el agua _____	20
Tabla 4. Efectos en la salud _____	23
Tabla 5. Cuadro de categorías _____	29
Tabla 6. Ecuación de búsqueda y buscadores. Matriz CASPe _____	33
Tabla 7. Año y buscador. Matriz CASPe _____	34
Tabla 8. Investigaciones filtradas en matriz CASPe _____	36
Tabla 9. Problemas y actores. Cuenca alta _____	43
Tabla 10. Resultados de la investigación efecto de las actividades antrópicas del río Bogotá - cuenca alta _____	44
Tabla 11. Bacterias identificadas en las aguas de riego- cuenca alta _____	45
Tabla 12. Problema y actores. Cuenca media _____	47
Tabla 13. Evaluación de contaminación en agua (plomo y cadmio) - Cuenca media _____	49
Tabla 14. Microorganismos identificados en la cuenca media _____	51
Tabla 15. Microorganismos identificados en 12 fincas cuenca media _____	52
Tabla 16. Parámetro de coliformes _____	53

## Lista de figuras

	pág.
Figura 1. Diagrama de flujo de selección de artículos según PRISMA .....	31
Figura 2. Año de publicación- matriz CASPe .....	34
Figura 3 Buscadores - matriz CASPe .....	35

## RESUMEN

El Río Bogotá actualmente está siendo parte de las agendas gubernamentales para la descontaminación, preservación y cuidado; con el fin de disminuir la carga de contaminantes físicos, químicos y biológicos que afectan la salud de los habitantes de Colombia y el ecosistema en general. **Objetivo:** Determinar el estado del conocimiento sobre los contaminantes del Río Bogotá y su efecto en la salud, periodo 2010 -2020. **Materiales y método:** investigación de enfoque cualitativo, paradigma sustantivito, el alcance es de tipo descriptivo retrospectivo. Con dos fases, la primera heurística, basado en la búsqueda de documentos científicos, la segunda fase hermenéutica lectura y análisis crítico a través de la herramienta CASPe. **Resultados:** se revisaron 45 documentos de resultados de investigaciones científicas (tesis de pregrado, artículos científicos), se realizó la lectura crítica “herramienta CASPe”, de 18 documentos 13 pasaron el filtro los cuales 4 son tesis de pregrado y 9 artículos científicos. **Conclusiones:** Se evidencia mayor investigación en la cuenca alta y media, y poco en la cuenca baja; la mayor parte de los contaminantes provienen de las industrias, agricultura y los desechos domésticos, siendo los más comunes los contaminantes microbiológicos y metales pesados que son altamente peligrosos por la prevalencia de enfermedades gastrointestinales, tegumentarias y del sistema nervioso.

**Palabras claves:** Contaminantes del agua, Medio ambiente, Metales pesados, Microbiológicos, Población, Enfermería

## ABSTRACT

The Bogota River is currently being part of government agendas for decontamination, preservation and care; in order to reduce the load of physical, chemical and biological pollutants that affect the health of the inhabitants of Colombia and the ecosystem in general. **Objective:** To determine the state of knowledge on pollutants in the Bogotá River and their effect on health, period 2010 -2020. **Materials and method:** qualitative approach research, substantivist paradigm, the scope is retrospective descriptive. With two phases, the first one heuristic, based on the search of scientific documents, the second phase hermeneutic reading and critical analysis through the CASPe tool. **Results:** 45 documents of scientific research results (undergraduate theses, scientific articles) were reviewed, the critical reading "CASPe tool" was carried out, of 18 documents 13 passed the filter, which 4 are undergraduate theses and 9 scientific articles. **Conclusions:** More research is evidenced in the upper and middle basin, and little in the lower basin; most of the pollutants come from industries, agriculture and domestic waste, the most common being microbiological pollutants and heavy metals that are highly dangerous due to the prevalence of gastrointestinal, tegumentary and nervous system diseases.

**Keywords** Water contaminants, Environment, Heavy metals, Microbiological, Population, Nursing

## INTRODUCCION

El problema del río Bogotá en su recorrido como lo describe la Corporación Autónoma Regional (CAR)<sup>1</sup> es de 380 km desde su nacimiento en el municipio de Villapinzón hasta la desembocadura en el río Magdalena en el municipio de Girardot, por lo que afecta a 46 municipios y el distrito capital, representando a aproximadamente 10 millones de personas. Como lo explican Castro y Ortiz<sup>2</sup>, la carga contaminante que lleva estas aguas es ocasionado principalmente por los vertimientos de las agroindustrias y los desechos domésticos, aguas que se desechan en su mayoría sin tener ningún tratamiento; por lo cual afecta la calidad del agua cambiando las propiedades físicoquímica de estas; evidenciando así la presencia de contaminantes como metales pesados y microorganismos patógenos, sedimentos y materiales suspendidos que afectaran la salud y la calidad de vida de las personas que habitan alrededor del río.

Por lo tanto, se realiza esta investigación en la que se recopila información en bases de datos e investigaciones publicadas en repositorios institucionales entre los años 2010-2020, para conocer y ampliar el panorama frente a esta problemática; de modo que el presente estado del arte, muestra el estado del conocimiento en las investigaciones encontradas que se realizaron en distintos tramos del recorrido del río, es decir, por la cuenca alta, cuenca media y la cuenca baja; se desarrolló en dos fases, iniciando con la búsqueda de información y sistematización de los datos encontrados en la matriz bibliográfica, en la segunda fase mediante la aplicación de la herramienta CASPe se seleccionan los documentos para realizar la lectura crítica e interpretación de los artículos y trabajos de pregrado filtrados.

La estructura del estudio se presenta en cuatro secciones; la primera sección es el problema, la justificación y objetivos; segunda sección Marco referencial; tercera sección diseño metodológico y la cuarta sección la categorización e interpretación.

---

1 COLOMBIA, CUNDINAMARCA, CORPORACIÓN AUTÓNOMA REGIONAL DE CUNDINAMARCA. Problemática. [en línea]. CAR, 2018. [citado 1 feb, 2022]. Disponible en internet: [https://www.car.gov.co/rio\\_bogota/vercontenido/5](https://www.car.gov.co/rio_bogota/vercontenido/5)

2 CASTRO CIFUENTES, Susan Lizeth y ORTIZ LIZARAZO, Jessica Paola. Análisis ambiental en la zona de mezcla de la desembocadura del río Bogotá al río Magdalena. Trabajo de grado. Ingeniero ambiental y sanitario. Bogotá D.C.: Universidad de la Salle. Facultad de Ingeniería Ambiental y Sanitaria, 2015.

# 1. PROBLEMA

## 1.1 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

El agua más allá de ser esencial para la vida, también es muy utilizada en actividades cotidianas, como lo decía Pulido, *et al.*<sup>3</sup> se emplea para diversas actividades al igual que en el uso doméstico (6%), la industria (20%) y la que tiene más impacto la agricultura (70 a 80%) por lo cual este recurso es imprescindible para la vida en el planeta. Por lo anterior es indispensable mantener y conservar la calidad de fuentes naturales con el fin de garantizar su sustentabilidad y el aprovechamiento de los recursos para las futuras generaciones.

Las actividades antrópicas de la población como lo especifica Gómez<sup>4</sup>, a lo largo del tiempo han aumentado los niveles de contaminación; acciones como la deforestación, la pesca, la agricultura, la industria, actividades domesticas generan impactos negativos sobre el medio ambiente. Específicamente las fuentes de agua, que en las últimas décadas se ha visto afectada, por lo que se ha propuesto un mayor interés en su estudio, ya que las más afectadas son los cuerpos de agua dulce que a nivel mundial es un recurso limitado. El aumento en la carga orgánica e inorgánica reduce considerablemente el uso potencial que los recursos hídricos tienen, ya que en las especies animales inducen una mortalidad, la descomposición del agua, la presencia de metales pesados y de microorganismo(bacterias), que genera riesgo en la afectación de la salud humana.

Este tipo de contaminantes mencionados está relacionado con cambios fuertes en el ambiente y en la población por los aumentos en el desarrollo de urbanización no dirigida legalmente como lo son los barrios de invasión, las migraciones incontrolada de muchos refugiados y personas desplazadas, la rapidez y facilidad en los desplazamientos y el creciente movimiento de animales y de productos de origen animal; además según Reboratti y Segrelles<sup>5</sup> la práctica agroindustrial, es la mayor causa contaminante de las aguas, la consecuencia del uso indiscriminado de plaguicidas, que a su vez ocasiona la contaminación del ambiente y actúa negativamente sobre el ser humano y otros organismos del ecosistema originando

---

3 PULIDO, Mireya del Pilar Arcos, et al. Indicadores microbiológicos de contaminación de las fuentes de agua. *En:* Nova. Jul, dic, 2005. vol. 3, no 4, 69-79 p. p. 70

4 GOMEZ DUARTE, Oscar G. Contaminación del agua en países de bajos y medianos recursos, un problema de salud pública. *En:* Revista de la Facultad de Medicina, junio-marzo, 2018, vol. 66, no 1, p. 7-8.

5 REBORATTI C. 2010 y SEGRELLES SERRANO, J 2011, Citado por BENÍTEZ-DÍAZ, Pedro; MIRANDA-CONTRERAS, Leticia. Contaminación de aguas superficiales por residuos de plaguicidas en Venezuela y otros países de Latinoamérica. *Revista Internacional de contaminación ambiental*, 2013. p. 11

problemas de salud pública y deterioro ambiental, agregando que la introducción de cultivos transgénicos, se acentuaron a partir de los años 90, fenómeno que se conoce como la nueva revolución verde y ha incrementado la utilización de agroquímicos.

Las aguas contaminadas contienen bacterias, virus, protozoos, helmintos y cianobacterias. Estos microorganismos patógenos como lo mencionan Ríos, Agudelo y Gutiérrez<sup>6</sup> también pueden ser transmitidos a través de alimentos y causar enfermedades con diferentes niveles de gravedad, desde una gastroenteritis simple hasta cuadros graves de diarrea, disentería, desnutrición, dermatitis. Asimismo, Rojas, *et al*<sup>7</sup> afirman que los metales pesados como el cromo, plomo, mercurio y cadmio presentes en el agua que por sus características bioacumulables a través del tiempo pueden llegar a niveles tóxicos y generar problemas graves de salud, como dermatitis, intoxicación por metales pesados, que produce daños a los distintos órganos, cambios de la conducta y dificultades del pensamiento y la memoria, entre otras alteraciones.

En Colombia la hidrografía es bastante amplia, es una tierra rica por sus numerables afluentes de agua natural, que en su mayoría tienen un nivel contaminación; sin embargo, el caso más especial es el río Bogotá, como dice Pérez<sup>8</sup>, debido a que desde donde nace y desemboca, el aporte de aguas residuales es continuo y el grado de contaminación biológica, química y física va en aumento al punto que recibe aguas residuales de varios afluentes como el río Juan Amarillo, Alicachín y el Tunjuelo, los cuales más carga contaminante aporta en el afluente; lo que la convierte en la alcantarilla abierta de Colombia.

En el municipio de Girardot el informe del análisis situacional en salud del año 2020, reporta que “al realizar el análisis de subgrupo para las condiciones transmisibles y nutricionales, se puede observar que las enfermedades infecciosas y parasitarias presentaron el mayor porcentaje de distribución para el último año evaluado (51,26%), teniendo los mayores porcentajes en todos los años del serial anual 2009-2019, con un pico en el 2015 (64,76%), y una diferencia entre el 2009 (47,47%) a 2019 de 3,79 puntos porcentuales al incremento”<sup>9</sup>.

---

6 RÍOS TOBÓN, Sandra; AGUDELO CADAVID, Ruth Marina; GUTIÉRREZ BUILES, Lina Andrea. Patógenos Microbianos e Indicadores Microbiológicos de calidad del agua para consumo humano. En: Revista Facultad Nacional de Salud Pública. 2017, vol. 35, no 2, p. 236-247.

7 ROJAS GONZÁLEZ, Edwin, *et al*. Biotransformación de metales pesados presentes en lodos ribereños de los ríos Bogotá y Tunjuelo. En: Nova. Dic, 2010, vol. 8, no 14, p. 195-205.

8 PRECIADO, Alfonso Pérez. El problema del río Bogotá, 2011. p. 1

9 ALCALDÍA MUNICIPAL SECRETARÍA DE SALUD (Girardot). Análisis de situación de salud con el modelo de los determinantes sociales en salud, 2020. p. 106

Así mismo en el Instituto Nacional de Salud, en su boletín epidemiológico de la semana 53 del año 2020<sup>10</sup>, informa los eventos de enfermedad diarreica aguda de 2.008.017 casos a nivel nacional, con 104.063 casos en el departamento de Cundinamarca y 562.098 en Bogotá. Con respecto a casos de intoxicación por metales, hay una prevalencia de 76 casos a nivel nacional, la prevalencia en el departamento de Cundinamarca fue de 1 caso y en Bogotá fueron 3 casos reportados al recorrido del año.

Actualmente se han encontrado pocas investigaciones referentes a la cuenca baja del río Bogotá, específicamente en el municipio de Girardot. Los barrios de Girardot identificados por Castro y Ortiz<sup>11</sup>: las Acacias I y Acacias II que conforman la comuna 1 centro, el barrio Bocas del Bogotá de la comuna 2 sur, y el barrio 10 de Mayo de la comuna 2 sur, las veredas y pueblos que se encuentran cercanos a la ribera del río Bogotá se ven afectados por esta contaminación; por lo que el programa de enfermería y el programa de ingeniería ambiental de la universidad de Cundinamarca llevan a cabo una investigación titulada “Uso del agua superficial del río Bogotá, impacto socioambiental y estrategias para mejorar las condiciones de salud de los Girardoteños” donde la primera fase es la revisión de la literatura científica que permite identificar los principales contaminantes del río Bogotá y como afecta la salud lo que orientara a los investigadores en las intervenciones que favorezcan a la población ribereña en mejorar las condiciones de salud.

## **1.2 FORMULACIÓN DEL PROBLEMA**

¿Cuáles es el estado de conocimiento sobre los contaminantes del río Bogotá y su efecto sobre la salud, periodo 2010- 2020?

---

10 INSTITUTO NACIONAL DE SALUD. Boletín epidemiológico Semana 53. INS, 2020, p. 24, 26

11 CASTRO CIFUENTES, Susan Lizeth y ORTIZ LIZARAZO, Jessica Paola. Análisis ambiental en la zona de mezcla de la desembocadura del río Bogotá al río Magdalena. Trabajo de pregrado. Ingeniero ambiental y sanitario. Bogotá D.C.: Universidad de la Salle. Facultad de Ingeniería, 2015. 142 p.

## **2. OBJETIVOS**

### **2.1 OBJETIVO GENERAL**

Determinar el estado del conocimiento sobre los contaminantes del Río Bogotá y su efecto en la salud, periodo 2010 -2020.

### **2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

- Realizar una revisión del conocimiento de los contaminantes del Río Bogotá y su efecto en la salud.
- Describir el análisis de las características y clasificación de los artículos científicos sobre los contaminantes del Río Bogotá y su efecto en la salud.
- Describir los aspectos metodológicos y conceptuales sobre los contaminantes del Río Bogotá y su efecto en la salud, que permita estructurar nuevas interpretaciones para el desarrollo de la investigación.
- Contribuir en el desarrollo del macroproyecto “Uso del agua superficial del río Bogotá, impacto socioambiental y estrategias para mejorar las condiciones de salud de los Girardoteños”.

### 3. JUSTIFICACIÓN

La contaminación del agua según la Organización Mundial de la Salud (OMS)<sup>12</sup> la define como aquella que cambia su composición hasta que no se puede usar, es decir es agua tóxica que no se puede consumir ni emplearla para actividades como la agricultura, además ocasiona más de 500.000 muertes al año en el mundo por diarrea, colera, fiebre tifoidea, disentería, por ser una fuente de condiciones insalubres. La contaminación de los cuerpos de agua es una problemática a nivel mundial, nacional y local, con impactos en la salud de las personas aledañas estos, con un incremento en la mortalidad y morbilidad de enfermedades e infecciones, ya que estas aguas contaminadas son utilizadas en el consumo directo humano.

La Dra. Nilda y el Lic. Marcelo<sup>13</sup> afirman que, en el mundo, el 80% de las enfermedades de tipo gastrointestinales, infecciosas, parasitarias e incluso una tercera parte de la mortalidad es ocasionada por el uso y el consumo de agua contaminada, la OMS refiere también que los índices de morbimortalidad por enfermedades más graves relacionadas con el agua se pueden reducir hasta un 80% si se asegurara el acceso a agua potable.

A nivel de América Latina, la especialista en agua y saneamiento del Banco Mundial Yee-Batista<sup>14</sup> dice que el 80% de latinoamericanos viven en ciudades, entre las cuales una mayoría vive cerca a fuentes contaminadas; asimismo, esta región cuenta con la mayor biodiversidad y alberga un tercio del agua del mundo, por lo cual la contaminación del agua tiene graves consecuencias ambientales. Además, asegura que el 70% del agua residual están sin tratar; ya que el agua es extraída, utilizada y devuelta completamente contaminada a los ríos.

Según Castro de Esparza<sup>15</sup>, el estado en Perú sobre el agua potable, en la parte de la región sur, existen zonas semidesérticas donde la población consume agua de los ríos que nacen en los Andes; en algunos de estos ríos se ha encontrado la presencia de metales como el arsénico, por ejemplo, el río Locumba cuenta con

---

12 ORGANIZACIÓN MUNDIAL DE LA SALUD, citado por La contaminación del agua: cómo no poner en peligro nuestra fuente de vida [Anónimo]. [En línea]. Iberdrola [citado 1, febrero, 2022]. Disponible en internet: <https://www.iberdrola.com/sostenibilidad/contaminacion-del-agua>

13 GAIT, Nilda y PIEROTTO, Marcelo. Contaminación y contaminantes del agua. En: QUIROGA, Daniel; FERNANDEZ, Ricardo y PARIS, Enrique. Salud Ambiental Infantil: manual para enseñanza de grado en escuelas de medicina. 1a ed. - Buenos Aires, 2010. p. 53.

14 LARIOS MEOÑO, J. Fernando; GONZÁLEZ TARANCO, Carlos y MORALES OLIVARES, Yennyfer. Las aguas residuales y sus consecuencias en el Perú. En: Saber y Hacer, Revista de la Facultad de Ingeniería de la USIL, 2015. Vol. 2, Nº 2, p. 12.

15 CASTRO DE ESPARZA, 2006, Citado por LARIOS MEOÑO, J. Fernando; GONZÁLEZ TARANCO, Carlos y MORALES OLIVARES, Yennyfer. Las aguas residuales y sus consecuencias en el Perú. En: Saber y Hacer, Revista de la Facultad de Ingeniería de la USIL, 2015. Vol. 2, Nº 2, p. 19

valores de 0.5 mg As/L, en la cual un aproximado de 250 mil personas están expuestas a este metal. Asimismo, Larios Meoño, *et. al*<sup>16</sup> describen que, en un estudio de la exposición de arsénico en agua potable, en el río Rímac, todas las muestras tenían concentraciones de As por encima del límite de la OMS de 10 mg/l.

En Colombia la contaminación de cuerpos de agua, es una problemática que impacta sobre la salud de sus habitantes, la población se ve perjudicada porque en muchos municipios no tratan las aguas residuales domesticas e industriales antes de verterlas a los ríos, la universidad de Yale<sup>17</sup> dijo que en el 2014 Colombia ocupa el puesto 84 en desempeño ambiental, obteniendo el índice más bajo en la conservación del recurso hídrico y en saneamiento básico. Díaz y Granada<sup>18</sup>, afirman que el río Bogotá es el lugar más contaminado del mundo, ya que en sus aguas contienen metales pesados, microorganismos y otras sustancias tóxicas, que se emplean en las actividades pecuarias, agrícolas y para el consumo humano, afectando así la calidad de los alimentos, la productividad y la salud de millones, además al desembocar en el río Magdalena, extiende esta problemática a los habitantes rivereños.

Afirma Duarte<sup>19</sup> que las principales fuentes de contaminación de ríos, lagos y otros recursos naturales son las actividades antropogénicas y la vulnerabilidad de los suelos en zonas urbanas grandes y pequeñas; sin embargo, las áreas rurales no pueden escapar de las actividades humanas contaminantes, ya que las aguas residuales contienen excrementos de animales y de seres humanos, residuos de las industrias, contaminantes de las actividades de minería y de la extracción de petróleo, residuos químicos de tierras de cultivo donde se utilizan antibióticos, pesticidas y fertilizantes.

Los barrios de Girardot, las veredas y pueblos que se ubican cerca de la ribera del río Bogotá, afirma Castro y Ortiz<sup>20</sup>, tienen riesgo de padecer enfermedades infecciosas y parasitarias como lo son enfermedades infecciosas gastrointestinales y la enfermedad diarreica aguda la cual tiene una incidencia de 58,8 casos por cada 1.000 habitantes y el 5,2 % del total a nivel nacional, también se identifica la infección respiratoria aguda (IRA) con una mortalidad de 16 muertes en la población de menores de 5 años.

---

16 Ibid. p. 20

17 DÍAZ MARTÍNEZ, Jorge Alberto Y GRANADA-TORRES, Carlos Arturo. Efecto de las actividades antrópicas sobre las características fisicoquímicas y microbiológicas del río Bogotá a lo largo del municipio de Villapinzón, Colombia. En: Revista de la Facultad de Medicina. (2018). Vol. 66, No 1, 45-52 p. p. 46

18 Ibid. p. 46

19 GÓMEZ DUARTE, Oscar G. Contaminación del agua en países de bajos y medianos recursos, un problema de salud pública. En: Revista de facultad de medicina. (2018). Vol. 66, No. 1, P. 7-8.

20 CASTRO CIFUENTES. Op. Cit., p. 159.

Actualmente no se encuentra información agrupada sobre los efectos en la salud consecuente a la contaminación en el río Bogotá en la población ribereña del municipio de Girardot, por lo cual el programa de enfermería está desarrollando un proyecto de investigación junto con el programa de ingeniería llamado “Uso del agua superficial del río Bogotá, impacto socioambiental y estrategias para mejorar las condiciones de salud de los Girardoteños”, y una de las primeras actividades es realizar una revisión de la literatura de los contaminantes presentes del río Bogotá. Por lo tanto, hay la necesidad de profundizar en la problemática actual del río Bogotá desde diversas aristas como la ambiental, salud, la exposición a contaminantes que tiene el río Bogotá, el consumo indirecto de estas aguas, con el fin de generar estrategias que mejoren la calidad de vida de la población que habita en Girardot, en la ribera del río Bogotá.

Esta investigación contribuye socialmente, de manera que a través de este documento con el aporte del conocimiento sobre la problemática que se tiene respecto a la situación del río Bogotá, va a servir de base para generar intervenciones por expertos en futuras investigaciones.

A nivel disciplinar el tema de la contaminación hídrica y su relación con los procesos de salud y enfermedad, no se ha profundizado específicamente, sin embargo, se ha abordado el efecto de los agroquímicos en la salud, en cultivadores de arroz del municipio del Espinal y de frutas y hortalizas en la región de Sumapaz, por tanto, se amplía el panorama de acción del enfermero encaminado a la prevención de la enfermedad en el área de la salud pública. Por lo que el objetivo de la investigación es establecer un estado del arte, que sirva de antecedente y de las bases para otras investigaciones o proyectos que se vayan a llevar a cabo sobre la problemática, beneficiando a los profesionales en salud, la población afectada por el río Bogotá y la comunidad Girardoteña que es el lugar donde se está desarrollando la investigación.

## 4. MARCOS DE REFERENCIA

### 4.1 MARCO TEORICO CONCEPTUAL

El agua es un recurso natural muy importante para la vida humana, animal y vegetal; se emplea en varias actividades como es el uso doméstico, fines recreativos, en el campo de la industria y la agricultura, entre otros. Sin embargo, en la actualidad se reconoce que una de las mayores problemáticas en el mundo es la contaminación de los cuerpos de agua; en el presente trabajo se hace referencia específicamente a la contaminación de los ríos, que son la fuente de agua dulce muy limitados.

Una de las grandes problemáticas que se encuentran en Colombia es la contaminación del Río Bogotá. En el camino que recorre este río, desde su inicio hasta el final, hay un cambio innegable en la calidad de sus aguas, pues nace en el municipio de Villapinzón en el páramo de Guacheneque, en un estado muy limpio, puro y natural, pero al desembocar en el río Magdalena en el municipio Girardot llega como aguas negras y sin ningún aporte positivo para el medio ambiente, más bien como un gran problema de salud pública.

La OMS<sup>21</sup> afirma que las aguas que son contaminadas son capaces de propagar enfermedades como diarrea, poliomielititis, disentería, colera, y fiebre tifoidea, se estima que estas aguas contaminadas causan anualmente más de 502.000 muertes por diarrea. Por lo tanto, el estado del medio ambiente tiene una relación muy directa con la condición de salud y la calidad de vida en las personas (cuanto mejor este el medio ambiente, mejor es la calidad de vida y salud de la población). Como la enfermería está inmersa al cuidado de los individuos, se ubica en una posición estratégica para abordar estos temas que afectan la salud.

#### 4.1.1 Calidad del agua

Para definir el termino, se toma lo que dice Baeza<sup>22</sup>, que de acuerdo la OMS y otras organizaciones internacionales, la calidad del agua son las condiciones de las propiedades biológicas, físicas y químicas del agua en su estado natural o alteradas por las acciones humanas; generalmente esta se comprueba contrastando las

---

21 ORGANIZACIÓN MUNDIAL DE LA SALUD. Agua. [en línea]. OMS, jun, 2019. [citado 1 feb, 2022]. Disponible en internet: <https://www.who.int/es/news-room/fact-sheets/detail/drinking-water>  
22 BAEZA GÓMEZ, Eduardo. Calidad del agua. [en línea]. Biblioteca del Congreso Nacional de Chile BCN, nov. 2016, [citado 1 feb, 2022]. p. 1. Disponible en internet: <https://obtienearchivo.bcn.cl/obtienearchivo?id=repositorio/10221/23747/2/Calidad%20del%20Agua%20Final.pdf>

propiedades físicas y químicas de una muestra de agua con las pautas de calidad del agua.

Según Chaves y Alipaz<sup>23</sup>, la calidad y cantidad de agua es parte de los indicadores de los componentes del sistema ambiental, que se emplean para calcular el Índice de Sostenibilidad Ambiental, que aporta información sobre la capacidad de los países para resguardar el medio ambiente en las próximas décadas. Por ello, la investigación de las cuencas es importante, puesto que estos indicadores son establecidos para definir el desarrollo sostenible.

Se tiene cuenta que el determinar la calidad del agua<sup>24</sup> es un requerimiento esencial antes de proporcionar agua para uso de fines industriales, recreativos, de riego, para el consumo humano y animal o para la vida acuática; por lo tanto, la gestión de los recursos de manera sostenible está relacionado con la capacidad de garantizar su calidad; el método más simple para medir la calidad del agua es definiendo parámetros físicos, biológicos y químicos que sean aceptables y por lo tanto establecida por un estándar en función de usos específicos. A continuación, en la *tabla 1* se describen en que consiste cada parámetro:

Tabla 1. Parámetros físicos, biológicos y químicos

<p style="text-align: center;"><b>PARAMETRO FÍSICO</b></p>	<p>Estos parámetros no son indicadores de contaminación absolutos y se deben medir según la norma del país. Las variables más importantes son la temperatura, turbidez, transparencia, conductividad eléctrica, olor, pH y sabor.</p>
<p style="text-align: center;"><b>PARAMETRO BIOLÓGICO</b></p>	<p>Este parámetro indica la presencia de microorganismos patógenos de varios grupos, como las bacterias, protozoos y los virus, comúnmente estos patógenos llegan a las fuentes hídricas por medio de los restos orgánicos y heces de los animales y las personas, para medir esta contaminación se utiliza las variables de coliformes totales y fecales, estreptococos fecales.</p>
<p style="text-align: center;"><b>PARAMETRO QUÍMICO</b></p>	<p>Este es el más importante ya que puede establecer la calidad del agua, para lo cual se estudian frecuentemente las variables de oxígeno disuelto, la demanda química y biológica de oxígeno, sólidos disueltos, elementos tóxicos.</p>

Fuente: Elaboración propia.

23 CHAVEZ y ALIPAZ, 2007, Citado por HIDALGO GARCÍA, Yoandris García. Calidad del agua con fines de riego. En: *Ojeando la Agenda*, ISSN 1989-6794.Nº. 35. May, 2015, p. 2

24 Calidad de Agua [Anónimo] [en línea]. Recursos hídricos-Argentina, mar. 2017 [citado 20 ene, 2022] Disponible en internet: <http://www.recursoshidricos.gov.ar/web/index.php/nuestra-funcion/2017-03-23-14-12-06/calidad-de-agua>

El índice de calidad del agua (ICA) de acuerdo con lo que establece la CAR<sup>25</sup>, toma valores de 0 y 1, en la cual el 0 indica muy mala calidad y por lo tanto se restringe el posible uso del agua; de modo que esto se emplea como herramienta para evaluar el estado de las cuencas. A continuación, en la *tabla 2* se presentan visualiza las variables que se usan para el ICA:

Tabla 2. Variables involucradas en el ICA

VARIABLE	CONCEPTO
Oxígeno Disuelto (OD)	Colmenares y Torres <sup>26</sup> , definen esta variable como la cantidad de oxígeno presente y disuelto en agua; sirve como indicador de cuan contaminada está el agua y que tan bien favorece a la vida vegetal y animal; pues entre mayor cantidad oxígeno disuelto se encuentre la calidad del agua es mejor.
Sólidos en Suspensión Totales	La CAR <sup>27</sup> describe que la presencia de esta materia en el agua, indica un cambio en el estado del agua, su presencia está directamente asociado con la turbidez y con las actividades de extracción de materiales, disposición de escombros, procesos de erosión y derrames industriales.
Demanda Química de Oxígeno (DQO)	La CAR <sup>28</sup> la define como la variable que muestra la existencia de sustancias químicas presentes en el agua que pueden oxidarse en condiciones de muy alta temperatura y muy acidas, como lo es la materia orgánica e inorgánica.
Conductividad Eléctrica	Esta variable, según la CAR <sup>29</sup> está estrechamente relacionado con la suma de cationes y aniones químicamente definidos, que refleja el grado de mineralización.
Relación Nitrógeno Total/Fósforo Total (NT/PT)	Mide la degradación por intervención humana, la CAR <sup>30</sup> afirma que es un método de aplicación del concepto de saprobiedad (oxidación o degradación de la materia orgánica por la presencia de saprofitos), que se utiliza en cuerpos de agua (ciénagas, lagos, etc.) posibilidad de la fuente de asimilar carga orgánica.
pH Potencial de Hidrógeno	La CAR <sup>31</sup> define el potencial de hidrogeno como la concentración de este en el agua, indica la basicidad o acides de una sustancia, que en valores limites afectan la fauna y flora acuática.

25 COLOMBIA, CUNDINAMARCA, CORPORACIÓN AUTÓNOMA REGIONAL DE CUNDINAMARCA. Boletín del índice de calidad del agua- ICA, 2020. p. 10

26 COLMENARES RODRÍGUEZ, Heidy Julie y TORRES GUERRERO, Vladimir. Evaluación de contaminación en agua, suelo y sedimentos, asociada a plomo y cadmio en la subcuenca embalse del Muña, Rio Bogotá. Trabajo de grado ingeniero ambiental y sanitario. Bogotá, D.C.: Universidad de la Salle. Facultad de ingeniería. 2012. p. 28

27 COLOMBIA, CUNDINAMARCA, CORPORACIÓN AUTÓNOMA REGIONAL DE CUNDINAMARCA (CAR). Op. Cit., p. 13

28 Ibid. p 14

29 Ibid. p. 14

30 Ibid. p. 15

31 Ibid. p. 14

Coliformes Fecales	Para la CAR <sup>32</sup> establece la contaminación en el agua por materia orgánica originada por las acciones.
--------------------	--

Fuente: Elaboración propia.

Por lo tanto, se interpreta que cualquier intervención ya sea directa o indirectamente va a modificar la calidad del agua, en consecuencia, altera el medio ambiente en su diseño general. En el caso del río Bogotá la actividad antropogénica ha alterado nocivamente las condiciones normales de estas aguas por diferentes medios.

Como lo afirman Tarco y Veintimilla<sup>33</sup>, los cuerpos de agua dulce como los ríos en condiciones normales tienen la capacidad de autodepurarse, las bacterias utilizan el oxígeno y descomponen los desechos de tipo orgánico que al mismo conforma el alimento para las plantas acuáticas y los peces, reintegrando el oxígeno y carbono a la biosfera. Es decir, que el agua en sus afluentes y en su estado natural (sin intervención del hombre) tiene algunos grados de contaminación, que no conlleva a ningún riesgo para la vida humana, animal y vegetal, ya que los cuerpos de agua en sí misma tiene la capacidad natural de auto depurar los contaminantes que lleguen a estos hasta cierto grado; en otras palabras, cuando estos contaminantes superan la capacidad de depuración natural comienza a ser un problema para el ecosistema general modificando así las características naturales del agua, afectando el uso potencial de este recurso.

#### 4.1.2 Contaminantes

Dentro de los contaminantes del agua en función de este trabajo, se nombrarán en tres grupos: los contaminantes químicos, los contaminantes biológicos y contaminantes físicos que se describen a continuación:

##### *Contaminantes químicos:*

Estos contaminantes son productos químicos inorgánicos, compuestos por ácidos sustancias tóxicas incluyendo metales tóxicos (Mercurio, Plomo, Cadmio) que contaminan el agua. Para el tema específico se describen los metales pesados; estos por sus características de bioacumulación generan riesgo para los seres vivos, ya que pueden presentar efectos por toxicidad. Combariza; Nava-Ruiz y

---

<sup>32</sup> Ibid. p. 15

<sup>33</sup> TARCO GUILCAMAIGUA, Franklin Rene y VENINTIMILLA CALVOPIÑA, Karina. La contaminación del agua. Análisis jurídico sobre la protección del Río Cutuchi y su saneamiento en la ciudad de Latacunga provincia de Cotopaxi. Tesis de grado. Ecuador: Universidad Técnica de Cotopaxi. Título de abogado, 2010. p. 16

Méndez<sup>34</sup> mencionan que, debido a su alta toxicidad, los efectos sobre la salud de la exposición a largo plazo o por la bioacumulación de metales pesados son motivo de preocupación; sin embargo, dependiendo del tipo de metal o mineral, se presentan condiciones que van desde daño a órganos vitales hasta la aparición de cáncer. Por lo que es importante conocer el grado de contaminación de estas aguas, con el propósito de prevenir e informar y así fomentar conciencia tanto para la población general y las autoridades, sobre el riesgo que presenta este tipo de contaminación.

*Contaminantes biológicos:*

Estos contaminantes son agentes patógenos de tipo virus, parásitos, bacterias y protozoos que llegan al agua por los desechos orgánicos, como en el Consejo de Estado<sup>35</sup> explica, estos desechos orgánicos requieren de oxígeno para poder ser descompuestos con ayuda de bacterias que usan oxígeno para biodegradarlos. El problema está en que, si hay muchas de estas bacterias, pueden agotar el oxígeno del agua, matando así las formas de vida acuáticas. Los principales microorganismos que son indicadores de contaminación y son transmitidos por medio del agua, se describen por los siguientes grupos:

Tabla 3 Microorganismos presentes en el agua

BACTERIAS	De acuerdo con Ríos, Agudelo Y Gutiérrez <sup>36</sup> , entre las bacterias identificadas en el agua como contaminantes están, bacterias gran negativas, particularmente: los géneros Pseudomonas, Aeromonas, Vibrio, Neisseria, Acinetobacter, etc. Se han identificado cepas enteropatógenas que causan enfermedades graves como infecciones en el tracto urinario, meningitis, bacteriemia, diarrea aguda, disentería, gastroenteritis y fiebre tifoidea.
VIRUS	Para Ríos, Agudelo Y Gutiérrez <sup>37</sup> son una causa importante de morbimortalidad por enfermedades transmitidas por el agua y bajo ninguna circunstancia se consideran flora normal del tracto gastrointestinal del ser humano y los animales; el 87% de las enfermedades virales transmitidas por el agua son causadas por hepatitis, adenovirus y rotavirus.
PARÁSITOS	De acuerdo con Ríos, Agudelo Y Gutiérrez <sup>38</sup> entre estos microorganismos patógenos, hay dos categorías: protozoos y

34 COMBARIZA 2009; NAVA-RUIZ Y MÉNDEZ-ARMENTA 2011, citado por REYES, Yulieth, *et al.* Contaminación por metales pesados: Implicaciones en salud, ambiente y seguridad alimentaria. En: Revista Ingeniería, Investigación y Desarrollo. 2016. vol.16 N° 2, p. 2

35 COLOMBIA, CONSEJO DE ESTADO. Op. Cit., p. 818

36 RÍOS TOBÓN, Sandra; AGUDELO CADAVID, Ruth Marina y GUTIERREZ BUILES, Lina Andrea. Patógenos e indicadores microbiológicos de calidad del agua para consumo humano. En: Revista de la Facultad Nacional Salud Pública. 2017, vol. 35, n.2, p.5

37 Ibid. p.6

38 Ibid. p. 7

	<p>helmintos. El primer grupo es causante de enfermedades diarreicas, en algunos casos, los organismos oportunistas causan enfermedades más graves incluyendo la muerte en niños y ancianos, lo más comunes en el agua de este grupo son: giardia intestinalis, escherichia coli, entamoeba histolutica, toxoplasma gondii, cryptosporidium, etc. El otro grupo de los helmintos, son altamente resistentes a los cambios de temperaturas, ph, humedad del ambiente, además tienen mayor incidencia por el consumo de agua contaminada, los más comunes son: áscaris, trichuris trichura, h. duodenum, entre otros.</p>
--	---

Fuente: Elaboración propia.

### *Contaminación física:*

Este tipo de contaminación se refiere principalmente a los materiales de tipo sólido, cuyo impacto en el agua es el cambio de sus propiedades como la temperatura, turbidez, pH.

Turbidez: según Colmenares, *et al.*<sup>39</sup> esta la variable se relaciona con los sólidos suspendidos que están en el agua, cuya importancia está en su relación con los ciclos microbianos y biológicos, ya que la turbidez interrumpe con el aporte energético al exterior, produciendo un olor desagradable por la descomposición del material en un ambiente anóxico.

También existen algunas industrias que hacen uso de las aguas de los ríos para enfriar sus equipos de trabajo, estas aguas en temperatura alta y con algunos componentes químicos, son vertidas nuevamente a los afluentes alterando notoriamente la vida de las especies; ya que interfiere en la reproducción y crecimiento de estos; además la alta temperatura del agua reduce el oxígeno y por lo tanto afectando la vida biota.

Tarco, *et al.*<sup>40</sup> menciona que un aumento de la temperatura en el cuerpo de agua, disminuye la solubilidad del oxígeno y generalmente aumenta la solubilidad de las sales, al mismo tiempo acentuando la tasa de reacciones metabólicas, lo que conduce a una aceleración del proceso de putrefacción. Añadiendo también que los detergentes crean espuma y agregan fosfatos al agua ocasionando eutrofización, es decir la acumulación de residuos orgánicos que provoca el crecimiento de algunas algas, lo que reduce en gran medida la capacidad de auto depurar del río.

#### 4.1.3 Efectos en la Salud

---

39 COLMENARES RODRÍGUEZ. Op. Cit., p. 56

40 TARCO. Op. Cit., p. 27

La afección en la salud del ser humano se puede observar por el sistema que afecta, como el sistema nervioso que se subdivide en el central y periférico, como lo describe la Dra. Costa<sup>41</sup>, se encarga de regular las funciones involuntarias del organismo, específicamente en el Sistema Nervioso Central (SNC) integra los órganos cerebro espinal, en la medula espinal, tronco encefálico y el hipotálamo, que se encargan de las funciones somáticas o viscerales; mientras que el Sistema Nervioso Periférico (SNP), se divide dos: el primero es el sistema nervioso simpático que se origina en la medula espinal y de aquí se inerva hacia los tejidos y órganos periféricos, en donde se encarga de la inervación simpática de los pulmones, corazón, extremidades superiores, el cuello y la cara; el segundo es el sistema nervioso parasimpático, que inerva a los órganos como el corazón, pulmones, esófago, estómago, intestinos, hígado, vesicular, páncreas y uréteres.

El sistema tegumentario, como lo explica Cárdenas<sup>42</sup> está constituido por piel y mucosas; posee terminaciones que captan señales del tacto, temperatura, dolor y comprende también anexos como el pelo, las uñas, glándulas sudoríparas y sebáceas. La piel es un órgano en el que se identifican dos capas, la superficial y la profunda, esta es la actúa como barrera protectora de los estímulos y exposición del ambiente.

El sistema digestivo, lo describe Cárdenas<sup>43</sup>, como el recorrido desde la boca, faringe, esófago, estómago, intestinos delgado y grueso, finalizando con el ano, el cual cada tramo que recorre esta recubierto de paredes mucosas en la que se absorben nutrientes y elementos con los cuales se alimenta el ser humano. El sistema inmunitario, para Zaldivar<sup>44</sup> es importante ya que protege al cuerpo contra las bacterias patógenas, toxinas, cuerpos extraños, células cancerosas y los procesos autoinmunes, de esta manera mantener un equilibrio biológico para que el sistema funcione correctamente, creando una barrera de protección.

Sin embargo, los efectos en la salud de las personas dependen del tipo de contaminante que ingrese al organismo, ya que como lo menciona Vega y López<sup>45</sup> el consumo de agua contaminada con elementos químicos puede acumularse en el organismo durante meses, incluso años, provocando una intoxicación grave o la

---

41 COSTA GOMES, Teresa. Sistema nervioso autónomo. En: Consultado el, Hospital Mar-Barcelona, vol.15

42 CARDENAS DE LA PEÑA, Enrique. Sistema tegumentario. En: Terminología Médica, 5e. México: McGraw-Hill. ISBN: 978-1-4562-2380-9. 2014. Cap. VII

43 CARDENAS DE LA PEÑA, Enrique. Aparato digestivo. En: Terminología Médica, 5e. México: McGraw-Hill. ISBN: 978-1-4562-2380-9. 2014. Cap. XII

44 ZALDIVAR OCHOA, Miriam. El sistema inmunológico de las mucosas. En: Revista Cubana de Medicina General Integral, 2002, vol. 18, no5, p. 352-354.

45 BERROCAL VEGA, Nazareth y PÉREZ LÓPEZ, Esteban. Determinación de la calidad del agua para consumo humano del asentamiento el Barón, Esparza-Puentarenas. En: Pensamiento actual, 2021, vol. 21, no 37.

muerte, mientras que los microorganismos patógenos alcanzan efectos inmediatos en la salud.

Tabla 4. Efectos en la salud

AGENTE	EFECTOS
Químicos	<p>Según Forde, <i>et al.</i><sup>46</sup> estos elementos no son biodegradables y por sus características se pueden clasificar como carcinógenos, genotóxicos y mutagénicos en la salud humana. Dentro de los cancerígenos estos hacen que las células sean cancerosas y fomenten su crecimiento. Los genotóxicos, cambian en la célula la estructura del material genético. Los mutagénicos provocan cambios de manera permanente y es heredable. La cuestión está en que, en bajas concentraciones, los efectos se presentan años o incluso décadas después de la exposición. Pero con concentraciones muy altas, pueden ocurrir efectos graves para la salud en cuestión de días.</p>
Microorganismos	<p>Las dos vías principales de exposición a estos agentes según Forde, <i>et al.</i><sup>47</sup> son el agua y los alimentos; en la cual todas las poblaciones son susceptibles a estos patógenos transmitidos por el agua, sin embargo, los más jóvenes, ancianos y las personas inmunodeprimidas corren mayor riesgo. La contaminación microbiana en el agua se puede dividir en las siguientes categorías:</p> <p>Viral:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Rotavirus/ norovirus: gastroenteritis.</li> <li>- Astrovirus/ adenovirus: gastroenteritis e infecciones respiratorias aguas.</li> <li>- Hepatitis A y E: hepatitis.</li> <li>- Virus Coxsackie/ enterovirus: gastroenteritis, infección respiratoria aguda superior, enfermedades de las manos, pies y boca, meningitis, infecciones cardíacas y neuropatía periférica.</li> <li>- Virus de la poliomielitis.</li> <li>- Echovirus: gastroenteritis, infección respiratoria aguda, meningitis y hepatitis.</li> </ul> <p>Bacteriano:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Campylobacter spp./ E. coli/ salmonella spp./ shigella spp./ yersinia enterocolítica: gastroenteritis</li> <li>- Helicobacter pylori: gastritis, cáncer gástrico.</li> <li>- Legionella spp.: Pulmonía, gastroenteritis.</li> <li>- Leptospira spp.: fiebres leves con sarpullido o hemorrágicas.</li> <li>- Vibrio cholera: gastroenteritis con diarrea acuosa.</li> </ul> <p>Protozoarios:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Criptosporidium spp.: diarrea crónica.</li> <li>- Giardia duodenalis: dolor abdominal.</li> <li>- Entamoeba histolytica: disentería, absceso hepático.</li> </ul>

46 FORDE, Martín. Agua y salud. En: IANAS La Red Interamericana de Academias de Ciencias. Calidad del Agua en las Américas. ISBN: 978-607-8379-33-0. México. 2019, vol. 29. p. 30

47 Ibid. p. 31, 36, 37

	<p>Metazoarios:</p> <ul style="list-style-type: none"><li>- Schistosoma spp.: infecciones intestinales, hepáticas y urinarias.</li><li>- Dracunculus medinensis: pápula dolorosa en la piel, gastroenteritis.</li></ul>
--	---

Fuente: Elaboración propia

#### 4.4 MARCO LEGAL

A continuación, se presenta de acuerdo con la normatividad ambiental leyes, decretos y resoluciones que hacen referencia al recurso hídrico y el medio ambiente.

**Constitución política de Colombia 1991.** La constitución es la carta magna legislativa colombiana, según COLOMBIA, PRESIDENCIA DE LA REPUBLICA<sup>48</sup> se plantea la necesidad del uso racional y equitativo del suelo, la defensa y preservación del patrimonio cultural y ecológico de acuerdo al desarrollo sostenible para ellos se hace la intervención del estado para el ordenamiento territorial, con el fin de que todas las personas tengan derechos a un ambiente sano, el estado debe proteger la diversidad e integridad del ambiente, con la conservación de los territorios de especial importancia ecológica, y fomentar la educación en cuanto al ambiente.

**Ley 99 de 1993.** Según COLOMBIA, CONGRESO DE LA REPUBLICA<sup>49</sup>, es en la cual se ordena el sector público que se encarga de la gestión y conservación del medio ambiente. Una de las funciones de las corporaciones autónomas regionales es ejercer control, evaluaciones y seguimiento ambiental del uso del recurso hídrico, lo cual comprende las emisiones, incorporación de residuos líquidos, sustancia y vertimientos que puede causar peligro o daño en el normal desarrollo sostenible de recursos naturales renovables, para esto se expedirán las respectivas licencias ambientales, concesiones, permisos, salvoconductos y autorizaciones.

**Acuerdo 043 de 2006** Según COLOMBIA, CUNDINAMARCA CORPORACIÓN AUTONOMA REGIONAL DE CUNDINAMARCA<sup>50</sup>, establece metas de calidad del agua a alcanzar en la parte baja del río Bogotá para el año 2020, cual clasifica de forma general el recurso hídrico, conforme la jurisdicción de la CAR, teniendo en cuenta sus usos. Establecerá estándares mínimos de calidad y metas que deberán cumplir los distintos puntos de la Cuenca del Río Bogotá.

---

48 COLOMBIA, PRESIDENCIA DE LA REPUBLICA. Constitución política de Colombia. (4, julio, 1991). Constitución política. Bogotá, D.C., 1991. No. 51818. p. 1-154

49 COLOMBIA, CONGRESO DE LA REPUBLICA. Ley 99. (22, diciembre, 1993). Por la cual se crea el Ministerio del Medio Ambiente, se reordena el Sector Público encargado de la gestión y conservación del medio ambiente y los recursos naturales renovables, se organiza el Sistema Nacional Ambiental, SINA y se dictan otras disposiciones. Diario oficial. Bogotá, D.C., 1993. No. 41146. p. 1-33

50 COLOMBIA, CUNDINAMARCA, CORPORACIÓN AUTONOMA REGIONAL DE CUNDINAMARCA (CAR). Acuerdo 043. (17, octubre, 2006). Por el cual se establecen los objetivos de calidad del agua para la cuenca del río Bogotá a lograr en el año 2020. Régimen legal de Bogotá Alcaldía. Bogotá, D.C., 17, octubre, 2006. No. 46437. p. 1-14.

**Resolución 3194 del 2006.** Según COLOMBIA, CUNDINAMARCA, CORPORACIÓN AUTONOMA REGIONAL DE CUNDINAMARCA<sup>51</sup>, en esta resolución se aprueba el plan de ordenamiento y manejo de la cuenca hidrográfica del río Bogotá y tomar otras decisiones, aprueba el plan de ordenamiento y manejo de la cuenca hidrográfica del río Bogotá en cuanto a estudios de diagnóstico, prospectivos y formulación. Corporación Autónoma Regional de Cundinamarca - CAR tomará medidas para proteger los recursos naturales renovables, podrá limitar o modificar sus prácticas de uso durante el proceso de desarrollo, para ello podrá establecer controles y supervisión para limitar las actividades que se realicen en la cuenca hidrográfica del río Bogotá. En esta se establece un orden jerárquico del plan de ordenamiento territorial, los cuales deben ser modificados según las directrices en los municipios según el POMCA.

---

51 COLOMBIA, CUNDINAMARCA, CORPORACIÓN AUTONOMA REGIONAL DE CUNDINAMARCA (CAR). Resolución 3194. (23, noviembre, 2006). por la cual se aprueba el plan de ordenación y manejo de la cuenca hidrográfica del río Bogotá y se toman otras determinaciones. Régimen legal de Bogotá. Bogotá, D.C., 24, noviembre, 2006. No. 46462. P. 1-5

## 4.5 MARCO ÉTICO

### Consideraciones éticas

Para la presente investigación se revisa la normatividad internacional y nacional siguiendo los principios éticos que allí se establecen para investigaciones de tipo documental retrospectivas no experimentales.

Según Colombia, Ministerio de salud<sup>52</sup>, la resolución 8430 de 1993 es una de la que regula las pautas éticas en los trabajos de investigación en salud, dado que no se ha hecho revisión, ni actualización desde su publicación, se hace necesario mirar su suficiencia y vigencia para abordar los dilemas éticos que se plantean en la actualidad en salud del país. El artículo 1 plantea que la resolución tiene por objeto establecer los requisitos para el desarrollo de la actividad de investigación en salud, en el artículo 4 manifiesta que las investigaciones en salud comprende el desarrollo de procesos que del conocimiento de procesos biológicos en el ser humano, a los vínculos de la causa de las enfermedades, a la prevención y control de afectación en salud, y enfatizando para esta investigación al conocimiento y evaluación del impacto del ambiente en la salud. Para Colombia, ministerio de salud<sup>53</sup> establece que la investigación sin riesgo se emplea en estudios que no hace modificación o intervención intencionada de las variables fisiológicas, biológicas o sociales, apoyados en técnicas y métodos en los individuos que participen en la investigación.

Según Sanabria<sup>54</sup>, en Colombia no hay un marco legal de plagio, sin embargo en la constitución colombiana de 1991, en el artículo 6: establece que el estado protegerá la propiedad intelectual, según las formalidades y en el tiempo que establezca la ley. Consecuente en el artículo 58 con el 61 garantiza la propiedad privada y los derechos adquiridos con arreglo a las leyes civiles; para la presente investigación es de riesgo bajo, porque es de tipo cualitativa, corre el riesgo de plagio.

En el campo de enfermería Colombia, ministerio de educación<sup>55</sup> establece la ley 266 de 1996, la que reglamenta la práctica profesional de enfermería en Colombia, establece los valores y principios fundamentales que consagra la constitución

---

52 COLOMBIA, MINISTERIO DE SALUD. Resolución 8430. (04, octubre, 1993). Por la cual se establecen las normas científicas, técnicas y administrativas para la investigación en salud. Ministerio de salud. Bogotá, D.C. 1993. p. 1-19

53 Ibid. p. 3

54 SANABRIA, Luis Eduardo. Conceptualización jurídica del plagio en Colombia. En: Revista Colombiana e Cirugía. 2014, vol. 29, no 2, p. 88-97

55 COLOMBIA, MINISTERIO DE EDUCACIÓN. Ley 266. (25, enero, 1996). Por la cual se reglamenta la profesión de enfermería en Colombia y se dictan otras disposiciones. Ministerio de educación. Bogotá, D.C. 1996. No. 42710. p. 1-8

nacional de Colombia y aquellos que están en el sistema de salud y seguridad social, los principios de la profesión de enfermería son: integralidad, individualidad, dialogicidad, calidad, continuidad, calidad. Las competencias del profesional de enfermería es ejercer funciones y responsabilidades investigativas, tanto en áreas generales como especializadas, los deberes es actuar y orientar conforme en lo establecido en la ley y los principios del código de ética de enfermería que se adopte en el territorio colombiano, o por defecto en el código internacional de enfermería.

En el código deontológico de la profesión de enfermería Colombia, Ministerio de educación<sup>56</sup> . establece en la ley 911 de 2004 en la que se establece la responsabilidad deontológica de la profesión de enfermería en territorio colombiano, se establece el régimen disciplinario, Colombia, Ministerio de educación<sup>57</sup> en el artículo 6 establece que el profesional de enfermería solicitará e informará a las personas, familia o a los grupos comunitarios, previo a hacer del cuidado de enfermería, con el objeto de que conozcan los posibles efectos no deseados y la conveniencia de los procedimientos, de igual manera, deberá pedir el consentimiento informado a las personas de práctica de docencias o de investigación de enfermería.

---

56 COLOMBIA, MINISTERIO DE EDUCACIÓN. Ley 911. (5, octubre, 2004). Por la cual se dictan disposiciones en materia de responsabilidad deontológica para el ejercicio de la profesión de Enfermería en Colombia; se establece el régimen disciplinario correspondiente y se dictan otras disposiciones. Ministerio de educación. Bogotá, D.C. 2004. No. 45693. p. 1-15

57 Ibid. p. 2

## 5. CUADRO DE CATEGORIAS

Para poder dar respuesta a la pregunta de investigación ¿Cuáles es el estado de conocimiento sobre los contaminantes del río Bogotá y su efecto sobre la salud, periodo 2010- 2020?, se realiza el ejercicio de operacionalización de variables que por una serie de procedimientos sirve de guía para poder obtener información de manera organizada y así adecuar el sentido del texto. Por lo tanto, se definió lo siguiente: variable (Conocimiento sobre los contaminantes microbiológicos y el efecto en la salud), dimensión (caracterización de artículos), indicador (autor, procedencia, idioma, tipo de documento, año, enfoque del estudio), tipo de variable (cualitativa), escala (nominal), valor final (nombre del autor, país de origen Latinoamérica, español – inglés, artículos científicos – tesis de pregrado, 2010-2020, enfoque cualitativo). Como resultado de esta operacionalización, se diseñó el siguiente cuadro de categorías, por el cual esta investigación se orienta para dar resultado final.

Tabla 5. Cuadro de categorías

CATEGORIAS	SUBCATEGORIAS	CATEGORIAS EMERGENTES
CONTAMINANTES DEL RIO BOGOTÁ	* Contaminantes biológicos.	Virus, Bacterias, protozoos. Coliformes totales, coliformes fecales
	* Contaminantes químicos	Metales pesados: Mercurio, Cromo, Cadmio, Plomo
	*Contaminantes físicos	Elementos sólidos, (tipo madera, residuos de construcción, muebles, residuos domésticos e industriales, pilas, residuos tecnológicos, entre otros contaminantes físicos)
EFECTO EN LA SALUD	* Sistema nervioso (SNC - SNP)	*Enfermedades del SNP- SNC *Intoxicación por organofosforados y metales pesado.
	* Sistema tegumentario	* Dermatitis * Fiebre tifoidea
	* Sistema digestivo	*Enfermedades G.I *Amibiasis Fiebre tifoidea y paratifoidea
	* Sistema inmunitario.	* Hepatitis A. * Intoxicación de metales pesados.
	* Sistema endocrino	* Intoxicación de metales pesados.

Fuente: Elaboración propia.

## 6. METODOLOGÍA

El presente estudio es un estado del arte, que según la definición de Restrepo y Marín<sup>58</sup> es la cual se recupera y trasciende el análisis y la reflexión del conocimiento acumulado de una investigación documental sobre determinado objeto de estudio. Donde se examinan diversos documentos y bibliografías cuyo fin es interpretar el fenómeno en estudio y hacer explícito las posturas teóricas y metodológicas del material sometido al análisis, que a través de su interpretación se establecen tendencias del tema a investigar.

Teniendo en cuenta la finalidad y el alcance de la investigación, el presente estudio pertenece al nivel 1 de acuerdo a Londoño A. *et al.*<sup>59</sup> que es reconocer el cúmulo de conocimientos que se encuentre, recoger los vacíos y riquezas, aportando a los contenidos, indica que es el fin de la investigación. Ya que en lo investigado se reconoce que, si hay variada información acerca del río Bogotá, sin embargo, en lo que respecta a esta investigación, encontrando que no hay suficiente información de la contaminación de la cuenca baja del río Bogotá.

La estrategia de diseño de esta investigación es de enfoque cualitativo e interpretativo y tiene un alcance de tipo descriptivo según Hernández Sampieri, *et al.*<sup>60</sup> porque ya que después de realizar la revisión de los documentos, se describe la situación de las investigaciones sobre el conocimiento de los contaminantes del río Bogotá y el efecto en la salud. Dicha metodología se desarrolla en los siguientes pasos:

Se realiza la investigación en un intervalo de tiempo de 10 años, abarcando 2010-2020; porque inicialmente la investigación se realizó en un intervalo de 5 años, sin embargo, se encontraba muy poca información para el desarrollo del presente estudio, por lo cual se decidió ampliar el tiempo de los años de publicación de los documentos.

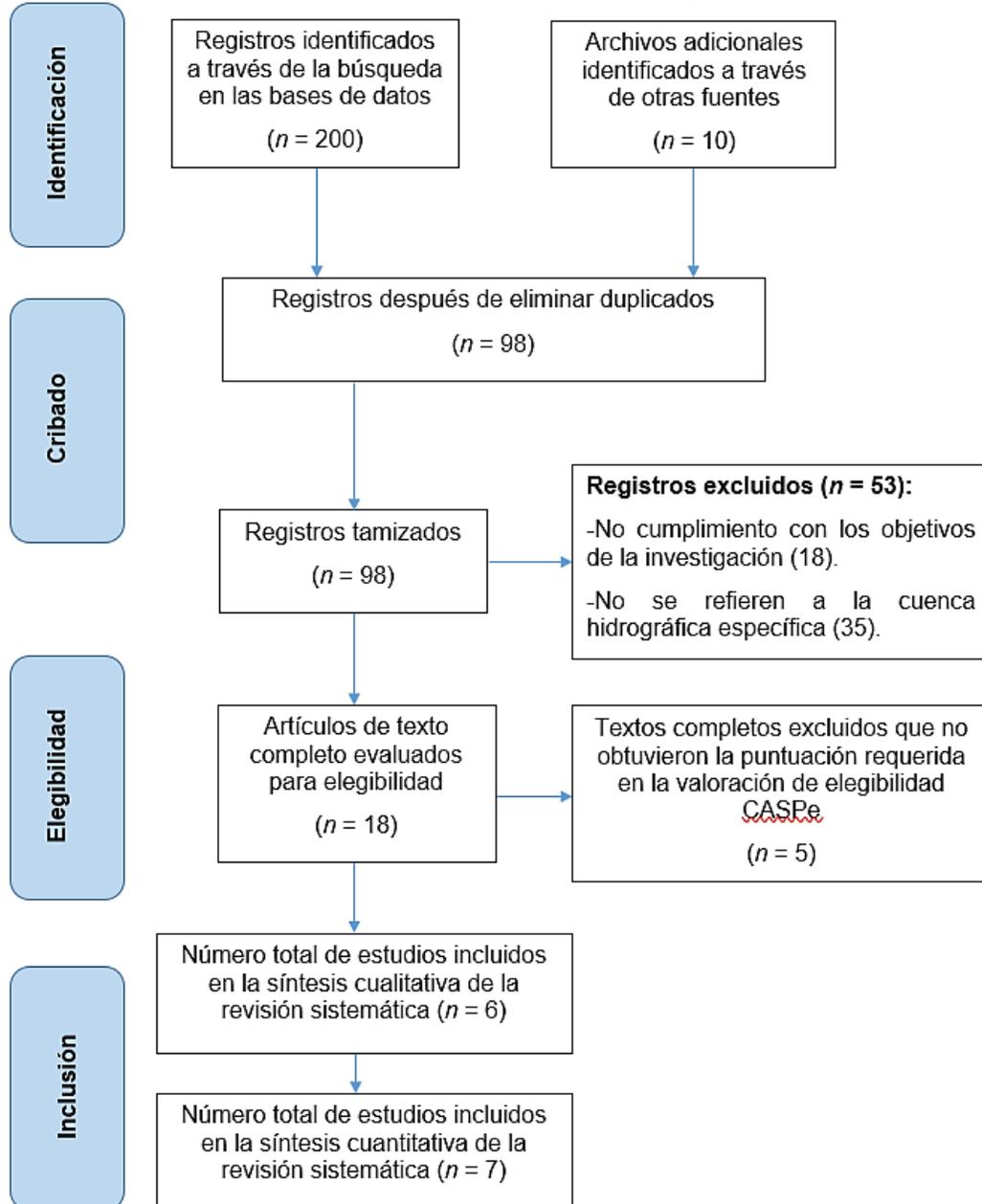
---

58 MARÍN y VÉLEZ RESTREPO, 2002, citado por GÓMEZ VARGAS, Maricelly; GALEANO HIGUITA, Catalina y JARAMILLO MUÑOZ, Dumar Andrey. El estado del arte: una metodología de investigación. En: Revista Colombiana de Ciencias Sociales, jul-dic 2015. vol. 6, núm. 2, p. 3

59 GÓMEZ VARGAS, Maricelly; GALEANO HIGUITA, Catalina y JARAMILLO MUÑOZ, Dumar Andrey. El estado del arte: una metodología de investigación. En: Revista Colombiana de Ciencias Sociales, jul-dic 2015. vol. 6, núm. 2, p. 11

60 HERNANDEZ, SAMPIERI, Roberto; FERNANDEZ COLLADO, Carlos y BAPTISTA LUCIO, María. Metodología de la investigación. 6 ed. México: McGraw-Hill, 2014. ISBN: 978-1-4562-2396-0. p. 92

Figura 1. Diagrama de flujo de selección de artículos según PRISMA



Fuente: Elaboración propia

Fase heurística, según Hernández<sup>61</sup> es el procedimiento que, apoyado en buscadores de alta fidelidad, se recopila la información según la naturaleza del estudio, en la cual se apoyó con los descriptores: contaminación del agua,

61 HERNÁNDEZ CAPACHO, Carlos Eduardo. Estado del arte sobre el uso de agregados en Santander para la construcción de pavimentos. Trabajo de grado Ingeniero Civil. Bucaramanga: Universidad Pontificia Bolivariana. Escuela de ingenierías y administración. Facultad de ingeniería civil, 2019. 122 p. 6

contaminantes microbiológicos, metales pesados, salud, río Bogotá, haciendo uso de los booleanos AND, OR, en los siguientes buscadores y bases de datos: Scielo, Pubmed, EBSCO host, ProQuest, repositorios de UNAD, UNAL, Salle, Universidad colegio mayor de Cundinamarca, universidad militar nueva grande, Universidad de Cundinamarca, universidad de los Andes y Google académico; cuyo resultado fueron de 200 documentos de tipo artículos científicos y trabajos de pregrado, de los cuales tras la eliminación de duplicados quedaron 98 documentos; se realiza la lectura en la que se excluyeron a 53 documentos por no cumplimiento con los objetivos de la investigación y que no se refieren a la cuenca hidrográfica específica, quedando con un total de 45 documentos.

El análisis descriptivo de la información se llevó a cabo mediante una matriz bibliográfica que permitió primariamente la recolección de datos, filtración de la información extrayendo las ideas principales y secundarias de los referentes, siendo así posible la identificación de las subcategorías de contaminantes biológicos, químicos y físicos y los efectos en la salud desde los distintos sistemas como el digestivo, sistema nervioso, sistema tegumentario.

La fase Hermenéutica permitió la lectura, análisis e interpretación objetiva de las fuentes de información seleccionadas y la construcción de conocimiento generado por la interpretación de posturas y marcos de referencia de las diversas investigaciones.

Se realiza revisión y análisis de 18 documentos en la herramienta de Lectura Crítica CASPe, de la cual 13 cumplieron con los criterios de elegibilidad en donde 6 son estudios cualitativos y 7 son cuantitativos; dicha herramienta fue adaptada por las investigadoras para proyectos cualitativos y cuantitativos, en donde se diseña una Matriz en el programa de Microsoft Excel que contiene 10 criterios de inclusión y exclusión que, según Cano Arana, 2010<sup>62</sup> permiten la valoración de la calidad de los estudios que serán objeto de la investigación y en la cual se valora tres aspectos: rigor, credibilidad y relevancia.

Las palabras claves que se encuentran dentro de los descriptores de ciencias de la salud fueron: Contaminantes del agua, Medio ambiente, Metales pesados, Microbiológicos, Población, Enfermería.

---

62 CANO ARANA, A.; GONZÁLEZ GILI, T. y CABELLO LÓPEZ, J.B. por CASPe. Plantilla para ayudarte a entender un estudio cualitativo. En: CASPe. Guías CASPe de Lectura Crítica de la Literatura Médica. Alicante: CASPe; 2010. Cuaderno III. p.3-8.

## 7. RESULTADOS

En la siguiente tabla 6, se realiza el cruce de ecuación de búsqueda versus buscadores de los 13 documentos que cumplieron con los criterios de la Matriz CASPe; donde la mayoría pertenecen a la revista Scielo y la Universidad de la Salle.

Tabla 6. Ecuación de búsqueda y buscadores. Matriz CASPe

<b>ECUACION DE BUSQUEDA</b> <b>BUSCADORES</b>	<b>Pubmed</b>	<b>Scielo</b>	<b>Universidad colegio mayor de Cundinamarca</b>	<b>Universidad de la Salle</b>	<b>Universidad de los andes</b>	<b>Universidad militar nueva Granada</b>	<b>Universidad nacional abierta y a distancia</b>	<b>Total</b>
CONTAMINACION AND RIO BOGOTA				3				3
Contaminación del agua AND Colombia ADN salud		1						1
Contaminación del río Bogotá			1					1
Contaminación AND metales pesados						1		1
Contaminantes AND río Bogotá		1					1	2
Contaminantes microbiológicos de agua				1				1
Contaminantes microbiológicos del río Bogotá		1						1
Contaminantes río Bogotá AND salud					1			1
River pollution AND health	2	1						3
<b>Total</b>	<b>2</b>	<b>4</b>	<b>1</b>	<b>3</b>	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>13</b>

Fuente: Elaboración propia.

En la siguiente tabla 7, se muestra el cruce de variables año y buscador, de la cual los documentos que más se encontraron fueron de Scielo y la universidad de la salle; mientras que el año 2018, cuentan con más investigaciones en comparación con los otros.

Tabla 7. Año y buscador. Matriz CASPe

<b>AÑO / BUSCADOR</b>	<b>Pubmed</b>	<b>Scielo</b>	<b>Universidad colegio mayor de Cundinamarca</b>	<b>Universidad de la Salle</b>	<b>Universidad de los andes</b>	<b>Universidad militar nueva Granada</b>	<b>Universidad nacional abierta y a distancia</b>	<b>Total</b>
2010				1				1
2011							1	1
2012				1				1
2014			1		1			2
2015				1				1
2016		2						2
2017		1						1
2018	2	1						3
2019						1		1
<b>Total</b>	<b>2</b>	<b>4</b>	<b>1</b>	<b>3</b>	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>13</b>

Fuente: Elaboración propia.

Se encontró que en la figura 2, se muestran que en los años de publicación de los documentos filtrados dando como resultado que, en el año 2010, 2011, 2012, 2015, 2019 tienen un artículo que corresponde al 7,7% que suma un total parcial de 38,5%, en los años 2014, 2016, 2017, 2018 tienen dos artículos que corresponde al 15,38%, que da un total parcial de 61,52%, en los años 2013 y 2020 no se tomaron artículos, porque los documentos no cumplieron con los criterios de elegibilidad de la matriz CASPe, y la suma total es de 13 artículos que corresponde al 100%.

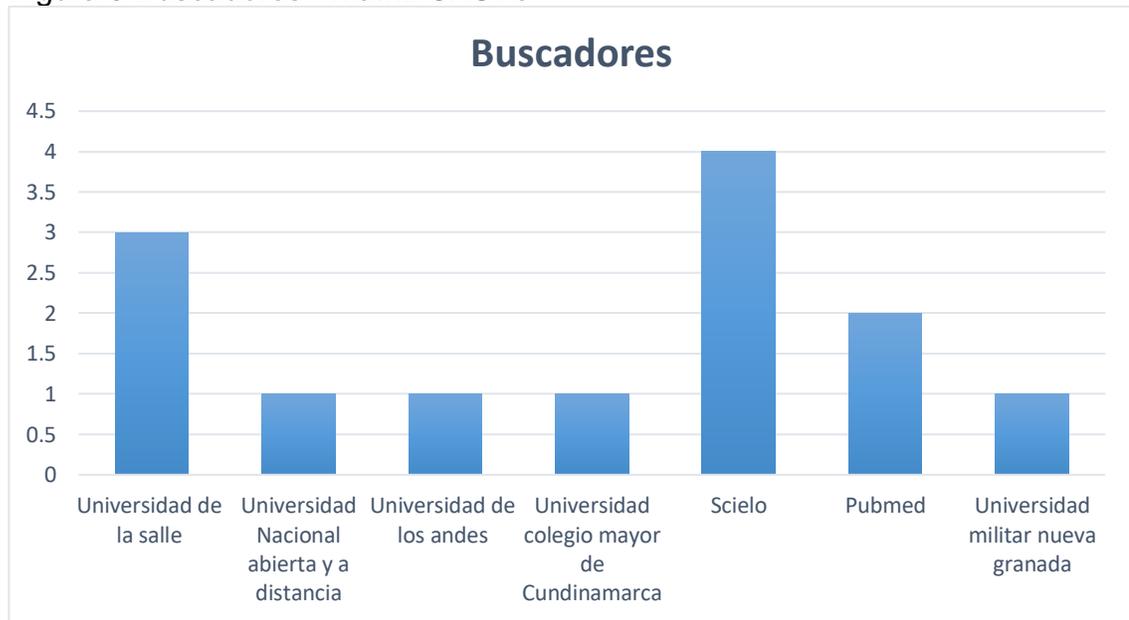
Figura 2. Año de publicación- matriz CASPe



Fuente: Elaboración propia.

Se encontró que en la figura 3, se muestran que en los buscadores utilizados de los documentos filtrados dando como resultado que, universidad Nacional abierta a distancia (UNAD), universidad de los andes, universidad colegio mayor de Cundinamarca, universidad militar nueva Granada en tienen un artículo que corresponde al 7,7% que suma un total parcial de 30,8%, seguido por Pubmed que tiene dos artículos que corresponde al 15,38%; en el repositorio de la universidad de la Salle tiene 3 artículos que corresponde 23,08%, por ultimo Scielo que tiene 4 artículos que corresponde al 30,8%, siendo este el buscador más revisado.

Figura 3 Buscadores - matriz CASPe



Fuente: Elaboración propia.

En la siguiente tabla 8 se muestra los 13 documentos que fueron filtrados y cumplieron con los requisitos que exige la herramienta CASPe, donde observan el título del documento, autor, año, país de publicación, el tipo de estudio, la población estudiada y los aportes de cada proyecto a este estado del arte.

Tabla 8. Investigaciones filtradas en matriz CASPe

No.	INVESTIGACION	AUTOR / AÑO / PAIS DE PUBLICACIÓN	TIPO DE ESTUDIO	POBLACIÓN ESTUDIADA	ASPECTOS ABORDADOS
1	Contaminación en la cuenca alta del río Bogotá: diagnóstico y ensayo <sup>63</sup> .	Ricardo Campos Segura. 2010 Colombia	Estudio cuantitativo, experimental	El municipio de Chocontá, Cundinamarca, en la provincia del Almeida.	En la investigación recopilan información sobre las características y contaminación de la cuenca alta del río Bogotá y se realizó un experimento en el que cultivaron arveja, pasto raigrás y habas, para comprobar la presencia y concentración de contaminantes en estos; como resultado identificaron el plomo y el cromo en estos, concluyendo que los productos que utilizan estas aguas como riego de los cultivos representa alto riesgo para la salud.
2	Biotransformación de metales pesados presentes en lodos ribereños de los ríos Bogotá y Tunjuelo <sup>64</sup> .	Edwin González Rojas. Catherine Soto. Sonia Jakeline Gutiérrez Cepeda. Judy Alexandra Rey León.	Estudio cuantitativo, experimental.	La zona media del río Bogotá y zona media del río Tunjuelo en la Sabana de Bogotá.	Este estudio se centra en determinar su grado de compromiso en la biotransformación y biodisponibilidad de los metales pesado, mediante experimentos de laboratorio en el cual por cultivo directo extraen cepas, concluyendo que el género Micrococos y Pseudomonas son los más comprometidos para este proceso. Lo que apporto en este estado del arte es conocer el proceso a nivel biológico de la bioacumulación y la toxicidad que causa los metales pesados en los organismos vivos.
3	Evaluación de contaminación en agua, suelo y sedimentos, asociada a plomo y cadmio en la subcuenca	Heidy Julie Colmenares Rodríguez. Vladimir Torrez Guerrero. 2012 Colombia	Estudio cuantitativo.	Subcuenca del embalse de Muña, Río Bogotá.	Este proyecto se desarrolló realizando un diagnóstico en el área de estudio verificando las actividades agrícolas y comerciales en la subcuenca, el estado actual de la calidad y las características fisicoquímicas del agua, sedimentos y los suelos; para lo cual tomaron 4 puntos de muestreo que estuvieran cerca de los puntos que

63 CAMPOS SEGURA, Ricardo. Contaminación en la cuenca alta del río Bogotá: diagnóstico y ensayo. En: Revista Épsilon. Dic, 2010. vol. 1, no 15. p. 191-202. p. 200.

64 ROJAS GONZÁLEZ, Edwin, *et al.* Biotransformación de metales pesados presentes en lodos ribereños de los ríos Bogotá y Tunjuelo. En: Nova. Dic, 2010, vol. 8, no 14, p. 195-205.

	embalse del Muña, río Bogotá <sup>65</sup> .				monitorea la CAR, y así poder realizar una comparación con sus registros anteriores, lo que permitió evaluar el impacto ambiental generado en estos recursos agua, suelo y sedimentos. Por último, los autores plantean soluciones alternativas para mitigar los impactos ambientales.
4	Evaluación preliminar del riesgo en salud pública de metales pesados por el riego de cultivos de hortalizas con aguas del río Bogotá en la Sabana de Bogotá <sup>66</sup> .	Natalia Castro Díaz. 2014 Colombia	Estudio Cualitativo	La zona de influencia del río Bogotá, sus afluentes y los consumidores finales de la capital del país.	Es una investigación que se centra en evaluar el riesgo en salud pública por la irrigación de cultivos de hortalizas con agua contaminada en la sabana de Bogotá. Para lo cual, se estudió el consumo de hortalizas por la población bogotana y el grado de contaminación por metales pesados en los tejidos de las hortalizas. Concluyendo que la mayoría de las hortalizas no superan el límite tolerable de metales pesados, sin embargo, continúa siendo un riesgo para la salud, ya que, por el consumo habitual, los metales se van acumulando en el organismo hasta el punto de producir afecciones generando enfermedades.
5	Determinación de la presencia de bacterias patógenas para el humano en aguas de riego en la cuenca alta de la sabana de	Lucía Constanza Corrales Ramírez. Ligia Consuelo Sánchez Leal. Fabián Andrés Escucha Rodríguez. 2014 Colombia	Estudio cuantitativo.	Se toman 21 muestras de los 8 municipios de la cuenca alta de la sabana de Bogotá, D.C, de estas se seleccionaron 8 al azar, una por cada municipio.	La investigación de centro en determinar la presencia de bacterias patógenas para el humano en las aguas de riego en la cuenca alta, por lo cual tomaron muestras en 8 municipios para indicar los coliformes totales y fecales, dando como resultado el hallazgo de una contaminación fecal en el 41.7% de las muestras y que el porcentaje que se encontró de E. coli indica que estas aguas no son para uso agrícola, ya que es un riesgo para la salud.

<sup>65</sup> COLMENARES RODRÍGUEZ, Heidy Julie y TORRES GUERRERO, Vladimir. Evaluación de contaminación en agua, suelo y sedimentos, asociada a plomo y cadmio en la subcuenca embalse del Muña, Río Bogotá. Trabajo de grado ingeniero ambiental y sanitario. Bogotá, D.C.: Universidad de la Salle. Facultad de ingeniería, 2012. 193 p.

<sup>66</sup> CASTRO DIAZ, Yineth Natalia. Evaluación preliminar del riesgo en salud pública de metales pesados por el riesgo de cultivos de hortalizas con aguas del Río Bogotá en la Sabana de Bogotá. Trabajo de grado. Bogotá D.C: Universidad de los Andes. Facultad de Ingeniería. Departamento de Ingeniería Civil y Ambiental, 2014. 57 p.

	Bogotá; D. C. Colombia <sup>67</sup> .				
6	Análisis ambiental en la zona de mezcla de la desembocadura del río Bogotá al río Magdalena <sup>68</sup> .	Susan Lizeth Castro Cifuentes. Jessica Paola Ortiz Lizarazo. 2015 Colombia	Estudio cuantitativo descriptivo y explicativo.	El área de estudio se localiza en el barrio Bocas del río Bogotá en el municipio de Girardot, Cundinamarca, lugar donde desemboca el río Magdalena.	Este estudio se centra en realizar un análisis de la calidad del agua, por medio de los índices de contaminación en el área de la zona de mezcla, donde el río Bogotá desemboca en el río Magdalena, para lo cual recopilamos información de los estudios realizados por la CAR y otros referentes, además tomaron 4 muestras en puntos específicos. Asimismo, identificaron por medio de encuestas las principales afectaciones sobre la población aledaña que son los Girardoteños para determinar la relación entre la calidad del agua y salud de las personas.
7	El ciclo urbano del agua en Bogotá, Colombia: estado actual y desafíos para la sostenibilidad <sup>69</sup> .	Carlos Andrés Peña Guzmán. Joaquín Melgarejo Moreno. Daniel Prats Rico. 2016 Colombia	Estudio cuantitativo.	Literatura del saneamiento básico del ciclo urbano del agua en Bogotá.	La investigación deja visualizar el diagnóstico del estado actual del ciclo urbano en Bogotá, D.C., se revisó las necesidades que se tienen para la gestión del recurso hídrico, para plantear una discusión, se dividió en dos secciones, en la primera se describió el estado actual del CUA, posteriormente en la segunda se planteó una discusión de las necesidades que tiene la CUA, para realizar una gestión integral del recurso, teniendo como referencia el eje de desarrollo urbano sensible del agua.
8	Efecto de las actividades antrópicas sobre	Jorge Alberto Díaz Martínez.	Estudio cuantitativo.	El río Bogotá, municipio Villapinzón. El	Esta investigación se centró en determinar el efecto de las actividades antrópicas de municipio de Villapinzón, sobre las características fisicoquímicas

67 CORRALES RAMÍREZ, Lucía Constanza; SÁNCHEZ LEAL, Ligia Consuelo y ESCUCHA RODRÍGUEZ, Fabián Andrés. Determinación de la presencia de bacterias patógenas para el humano en aguas de riego en la cuenca alta de la sabana de Bogotá; DC Colombia. *En: Nova. Dic*, 2014. vol. 12, no 22. p. 179-186

68 CASTRO CIFUENTES, Susan Lizeth y ORTIZ LIZARAZO, Jessica Paola. Análisis ambiental en la zona de mezcla de la desembocadura del río Bogotá al río Magdalena. Trabajo de grado. Ingeniero ambiental y sanitario. Bogotá D.C.: Universidad de la Salle. Facultad de Ingeniería Ambiental y Sanitaria, 2015. 142 p.

69 PEÑA GUZMAN, Carlos Andrés; MELGAREJO MORENO, Joaquín y PRATS RICO, Daniel. El ciclo urbano del agua en Bogotá, Colombia: estado actual y desafíos para la sostenibilidad. *En: Tecnología y ciencias del agua*, 2016. vol. 7, no, 6, p. 57-71.

	las características fisicoquímicas y microbiológicas del río Bogotá a lo largo del municipio de Villapinzón, Colombia <sup>70</sup> .	Carlos Arturo Granada Torres. 2016 Colombia		nacimiento del río Bogotá y 3 km río debajo de la cabecera de Villapinzón.	y microbiológicas del río Bogotá, para lo cual seleccionaron nueve estaciones de muestreos que se ubicaron desde el nacimiento del río hasta 3km después de pasar el casco urbano del municipio de Villapinzón. Como resultado, en todas las muestras, la concentración de las variables microbiológicas está sobre el nivel saludable y específicamente el cromo también se encuentra por encima del nivel máximo, causando efectos en la salud de las personas; demostrando así un deterioro en la calidad de estas aguas.
9	Enfermedades transmitidas por el agua y saneamiento básico en Colombia <sup>71</sup> .	Juan P. Rodríguez Miranda. Cesar A. García Ubaque. Juan C. García Ubaque 2016 Colombia	Estudio cualitativo.	Literatura científica relacionada con saneamiento básico en Colombia periodo de 2008-2014	Analizar la cobertura del alcantarillado y el tratamiento de aguas residuales con el comportamiento de las enfermedades de origen hídrico en Colombia periodo 2008- 2014. Se encontró que las enfermedades de origen hídrico no han disminuido en el periodo 2008- 2014, solo ha tenido una disminución la hepatitis A con origen hídrico.
10	Patógenos e indicadores microbiológicos de calidad del agua para consumo humano <sup>72</sup> .	Sandra Ríos Tobón. Ruth Marina Agudelo Cadavid. Lina Andrea Gutiérrez Builes. 2017 Colombia	Estudio cualitativo.	Artículos en inglés y español publicados entre enero y noviembre de 2015; la literatura en los cuales describiera algunos de los diferentes tipos de microorganismos indicadores de	Este estudio se enfocó en describir los indicadores microbiológicos utilizados para la evaluación del agua potable, con el fin de proponer un nuevo esquema de monitoreo en Colombia. Aquí se estudiaron diversos microorganismos los cuales se representaron por grupos como bacterias, virus y protozoos, describieron de qué manera estos agentes microbianos afectan en la salud de las personas.

70 DÍAZ MARTINEZ, Jorge Alberto y GRANADA TORRES, Carlos Arturo. Efecto de las actividades antrópicas sobre las características fisicoquímicas y microbiológicas del río Bogotá a lo largo del municipio de Villapinzón, Colombia. En: Revista de la facultad de Medicina. Universidad Nacional de Colombia. 2016. Vol. 66, no 1, p. 45-52.

71 RODRÍGUEZ MIRANDA, Juan P.; GARCÍA-UBAQUE, César A. y GARCÍA-UBAQUE, Juan C. Enfermedades transmitidas por el agua y saneamiento básico en Colombia. En: Revista de salud pública. 2016. vol. 18, p. 738-745.

72 RÍOS TOBÓN, Sandra; AGUDELO CADAVID, Ruth Marina; GUTIÉRREZ BUILES, Lina Andrea. Patógenos Microbianos e Indicadores Microbiológicos de calidad del agua para consumo humano. En: Revista Facultad Nacional de Salud Pública. 2017, vol. 35, no 2, p. 236-247.

				calidad en el agua, sin restricción de lugar.	
11	Microorganismos potencialmente fitopatógenos en aguas de riesgo proveniente de la cuenca media del río Bogotá <sup>73</sup> .	Corrales Ramírez Lucia Constanza. Sánchez Leal Ligia Consuelo. Quimbayo Salamanca Melco Esteban. 2017 Colombia	Estudio cualitativo	Doce fincas agrícolas ubicadas en los municipios Sibaté, Soacha, Mosquera, Bojacá y Facatativá	En esta investigación escogieron a 12 fincas de actividades agrícolas pertenecientes en la cuenca media, en la cual utilizaron agua de riego sin tratamiento y sin procedencia de plantas de tratamiento; para así identificar la presencia de microorganismos fitopatógenos en estas aguas de riesgo. Dando como resultado la identificación de bacterias y hongos, indicando un alto riesgo de contaminación y dispersión de estos en los cultivos.
12	Incidencia del río Bogotá en la calidad microbiológica del agua del río Magdalena, municipio de Flandes (Tolima) <sup>74</sup> .	Oscar Efrén Ospina Zúñiga. Francisco Javier Murillo Vargas. Margie Karina Toro. 2018	Estudio cualitativo	Contaminación del río Bogotá durante el periodo del niño 2015-2016 desde antes de la desembocadura del río Bogotá hasta la captación del acueducto urbano del municipio de Flandes, Tolima.	El río Bogotá se evaluó la incidencia en la contaminación microbiológica del río Magdalena, este sirve como abastecimiento del acueducto de Flandes, Tolima. Se hizo muestreo de 4 puntos a través del recorrido del río Magdalena, en este se concluyó que en este es una fuente de abastecimiento ineficiente para el consumo directo humano, impactando sobre la salud, requiriendo a un corto plazo remoler la carga microbiológico a través del tratamiento del agua. Para lograr la potabilización es preciso someter a procesos que comprende desde la clarificación, desinfección y acondicionamiento químico y organoléptico. La contaminación y la imposibilidad de acceder a recursos económicos para sistemas eficaces de saneamiento, que es el único medio para proporcionar protección contra la afectación en la salud, especialmente aquellas de tipo gastrointestinal de etiología hídrica, que es la causa de millones de muertes de la población infantil cada

73 CORRALES RAMIREZ, Lucía Constanza; SÁNCHEZ LEAL, Ligia Consuelo y QUIMBAYO SALAMANCA, Melco Esteban. Microorganismos potencialmente fitopatógenos en aguas de riego proveniente de la cuenca media del río Bogotá. En: Nova. Jun, 2018. Vol. 16, no 19. p. 71-89.

74 OSPINA ZUÑIGA, Oscar Efrén; MURILLO VARGAS, Francisco Javier y TORO, Margie Karina. Incidencia del río Bogotá en la calidad microbiológica del agua del río Magdalena, municipio de Flandes (Tolima). En: Revista Luna Azul- jun-dic, 2018, no 47, p. 114-.

					año en países desarrollados; el 95% aproximadamente es del grupo de los coliformes presentes en heces fecales están constituidos por E. Coli y ciertas especies de Klebsiella.
13	Tendencia en la investigación sobre los metales pesados (Cd, Cr, As, Hg, Pb, Zn) y su afectación en la salud <sup>75</sup> .	Néstor José Saad Gutiérrez 2019 Colombia	Estudio cualitativo.	Revisión de 144 referencias, están datadas del año 1965 hasta el 2018 y abarcan temas ambientales, sociales, económicos entre otros, los cuales se clasificaron en áreas del conocimiento.	Este estudio compendia la tendencia de la investigación científica relacionada con la contaminación por metales pesados en el río Bogotá, para lo cual recopilamos información que revisamos en 144 referencias y se clasificó en categorías como tipo de publicación, autores, entre otros, como resultado de esta revisión se permitió entender los acontecimientos que han contaminado el cauce y que afecciones genera para el río Bogotá y los habitantes de su entorno.

Fuente: Elaboración propia.

---

<sup>75</sup> SAAD GUTIERREZ, Néstor José. Tendencia en la investigación sobre los metales pesados (Cd, Cr, As, Hg, Pb, Zn) y su afectación en el río Bogotá. Trabajo de pregrado. Ingeniero Civil. Bogotá D.C.: Universidad Militar Nueva Granada. Facultad de Ingeniería. Programa de Ingeniería Civil, 2019. 93 p.

En Colombia mayor parte de los habitantes tiene afecto por la contaminación del agua, ya que en muchas ciudades las aguas residuales industriales y domésticas no tienen tratamientos antes de ser arrojadas a los ríos. Se sabe que una de las mayores contaminaciones ambientales existentes en este país es el río Bogotá, el cual es una cuenca que se encuentra ubicada en el departamento de Cundinamarca, que nace del Páramo de Guacheneque, en el Municipio de Villapinzón recorriendo una longitud de 380 km, hasta el barrio Bocas del río Bogotá en Girardot, donde desemboca su caudal al río Magdalena.

Los resultados de la investigación, se dividirá geográficamente en 3 cuencas: cuenca alta, media y baja, se hace necesario hacer una breve descripción del recorrido que hace el río, ya que las investigaciones encontradas sobre este se ubicaron en áreas específicas de estas aguas; por lo cual según la información que aporta la CAR<sup>76</sup>, la **cuenca alta** se forma desde el municipio de Villapinzón hasta el distrito de Puente La Virgen en Cota. La **cuenca media** se forma desde el puente La Virgen hasta el embalse del Muña en Alicachín. Finalmente, la **cuenca baja** comprende el paso de Alicachín a la desembocadura del río Magdalena; se presentó la problemática de cada una de las cuencas, la contaminación por metales pesados y microorganismos más frecuentes encontrados, la afectación en la salud, se describirá los sistemas afectados mayormente por la contaminación del río Bogotá, como también, la afectación en el saneamiento básico y la calidad de vida de los habitantes aledaños al río Bogotá.

## **INVESTIGACIONES DE LA CUENCA ALTA**

Gran proporción de la contaminación del suelo y el agua presente en la cuenca alta afirma Campos<sup>77</sup> se da un manejo inadecuado de residuos, su uso mal proporcionado y el vertimiento de las industrias de aguas residuales, afectando así la calidad del agua del río Bogotá impactando sobre la vida acuática, generando así problemáticas de salud pública, la bioacumulación y contaminación de suelos cercanos a las riberas del río Bogotá. En relación con este tema, el fallo del Consejo de Estado. Sentencia del río Bogotá<sup>78</sup>, identificaron los problemas que agravan la situación de este afluente en la cuenca alta, los cuales son los siguientes:

---

76 COLOMBIA, CUNDINAMARCA, CORPORACIÓN AUTÓNOMA REGIONAL DE CUNDINAMARCA. Boletín del índice de calidad del agua- ICA, 2020. p. 34

77 CAMPOS. Op. Cit., p. 200

78 COLOMBIA. CONSEJO DE ESTADO. Op. Cit., p. 128-129

Tabla 9. Problemas y actores. Cuenca alta<sup>79</sup>

PROBLEMA	ACTOR
Contaminación industrial	Curtidores
Alteración de los ecosistemas del páramo y ecosistemas boscosos	Papicultores
Contaminación por aguas residuales domésticas	Municipio y comunidad
Presión sobre aguas subterráneas	Floricultores
Alteración de los ecosistemas	Industrias explotación minera
Pérdida de biodiversidad	Explotación forestal
Urbanización de la Sabana	Municipios y comunidad

Fuente: Sentencia río Bogotá (2014).

Las problemáticas más significativas según el consejo de estado<sup>80</sup> Se relacionan con actividades de curtiembres en Villapinzón y Chocontá, se da contaminantes peligrosos como cromo, grasas, sulfuros y bicarbonato, también vertimientos de materia orgánica producto de los procesos de curtido de pieles, también de descargas de metales pesados, haciendo que el río se quede sin oxígeno disuelto. Considerando que las actividades de tenerías y agroindustrias generan mucha carga contaminante en estas aguas y que además estas pueden ser utilizadas directa o indirectamente para la agricultura mediante el abastecimiento de sistemas de riego, plantean riesgos para los sistemas orgánicos de los consumidores y agricultores.

El río Bogotá según Corrales, Sánchez y Escucha<sup>81</sup>, es receptor de los aportes domésticos de la población de Bogotá D.C., y de los municipios cercanos de la Sabana, de la cual es su principal fuente hídrica, por lo tanto, Corrales, Sánchez y Escucha<sup>82</sup> afirma que la carga de contaminantes del río Bogotá el 90% es vertido por los ríos Juan Amarillo, Tunjuelo, Salitre y Fucha, causal proviene de la cuenca de Salitre del 30%, el 21% del Tunjuelo, estando compuesto el 10% restante por aportes combinados de las subcuencas de Conejera, Tintal, Torca y Soacha. .

Según en la investigación *Efecto de las actividades antrópicas sobre las características fisicoquímicas y microbiológicas del río Bogotá a lo largo del municipio de Villapinzón, Colombia*<sup>83</sup> se tomaron 9 muestras y midieron las variables microbiológicas y fisicoquímica en la cuenca alta del río, determinando que esta cuenca es denominada como la más contaminada a razón de los vertimientos de manera directa de las aguas sin ningún tipo de tratamiento, las cuales la mayoría son de origen residual de los desechos domésticos e industriales. A continuación, se muestra algunos de los resultados de este proyecto sobre la concentración de

79 Ibid. p. 128-129

80 Ibid. p. 878

81 CORRALES, SÁNCHEZ Y ESCUCHA Op. Cit. p. 180

82 Ibid. p. 180

83 DIAZ Y GRANADA. Op. Cit., p. 45-52

las variables fisicoquímicas y microbiológicas de las 9 muestras tomadas en la cuenca alta del río Bogotá, en el municipio de Villapinzón.

Tabla 10. Resultados de la investigación efecto de las actividades antrópicas del río Bogotá - cuenca alta<sup>84</sup>

VARIABLE / MUESTRAS	1	2	3	4	5	6	7	8	9
MERCURIO	2,4E-05	2,4E-05	0.0001	0.0001	0.0001	2,44-05	0.0001	0.0001	0.000024
PLOMO	<5	<5	<5	<5	<5	<5	<5	<5	<5
CROMO	0,0108	0,0108	0,0108	0,0108	0,0108	0,0108	0,12	0,0105	0,7
Escherichia coli	23,5	1119,9	2419,3	2419,3	2419,3	410,6	2419,3	2419,3	533,5
Coliformes Totales	23,5	1119,9	2419,3	2419,3	2419,3	410,6	2419,3	2419,3	533,5
Enterococcus faecalis	2419,3	2419,3	2419,3	2419,3	2419,3	1732,9	2419,3	2419,3	2419,3
Pseudomonas aeruginosa	2419,3	2419,3	2419,3	2419,3	2419,3	1732,9	2419,3	2419,3	2419,3
Oxígeno disuelto mg/L	7.81	7.73	7.33	3.58	1.77	1.39	0.77	0.94	1.07

Fuente: Elaboración propia, basado en resultados de la investigación de Díaz y Granada.

En todas las estaciones evaluadas, afirma Díaz y Granada<sup>85</sup>, la resolución 2115 de 2007, que se establece que los organismos microbiológicos no deben estar presentes en el agua del consumo humano, en el análisis estadístico de la tabla 10 las variables microbiológicas presentaron valores altos y superaron el límite máximo, por otra parte la concentración de oxígeno disuelto (OD), el valor mínimo es de 5 mg/L de aguas dulces frías, según lo establecido en el decreto 1594 de 1984, de las cuales solo las 3 primeras estaciones de donde se obtuvieron las muestras (OD >7 mg/L) cumplieron, los vertimientos de aguas residuales domésticos están ubicados antes de las estaciones que cumplieron con el valor mínimo, al avanzar en su recorrido al atravesar el casco urbano de Villapinzón, el oxígeno disuelto, desciende a 3,6 mg/L, disminuyendo cada vez más conforme el río avanza, hasta tomar valores de 1mg/L en la zona de curtiembres.

Este indicador del oxígeno es importante considerarlo ya que como se dijo anteriormente en el marco conceptual, el agua en sus afluentes y en su estado natural tiene algunos grados de contaminación, que no conlleva a ningún riesgo para la vida humana, animal y vegetal, ya que los cuerpos de agua en sí misma tiene la capacidad natural de auto depurar los contaminantes que lleguen a estos

84 Ibid. p. 47-48

85 Ibid. p. 47

hasta cierto grado; quiere decir que cuando estos contaminantes superan la capacidad de depuración natural comienza a ser un problema para el ecosistema. La manera en que el agua es capaz de poder depurar la contaminación que llegue a esta, es por medio del oxígeno y algunas bacterias que se encargan de esta tarea. El problema está en que, si se disminuye la cantidad de oxígeno disuelto en el agua, esta no tendrá manera de limpiar el afluente y las formas de vida acuática corran el riesgo de no existir, perjudicando así cualquier uso potencial del agua.

Por otro lado, Diaz y Granada<sup>86</sup>, afirma que los metales pesados estudiados en el agua, la concentración de cromo en las estaciones 8 y 9 (tabla 10), específicamente en el punto de vertimiento de las curtiembres, se halló valores entre 0.105 mg/L y 0.7 mg/L; el efecto máximo sobre la salud humana así está superado (0.05 mg/L) Dentro de los efectos que ocasiona este metal. Diaz y Granada<sup>87</sup> mencionan que el cromo es un elemento importante para el ser humano ya que su privación puede provocar problemas cardíacos, trastornos metabólicos y diabetes. Los efectos aparecen cuando se expone a cantidades excesivas, ya sea en los alimentos, el aire, el agua potable, o a través del contacto con la piel, causando erupciones, malestar estomacal, úlceras, problemas respiratorios, daños renales y hepáticos y cambios en el material genético.

En otra investigación realizada, llamada **Determinación de la presencia de bacterias patógenas para el humano en aguas de riego en la cuenca alta de la sabana de Bogotá; D.C. Colombia**<sup>88</sup> en la cual tomaron muestras en las aguas de riego de 8 fincas y del río Bogotá, identifican la presencia de los siguientes microorganismos:

Tabla 11. Bacterias identificadas en las aguas de riego- cuenca alta<sup>89</sup>

MUNICIPIO – FINCA	MICROORGANISMO
Villapinzón - Verde Life (lechuga)	Escherichia coli
Chocontá - El Laurel (fresas)	Escherichia coli Bacillus subtilis
Suesca - La Puerta de Oro (hortalizas)	Aeromonas hydrophila Escherichia coli
Sesquilé El Campito (tomate)	Escherichia coli Aeromonas hydrophila
Gachancipá - Lechuga y Vida	Aeromonas hydrophila
Tocancipá - Inversiones Jacaranda C.I. Ltda (Ornamentales)	Aeromonas hydrophila
Cajicá - El Progreso	Escherichia coli. Aeromonas hydrophila
Chía - El Cerezo (lechuga)	Aeromonas hydrophila

Fuente: Determinación de la presencia de bacterias patógenas para el humano en aguas de riego en la cuenca alta de la sabana de Bogotá; D.C. Colombia.

86 Ibid. p. 3

87 Ibid. p. 6-7

88 CORRALES, RAMÍREZ y ESCUCHA. Op. Cit., p. 179- 186

89 Ibid. p. 184

En el análisis estadístico del artículo científico se encontró una prevalencia de *Aeromonas hydrophila*, esto es alarmante porque este tiene una diversidad de fuentes de virulencia y patógenos que inician procesos infecciosos que van desde los más comunes como infecciones cutáneas localizadas y gastroenteritis, hasta celulitis, bacteriemia, y sepsis en inmunocomprometidos, los procesos se complican aún más por la resistencia a los antibióticos.

La proporción de *E. coli* encontrado indica contaminación fecal cerca del suministro de agua de riego, la presencia de ese microorganismo en todas las estaciones de muestreo, donde los valores están por encima de los niveles saludables es de preocupación, puesto que el agua del río se utiliza para regar los cultivos de papa y hortalizas después de cruzar el municipio. Observando así, que el origen doméstico genera una alta contaminación de riesgo sanitario, causando una alta acumulación de microorganismos de origen fecal como se encontró en la investigación.

Esta preocupación surge, según Díaz y Granada<sup>90</sup>, porque en Villapinzón es la segunda causa de enfermedad diarreica aguda (EDA) que es de etiología bacteriana, dentro la cual la más prevalente es la *E. Coli*. En Colombia la EDA es la segunda causa de morbilidad en la población que es menor de 5 años. En el 2012 se presentó 109 muertes y para el 2015 125 por causa de la enfermedad.

La bacteria *Pseudomona aeruginosa* es un microorganismo oportunista, no se considera de origen acuoso; pero puede provenir de heces humanas y animales, y su localización en el agua se relaciona con la contaminación por descarga de aguas residuales; es importante reconocerlo ya que ocasiona una gran gama de infecciones, particularmente de la piel, los ojos y oídos.

En la investigación, Ramírez, Leal y Rodríguez<sup>91</sup>, afirma que existe un lazo entre los resultados obtenidos en cuanto hay la presencia de microorganismos y la falta de supervisión por parte de los organismos estatales y municipales, la falta de procedimientos de tratamiento y filtración de aguas residuales, y la falta de comprensión de los agricultores sobre los riesgos asociados con el uso de agua contaminada; es una situación que facilita la propagación de infecciones y enfermedades como consecuencia del uso inadecuado del agua para el riego de hortalizas, frijoles y frutas destinadas al consumo directo, a pesar de la presencia de controles que rigen su uso.

---

90 DÍAZ y GRANADA, Op. Cit., p. 6

91 CORRALES, CONSUELO Y ESCUCHA. Op. Cit., p. 7

## INVESTIGACIONES EN LA CUENCA MEDIA

Colmenares & Torres<sup>92</sup> (2012) identificaron que la subcuenca existe 39 actividades económicas distribuidas por los municipios, las cuales están distribuidas en las áreas: agropecuaria (las más productivas son ganadería, porcicultura, avicultura, papa arveja, fresa y floricultura), industrial con explotación y uso de recursos naturales renovables y no renovables (es la producción de la minería con la extracción y transformación de materiales de construcción, mármol, minerales y otros metales). También, existen empresas que se encargan de producción de energía, neumáticos y extracción, procesamiento y comercialización de alimentos. Mas específicamente, en el fallo del Consejo de Estado- Sentencia del río Bogotá 2014, identificaron los problemas más puntuales que agravan la situación de este afluente en la cuenca media, los cuales son los siguientes:

Tabla 12. Problema y actores. Cuenca media<sup>93</sup>

<b>PROBLEMA</b>	<b>ACTOR</b>
Contaminación por aguas residuales domésticas	Distrito capital
Contaminación industrial	Industrias
Sobre explotación del recurso hídrico subterráneo	Agroindustrias
Aportes de sedimentos provenientes de la explotación de canteras	Mineros
Urbanización	Comunidad. Autoridades
Explotación energética	Emgesa – EEB

Fuente: Sentencia río Bogotá (2014)

El principal problema en esta parte del río es la descarga de aguas industriales y las residuales domésticas de la sabana de Bogotá a los distintos cuerpos de agua donde confluyen ríos y quebradas de esta subcuenca que convergen en el río Bogotá. Por lo tanto, existe un alto riesgo de que estos contaminantes, como los microorganismos y metales pesados, se transfieran de un recurso a otro. Este riesgo dependerá de muchos aspectos que influyen en la dinámica de estos contaminantes como, por ejemplo, los cambios en sus concentraciones que varían por el comportamiento climático, el uso de los recursos, las propias emisiones y la carga contaminante que viene de las aguas arriba de la subcuenca.

Las principales variables físicas y químicas afectadas por estas actividades en el área de estudio del recurso hídrico son: disminución de oxígeno disuelto, aumento de la demanda química de oxígeno, aumento de presencia de microorganismos y metales pesados como cadmio, plomo y otros.

92 COLMENARES RODRIGUEZ y TORRES GUERRERO. Op. Cit., p. 7, 141.

93 COLOMBIA. CONSEJO DE ESTADO. (28, marzo, 2014). Sentencia del río Bogotá. Bogotá, 2014. Expediente núm. AP-25000-23-27-000-2001-90479-0. p. 129

En consecuencia, como Colmenares y Torres<sup>94</sup> dicen, las variables químicas y físicas del agua perjudicadas por estas actividades en el área de estudio son: el aumento de la presencia de microorganismos, de la demanda química de oxígeno y de metales pesados como Cd, Pb y otros, además de la disminución del oxígeno disuelto. De esta manera favoreciendo la aparición de enfermedades en la población que entra en contacto con el río, ya sea de manera directa o indirecta. Para poder entender un poco más la manera en la que las enfermedades se pueden transmitir, se cita la OMS<sup>95</sup> que describe las maneras en que se transmiten las enfermedades, el primer mecanismo es por medio directo, es decir la ingestión de agua contaminada o por contacto con la piel y mucosas, causando infección en la piel o infección sistémica y el otro mecanismo es de manera indirecta, por medio de alimentos que fueron afectados ya sea con microorganismos o metales pesados por las aguas contaminadas que usaron para el riego de los cultivos y algunos insectos que se reproducen en estas aguas pueden ser portadores de enfermedades, como fiebre amarilla o el paludismo

Conociendo lo anterior se puede abordar el tema del efecto de los metales pesados y los microorganismos fitopatógenos en el ser humano. En este orden de ideas, se comienza abordando el primer aspecto sobre los metales pesados presentes en el río y el efecto de estos en la salud de las personas en la cuenca media. Para la explicación del proceso de como los metales pesados actúan en el organismo, los autores Rojas, *et al*<sup>96</sup> exponen que estos elementos, aunque esenciales para el desarrollo de los organismos, en excesivas cantidades son fatales. De manera que después de entrar en contacto, se absorbe fácilmente a través de la membrana biológica debido a su fuerte afinidad química por las proteínas, cuando entran en contacto con el citoplasma celular estos compiten con los iones Na, K y Ca en los mecanismos biológicos, además como estos metales no se degradan fácilmente dificulta su eliminación; por lo tanto, ocurre lo llamado bioacumulación. Esto último al ser una de las características de los metales pesados sucede la toxicidad; se encuentra que sus efectos directos en el organismo ocurren a través de la inactivación de enzimas por medio de la conformación de enlaces entre el metal y los grupos sulfhidrilos de las proteínas, ocasionando así la inhibición de las actividades biológicas y por lo tanto daños irreversibles en el organismo.

En consecuencia, de lo mencionado anteriormente, la desmejora de la calidad de vida y la salud de las personas, ya sea por consumo de alimentos o agua contaminada, no se debe al efecto directo de los metales pesados, sino a la

---

94 COLMENARES RODRÍGUEZ y TORRES GUERRERO. Op. Cit., p. 7-8

95 ORGANIZACIÓN MUNDIAL DE LA SALUD. Citado por COLOMBIA. CONSEJO DE ESTADO. (28, marzo, 2014). Sentencia del río Bogotá. Bogotá, 2014. Expediente núm. AP-25000-23-27-000-2001-90479-0. p. 820-821

96 ROJAS, *et al*. Op. Cit., p. 2-3

actividad de estos sobre los nutrientes esenciales del organismo que provoca diversas enfermedades. Castro Díaz<sup>97</sup> agrega que las diferentes rutas de exposición y contaminación dependiendo de la forma o tipo de exposición, los metales pueden llegar más rápido a los órganos, dañándolos aún más.

En el proyecto realizado por Colmenares y Torres<sup>98</sup>, los investigadores tomaron 4 muestras a lo largo de la cuenca media cerca del embalse, dan como resultado lo siguiente: el mayor impacto contaminante relacionado a los metales plomo y cadmio, se atribuye a la empresa generadora de energía, ya que la modificación del ecosistema que pasa de un sistema lotico a lentic, por el bombeo de agua contaminada del río Bogotá, favorece al proceso de oxidación química en ausencia de oxígeno en el embalse del muña, lo que propicia la reacción y acumulación de los metales pesados. En la *tabla 13* se visualizan los resultados de las muestras tomadas en la investigación mencionada:

Tabla 13. Evaluación de contaminación en agua (plomo y cadmio) - Cuenca media<sup>99</sup>

Puntos de muestreo	1 Río Bogotá, puente variante Mondoñedo	2 Embalse del Muña, semillero	3 Efluente del embalse torre granada	4 Río Bogotá, peaje variante mesitas del colegio	MEDIA
PLOMO	0,124 mg/L	0,116 mg /L	0,127 mg/L	0,197 mg/L	0.1349 mg/L
CADMIO	0,22 mg/L	0,009 mg/L	0,007 mg/L	0,13 mg/L	0.0150 mg/L

Fuente: Elaboración propia, basado en resultados de la investigación de Colmenares y Torres.

## CADMIO

En los resultados de la investigación mencionada de Colmenares y Torres<sup>100</sup>, las concentraciones de cadmio en la fuente de agua, excedieron los valores límite que especifica el acuerdo CAR 042 de 2006 (0.01 mg Cd/L) en las muestras de los puntos 1 y 4 localizados sobre el cauce del río Bogotá *Tabla 13* con valores de 0.22 mg/L y 0.13 mg/L; esto indica que lo mayores aportes de cadmio hallado en el río proviene de aguas arriba, además se acumula en el fondo del lago en el embalse del muña, ya que el registro de estas muestras son más bajos. Este mineral es producido de forma secundaria de la extracción de otros metales, en la región se encuentra actividad de explotación minera, además de otras industrias cerca que procesa minerales como mármol, utiliza derivados de petróleo, lo que explica la presencia de este mineral. Según Castro Díaz<sup>101</sup> describen que la toxicidad por cadmio sucede cuando se expone ya sea inhalando grandes cantidades de cadmio en el aire, come o bebe agua que tenga altos niveles de este metal; causando así

97 CASTRO. Op. Cit., p. 14

98 COLMENARES y TORRES. Op. Cit., p. 142, 143

99 Ibid. p. 84, 87

100 Ibid. p. 87, 88

101 CASTRO DIAZ. Op. Cit., p. 24

síntomas como vomito, náuseas, dolor estomacal, diarrea, incluso daño renal y osteoporosis.

## PLOMO

Continuando con los resultados de la investigación de Colmenares y Torres<sup>102</sup> visualizados en la *tabla 13*, la concentración de plomo que se halló en las muestras excede el límite permitido (0.005 mg Pb/L); el encontrar este mineral en las aguas, demuestra las consecuencias de las descargas industriales y agrícolas que se generan aguas arriba y dentro de propia cuenca media. En los efectos tóxicos, que ocurre por exposición ya sea por vía respiratoria donde el mineral se deposita en el tracto respiratorio, digestiva que se absorbe parcialmente y en menor cantidad por vía dérmica, para que finalmente pase al torrente sanguíneo donde se acumula en la sangre, los huesos, afectando al sistema nervioso, los riñones y el hígado. Castro Díaz<sup>103</sup> describe también, que sus efectos a nivel digestivo suelen ser cólicos, diarrea o estreñimiento y entre otras manifestaciones son la pérdida del apetito, náuseas, vomito, sabor metálico en la boca y dolor abdominal.

En la investigación realizada por Castro Díaz en el que realizaron una evaluación en las aguas de riego en cultivos de hortalizas en la sabana de Bogotá, se estudiaron las características y efectos asociados de otros metales como mercurio y arsénico que se encuentran presentes en la cuenca media del río Bogotá. Por lo que se describe específicamente a continuación:

## MERCURIO

La OMS<sup>104</sup>, menciona que este elemento se encuentra de manera natural en el aire, agua y suelo del medio ambiente; además pertenece a una de las diez sustancias químicas que causan problemas singulares de salud pública; dentro de los efectos en la salud, este metal es tóxico para el sistema nervioso SNC y SNP; después de la ingestión o la exposición cutánea se ven trastornos del comportamiento y neurológicos, evidenciados con síntomas de cefalea, insomnio, temblores, pérdida de memoria, alteración neuromuscular o disfunción motora y cognitiva.

## ARSÉNICO

De acuerdo con Castro Díaz<sup>105</sup> la exposición de este metal a altos niveles puede ser ocasionado por varias maneras, como beber o utilizar el agua contaminada para la elaboración de alimentos, el riego de cultivos y en los procesos industriales;

---

102 COLMENARES RODRÍGUEZ y TORRES GUERRERO. Op. Cit., p. 84, 31

103 CASTRO DIAZ. Op. Cit., p. 22

104 ORGANIZACIÓN MUNDIAL DE LA SALUD. El mercurio y la salud [en línea]. WHO | World Health Organization, mar. 2017. [citado 2 feb, 2022]. Disponible en internet: <https://www.who.int/es/news-room/fact-sheets/detail/mercury-and-health>

105 CASTRO DIAZ. Op. Cit., p. 23

observando en la salud, los síntomas agudos por toxicidad es el vómito, dolor abdominal, diarrea, hormigueo o entumecimiento de pies y manos; cuando es por exposición prolongada se identifica la aparición de lesiones cutáneas, cambios en la pigmentación, hiperqueratosis en las manos y pies e incluso cáncer de piel.

Por otro lado, se abordará el otro aspecto de la contaminación por microorganismos presentes en la cuenca media de este río y el efecto de estos en la salud de las personas. Autores Corrales, *et al.* <sup>106</sup>, explican que por el costo del agua de acueducto y los sitios de cultivo se dificulta la provisión de agua para el riego, por lo que algunos agricultores optan por utilizar el agua de la subcuenca del río Bogotá, sin tomar conciencia del nivel de contaminación que estas aguas llevan y las posibles consecuencias en salud; por lo tanto, estas acciones y técnicas es un riesgo importante ya que facilita la diseminación de microorganismos. Específicamente sobre esto último mencionado, los microorganismos presentes en el agua que pueden causar enfermedades surgen al a travesar el casco urbano ya que la carga contaminante vertida originada por las aguas residuales, industriales, los residuos agrícolas asociado a desechos como fertilizantes, herbicidas, pesticidas y el estiércol de las fincas hacen que se vea afectada la calidad del agua y por lo tanto no es apta para el riego de cultivos, para los animales y menos para uso y consumo humano.

En la investigación realizada por Rojas González<sup>107</sup> tomaron muestras en esta cuenca media del río, a las cuales se les aplico la técnica de CRYSTAL RAPID, para que de esta manera se identificara la presencia de microorganismos, en la siguiente *tabla 14* se visualizan los resultados encontrados:

Tabla 14. Microorganismos identificados en la cuenca media

<b><i>Corynebacterium Spp.</i></b>	Corynebacterium genitalium	Corynebacterium diphtheriae
<b><i>Bacillus spp.</i></b>	Bacillus megaterium	Bacillus meguterium
<b><i>Micrococcus spp.</i></b>	Micrococcus sedentarius	
<b><i>Aeromonas spp.</i></b>	Aeromonas hydrophila	
<b><i>Pantoea spp.</i></b>	Pantoea agglomerans	
<b><i>Pseudomonas spp.</i></b>		

Fuente: Elaboración propia, datos tomados de investigación de ROJAS, Edwin González, *et al*

Y en otra investigación realizada por Corrales, Sánchez y Quimbayo, en la que estudiaron doce fincas que desarrollaran actividades agrícolas, utilizaran agua sin tratamiento y que no vinieran de ninguna planta de tratamiento; luego tomaron muestras en los sistemas riego, para poder identificar la presencia de microorganismos, que en la siguiente *tabla 15* se visualizaran los resultados obtenidos:

106 CORRALES, SÁNCHEZ y QUIMBAYO. Op. Cit., p. 3,4

107 ROJAS, *et al.* Op. Cit., p. 200

Tabla 15. Microorganismos identificados en 12 fincas cuenca media<sup>108</sup>

FINCA	MICROORGANISMO IDENTIFICADO
Cascajas	<b>Bacterias:</b> Escherichia coli, Enterobacter cloacae <b>Hongos:</b> Aspergillus fumigatus
Santa Ana	<b>Bacterias:</b> Escherichia coli
El Cerezo	<b>Bacterias:</b> Escherichia coli
El Retiro	<b>Bacterias:</b> Escherichia coli <b>Hongos:</b> Fusarium sp.
El Verbenal	<b>Bacterias:</b> Escherichia coli, Enterobacter cloacae <b>Hongos:</b> Mucor sp.
Juanita	<b>Bacterias:</b> Escherichia coli <b>Hongos:</b> Rhizopus sp.
Piedras de Véngala	<b>Bacterias:</b> Escherichia coli, Aerococcus urinae <b>Hongos:</b> Penicillium sp.
Santa Teresita	<b>Bacterias:</b> Proteus vulgaris <b>Hongos:</b> Aspergillus flavus
La Esmeralda	<b>Bacterias:</b> Escherichia coli, Bacillus brevis <b>Hongos:</b> Aspergillus fumigatus
San José	<b>Bacterias:</b> Serratia marcescens, Bacillus cereus <b>Hongos:</b> Mucor sp. Fusarium sp.
La Laguna	<b>Bacterias:</b> Escherichia coli <b>Hongos:</b> Aspergillus flavus.
Villa Nueva	<b>Hongos:</b> Mucor sp. Aspergillus fumigatus.

Fuente: Elaboración propia.

Los investigadores Corrales, Sánchez y Quimbayo<sup>109</sup> identificaron los siguientes microorganismos, dentro del grupo de las bacterias se encuentran la E. coli, E. cloacae, B. Brevis, B. cereus, A. urinae, P. vulgaris y S. marcescens, los cuales son patógenos oportunistas capaces de causar enfermedades como infecciones en la piel y los tejidos blandos; de los mencionados, la E. coli es la que se halla con más frecuencia, y el S. marcescens es un microorganismo que es un riesgo en la salud de los cultivadores y los consumidores de vegetales crudos o alimentos sin pelar. En cuanto al grupo de los hongos identificados son: Aspergillus fumigatus, Aspergillus flavus y Mucor spp. y Rhizopus spp. y Penicillium spp. y Fusarium spp. Por lo tanto, la presencia de estos microorganismos revela que los cultivos regados con estas aguas, tienen riesgo de generar una infección con alguno de estos. Es importante considerar esto, ya que la cuenca media es una zona en que hay una alta producción de plantas aromáticas y hortalizas y la demanda por estos productos es significativa, de modo que el riesgo en salud es para considerar.

## INVESTIGACIONES DE LA CUENCA BAJA

108 CORRALES, SÁNCHEZ y QUIMBAYO. Op. Cit., p. 79-83

109 Ibid. p. 85

El Consejo de Estado<sup>110</sup> en la sentencia, menciona que está en esta cuenca, la calidad de las aguas se encuentra muy perjudicada por la descarga de las aguas residuales de los municipios que no tienen plantas de tratamiento de aguas residuales (PTAR) y las PTAR que existen en funcionamiento no son suficientes para soliviar la carga contaminante; sin embargo, la contaminación también proviene de aguas arriba y de las actividades agrícolas, la más común de las cuales es el procesamiento del café.

La situación del río en el comienzo de la cuenca baja, es que no tiene la cantidad mínima ecológica, porque su caudal se desvía en su gran mayoría a las plantas de generación de energía y priva el gua para otros usos; es importante tenerlo en cuenta, ya que la disminución de este caudal para actividades en beneficio de la agricultura, agropecuarias, los embalses para generación de energía, han hecho uso de la totalidad del afluente, dejando de ahí para abajo el ecosistema afectado, la vida acuática y animal. El Consejo de Estado<sup>111</sup>, afirma que los olores a partir de las compuertas de Alicachin resultan ofensivos, que da condiciones anóxicas al río, con esto afectando el desarrollo socioeconómico de la cuenca, en específico, los proyectos turísticos de municipios como Anapoima, Tocaima, San Antonio de Tequendama, Mesa, entre otros, los cuales vierten sus aguas residuales.

En la investigación realizada por Castro y Ortiz<sup>112</sup> en el municipio de Girardot, estudiaron la zona de mezcla y el impacto de esta contaminación en la calidad del agua y en la vida de las personas; reconocieron que la contaminación de estas aguas pone en riesgo y afecta la salud de las personas que viven a orillas del río Bogotá, especialmente en la cuenca baja, al finalizar en el municipio de Girardot; ya que los niveles de contaminación son altos y los habitantes utilizan frecuentemente el agua del río para lavar su ropa, la higiene personal e incluso el consumo de esta, provocando enfermedades principalmente en el sistema digestivo y el sistema tegumentario. En el estudio tomaron muestras que en la siguiente *tabla 16* se visualizan el parámetro que evalúa la presencia de microorganismos:

Tabla 16. Parámetro de coliformes

Parámetro	R. BOGOTÁ AGUAS ARRIBA DESEMBOCADURA	PUNTO DE MEZCLA
Coliformes Fecales	28000	24000
Coliformes Totales	91000	84700

Fuente: Elaboración propia.

De acuerdo con la información anterior, Castro y Ortiz determinaron<sup>113</sup> que los valores altos en el río Bogotá en el punto de mezcla, son coliformes totales, lo que

110 COLOMBIA. CONSEJO DE ESTADO. Op. Cit. p. 862-863; 161

111 Ibid. p. 880

112 CASTRO y ORTIZ. Op. Cit., p. 139

113 Ibid. p. 46

da un índice alto de contaminación microbiológica presente en la desembocadura del cuerpo de agua de Bogotá, el cual sobrepasa los límites permisibles, tiene la causa en los vertimientos del arrojado de animales muertos y aguas residuales al río.

Conforme con los resultados que dio la investigación de Castro y Ortiz<sup>114</sup>, determinaron que en la zona de mezcla, es decir puntualmente en la desembocadura del río, la calidad del agua se cataloga como mala, ya que presenta un grado alto de contaminación, no obstante, el río Magdalena está teniendo la capacidad de absorber y mitigar mucho de la carga contaminante, pero a pesar de este beneficio no evita el impacto negativo para el ambiente pues se ha visto afectación en la dinámica piscícola (peces) por lo que no se completa su ciclo reproductivo; y para las personas, dado que se ha evidenciado alteraciones gastrointestinales y en la piel de los habitantes del sector.

En el aspecto de los contaminantes químicos, sobre los metales pesados Saad Gutiérrez<sup>115</sup>, explica que estos elementos se encuentran interconectados en los sistemas que forman los ríos: agua, suelo y sedimentos, estos se transportan a las plantas por medio del riego y se bioacumulan en sus raíces, también los animales se hidratan directamente de estas aguas contaminadas; para que finalmente llegue al consumidor final, el cual es el mayor bioacumulador, el ser humano. A continuación, se presenta una breve descripción de metales pesados encontrados en la investigación realizada por Saad Gutiérrez sobre el río Bogotá, que son de importancia darlos a conocer porque son elementos causantes del deterioro de la calidad de vida de la población aledaña en el recorrido del río.

El cadmio, Saad Gutiérrez<sup>116</sup> lo describe como uno de los elementos más tóxicos, se emplea comúnmente en la fabricación pinturas, fertilizantes, baterías, etc.; debido a sus características este no se puede descomponer, por lo que en el ecosistema su concentración aumenta; dentro de las afecciones en salud, una intoxicación por cadmio puede conducir al cáncer y cuando la exposición es prolongada aunque sea en bajas concentraciones induce a una bioacumulación de cadmio en los riñones y en los huesos, resultando en enfermedades renales y osteoporosis.

Por otro lado, el cromo Saad Gutiérrez<sup>117</sup> explica que es empleado por diversas industrias, produciendo fertilizantes, plaguicidas, detergentes, en la técnica de curtido, este llega al río por medio de los vertimientos directos o las escorrentías; los efectos en salud corresponden por respirar altas concentraciones ocasiona

---

114 Ibid. p. 2, 139

115 GUTIERREZ. Op. Cit., p. 35

116 Ibid. p. 36-38

117 Ibid. p. 38-40

problemas nasales, como úlceras, secreción, asma; cuando se ingiere provoca úlcera estomacal, intestinal e incluso anemia; de manera específica en los hombres afecta en su sistema reproductor ya que puede dañar los espermatozoides.

El Plomo Saad Gutiérrez<sup>118</sup> describe que este elemento es utilizado en la industria como pigmentos para cerámicas, tubos, pintura, materiales de construcción, baterías, cosméticos, etc. En la salud de las personas, este metal tiene efectos nocivos en los órganos, el cerebro e incluso la muerte; el sistema que es más afectado por el Pb es el sistema nervioso y específicamente en las mujeres puede ocasionar abortos, en los hombres afecta en la producción de esperma y en los niños interfiere en la capacidad mental.

El arsénico Saad Gutiérrez<sup>119</sup> describe que este elemento en esta parte de la cuenca se encuentran las más altas concentraciones, es empleado en los productos agrícolas, anticorrosivos, pinturas, pigmentos, medicamentos, etc. En la salud, la exposición a concentraciones bajas origina vomito, náuseas, adicionalmente este metal está dentro del grupo de sustancias cancerígenas, por lo que es capaz de causar cáncer ya sea en pulmón, piel, riñón, vejiga; asimismo el inhalar altos niveles de As ocasiona irritación en los pulmones y dolor de garganta, cuando por mucho tiempo se ingiere origina fatiga y gastroenteritis.

El Mercurio Saad Gutiérrez<sup>120</sup> explica que la exposición de este metal ocurre cuando se ingiere alimentos contaminados como el pescado, incluso algunos vegetales; la salud de las personas se afecta cuando se expone a altas concentraciones ocasionando daños permanentes a nivel del sistema nervioso, el cerebro, los riñones y en el caso de la mujer embarazada también al feto.

Por otra parte, el Zinc Saad Gutiérrez<sup>121</sup> explica que es un elemento indispensable en pequeñas cantidades para los organismos, ya que para el ser humano se requiere para la fabricación de ADN y proteínas, por lo que en pequeñas cantidades no es nocivo. La presencia de este metal en río Bogotá se ve más en Bogotá y la cuenca baja; el encontrar este elemento se debe a actividades como las emisiones por el tráfico (desgaste de las llantas), fungicidas, pesticidas, las industrias. En los efectos en salud, sucede cuando se ingiere brevemente niveles altos de este metal, ocasionando dolor abdominal, vomito, náuseas y cuando se consume por mucho tiempo altas concentraciones puede causar anemia.

Como afirmaron Castro y Ortiz<sup>122</sup>, los vertimientos de tipo doméstico e industrial que se hace en el trayecto de la cuenca, afectan la calidad hídrica del río Bogotá,

---

118 Ibid. p. 40-42

119 Ibid. p. 43-44

120 Ibid. p. 45-46

121 Ibid. p. 46-47

122 CASTRO y ORTIZ. Op. Cit., p. 129

contaminando directamente el río Magdalena, lo que ocasiona problemas sociales, ambientales y ecológicos, especialmente en la desembocadura del cuerpo de agua del río Bogotá, a esta problemática se le suma que en el municipio de Girardot se hace vertimientos domésticos, también la creación de basureros por las por los habitantes que viven a la ribera de los ríos. Se puede concluir que la contaminación microbiológica y por metales pesados, a niveles elevados representa un potencial riesgo para la salud humana y el equilibrio del ecosistema, generando variedad de afectación en la mayoría de los sistemas humanos, y los habitantes de la ribera del río Bogotá está expuesto a un riesgo mayor por sus actividades domésticas, en la cual puede llegar al consumo directo sin tratamiento de las aguas del río Bogotá.

En el análisis que se está realizando en este trabajo, sobre el estudio del río Bogotá; el cual se ha llevado en tres partes, que se denominan cuenca alta, media y baja. En las dos primeras cuencas en las investigaciones realizadas, se encuentran graves problemas de contaminación que se ha descrito anteriormente; aunque se conoce que el río en su estado natural y en el movimiento de sus aguas desarrolla un proceso de depuración de contaminantes, pero que a causa de la excesiva inyección de carga contaminante, este proceso de depuración es muy poco efectivo ya que su capacidad de descontaminación ha superado su límite; por lo cual en la cuenca baja que es donde se resume toda la acumulación de contaminantes se percibe muy fuerte los efectos de la contaminación, mucho más que en la cuenca alta y en la cuenca media, por esta razón es el fuerte olor putrefacto, además del color de esas aguas negras, evidenciando así el fuerte impacto ambiental.

## 8. CONCLUSIONES

- En la búsqueda y exploración documental de los contaminantes del río Bogotá y su efecto en la salud, se encontraron 45 documentos de tipo artículo científico y tesis de pregrado que se sistematizaron en una matriz bibliográfica que permitió hallar las categorías emergentes, donde inicialmente se realizó un filtro para observar la pertinencia a la investigación; posteriormente se realizó lectura crítica para determinar la fiabilidad de los documentos, se filtraron 18 documentos, donde 13 de ellos cumplieron con el propósito de la investigación; describiendo las características de los documentos para posteriormente clasificarlos geográficamente por las cuencas del río Bogotá, lo que se utilizó para la construcción del presente documento.
- Dentro los resultados se encontraron que prevalece el interés y datos de información sobre el río Bogotá de las subcuencas alta y media, investigaciones que indagan sobre la calidad del agua y los contaminantes presentes que pueden afectar la salud humana y los ecosistemas; sin embargo, en la cuenca baja, la información es poca.
- Se evidencia que la mayor parte de los contaminantes provienen de las industrias, agricultura y los desechos domésticos, siendo los más comunes los contaminantes microbiológicos y metales pesados que son altamente peligrosos.
- Dentro de los efectos en la salud que más predominan son: enfermedades gastrointestinales (EDA), enfermedades tegumentarias, e intoxicaciones por metales pesados.
- En las investigaciones revisadas, se encontraron contaminantes microbiológicos en su mayoría coliformes totales específicamente *E. coli*, *Klebsiella*, *Aeromonas hydrophila*, *Bacillus subtilis*, *Enterobacter cloacae* y hongos tales como *aspergillus fumigatus*, *Mucor sp*, entre otros.
- Dentro de los contaminantes químicos, los metales pesados, donde los más hallados son el plomo, cadmio, cromo y mercurio.
- En la cuenca alta, por las actividades industriales como las empresas de curtiembres y las antrópicas se identifican más los metales de plomo y cadmio.

- En la cuenca media, por las actividades agropecuarias y la carga contaminante que viene aguas arriba, se identifican más los metales como el plomo, cadmio, cromo, mercurio y el arsénico.
- En la cuenca baja, donde desemboca en el río Magdalena a nivel del municipio de Girardot impactando negativamente en la población aledaña en cuanto a la calidad del agua, la salud humana, su calidad de vida; ya que al finalizar el recorrido de 380 km se observan como aguas negras, con aroma fuerte, como evidencia de la alta carga contaminante que ha transformado la composición organoléptica.

## **9. RECOMENDACIONES**

- Se recomienda realizar más investigación sobre la cuenca baja de río Bogotá con respecto a la calidad del agua y saneamiento básico de los municipios aledaños.
- Se recomienda continuar investigando sobre los efectos en la salud humana por los contaminantes encontrados, en la población de los municipios aledaños.

## REFERENCIAS

1. ALCALDÍA MUNICIPAL SECRETARÍA DE SALUD (Girardot). Análisis de situación de salud con el modelo de los determinantes sociales en salud, 2020. p. 106
2. BAEZA GÓMEZ, Eduardo. Calidad del agua. [en línea]. Biblioteca del Congreso Nacional de Chile BCN, nov. 2016, [citado 1 feb, 2022]. p. 1. Disponible en internet: <https://obtienearchivo.bcn.cl/obtienearchivo?id=repositorio/10221/23747/2/Calidad%20del%20Agua%20Final.pdf>
3. BENÍTEZ-DÍAZ, Pedro; MIRANDA-CONTRERAS, Leticia. Contaminación de aguas superficiales por residuos de plaguicidas en Venezuela y otros países de Latinoamérica. Revista Internacional de contaminación ambiental, 2013. p. 11
4. Calidad de Agua [Anónimo] [en línea]. Recursos hídricos-Argentina, mar. 2017 [citado 20 ene, 2022] Disponible en internet: <http://www.rekursoshidricos.gov.ar/web/index.php/nuestra-funcion/2017-03-23-14-12-06/calidad-de-agua>
5. CAMPOS SEGURA, Ricardo. Contaminación en la cuenca alta del río Bogotá: diagnóstico y ensayo. En: Revista Épsilon. Dic, 2010. vol. 1, no 15. p. 191-202. p. 200.
6. CANO ARANA, A.; GONZÁLEZ GILI, T. y CABELLO LÓPEZ, J.B. por CASPe. Plantilla para ayudarte a entender un estudio cualitativo. En: CASPe. Guías CASPe de Lectura Crítica de la Literatura Médica. Alicante: CASPe; 2010. Cuaderno III. p.3-8.
7. CASTRO CIFUENTES, Susan Lizeth y ORTIZ LIZARAZO, Jessica Paola. Análisis ambiental en la zona de mezcla de la desembocadura del río Bogotá al río Magdalena. Trabajo de grado. Ingeniero ambiental y sanitario. Bogotá D.C.: Universidad de la Salle. Facultad de Ingeniería Ambiental y Sanitaria, 2015. 142 p.
8. CASTRO DIAZ, Yineth Natalia. Evaluación preliminar del riesgo en salud pública de metales pesados por el riego de cultivos de hortalizas con aguas del Río Bogotá en la Sabana de Bogotá. Trabajo de grado. Bogotá D.C.: Universidad de los Andes. Facultad de Ingeniería. Departamento de Ingeniería Civil y Ambiental, 2014. p. 14
9. COLMENARES RODRÍGUEZ, Heidy Julie y TORRES GUERRERO, Vladimir. Evaluación de contaminación en agua, suelo y sedimentos,

asociada a plomo y cadmio en la subcuenca embalse del Muña, Rio Bogotá. Trabajo de grado ingeniero ambiental y sanitario. Bogotá, D.C.: Universidad de la Salle. Facultad de ingeniería, 2012. 193 p.

10. COLOMBIA, CONGRESO DE LA REPUBLICA. Ley 99. (22, diciembre, 1993). Por la cual se crea el Ministerio del Medio Ambiente, se reordena el Sector Público encargado de la gestión y conservación del medio ambiente y los recursos naturales renovables, se organiza el Sistema Nacional Ambiental, SINA y se dictan otras disposiciones. Diario oficial. Bogotá, D.C., 1993. No. 41146. p. 1-33
11. COLOMBIA, CUNDINAMARCA, CORPORACIÓN AUTONOMA REGIONAL DE CUNDINAMARCA (CAR). Acuerdo 043. (17, octubre, 2006). Por el cual se establecen los objetivos de calidad del agua para la cuenca del río Bogotá a lograr en el año 2020. Régimen legal de Bogotá Alcaldía. Bogotá, D.C., 17, octubre, 2006. No. 46437. p. 1-14.
12. COLOMBIA, CUNDINAMARCA, CORPORACIÓN AUTONOMA REGIONAL DE CUNDINAMARCA (CAR). Resolución 3194. (23, noviembre, 2006). por la cual se aprueba el plan de ordenación y manejo de la cuenca hidrográfica del río Bogotá y se toman otras determinaciones. Régimen legal de Bogotá. Bogotá, D.C., 24, noviembre, 2006. No. 46462. P. 1-5
13. COLOMBIA, CUNDINAMARCA, CORPORACIÓN AUTÓNOMA REGIONAL DE CUNDINAMARCA. Boletín del índice de calidad del agua- ICA, 2020. p. 10
14. COLOMBIA, CUNDINAMARCA, CORPORACIÓN AUTÓNOMA REGIONAL DE CUNDINAMARCA. Boletín del índice de calidad del agua- ICA, 2020. p. 34
15. COLOMBIA, CUNDINAMARCA, CORPORACIÓN AUTÓNOMA REGIONAL DE CUNDINAMARCA. Problemática. [en línea]. CAR, 2018. [citado 1 feb, 2022]. Disponible en internet: [https://www.car.gov.co/rio\\_bogota/vercontenido/5](https://www.car.gov.co/rio_bogota/vercontenido/5)
16. COLOMBIA, MINISTERIO DE EDUCACIÓN. Ley 266. (25, enero, 1996). Por la cual se reglamenta la profesión de enfermería en Colombia y se dictan otras disposiciones. Ministerio de educación. Bogotá, D.C. 1996. No. 42710. p. 1-8
17. COLOMBIA, MINISTERIO DE EDUCACIÓN. Ley 911. (5, octubre, 2004). Por la cual se dictan disposiciones en materia de responsabilidad deontológica para el ejercicio de la profesión de Enfermería en Colombia; se establece el

régimen disciplinario correspondiente y se dictan otras disposiciones. Ministerio de educación. Bogotá, D.C. 2004. No. 45693. p. 1-15

18. COLOMBIA, MINISTERIO DE SALUD. Resolución 8430. (04, octubre, 1993). Por la cual se establecen las normas científicas, técnicas y administrativas para la investigación en salud. Ministerio de salud. Bogotá, D.C. 1993. p. 1-19
19. COLOMBIA, PRESIDENCIA DE LA REPUBLICA. Constitución política de Colombia. (4, julio, 1991). Constitución política. Bogotá, D.C., 1991. No. 51818. p. 1-154
20. COLOMBIA. CONSEJO DE ESTADO. (28, marzo, 2014). Sentencia del río Bogotá. Bogotá, 2014. Expediente núm. AP-25000-23-27-000-2001-90479-0. p. 129
21. CORRALES RAMÍREZ, Lucía Constanza; SÁNCHEZ LEAL, Ligia Consuelo y ESCUCHA RODRÍGUEZ, Fabián Andrés. Determinación de la presencia de bacterias patógenas para el humano en aguas de riego en la cuenca alta de la sabana de Bogotá; DC Colombia. En: Nova. Dic, 2014. vol. 12, no 22. p. 179-186
22. DÍAZ MARTINEZ, Jorge Alberto y GRANADA TORRES, Carlos Arturo. Efecto de las actividades antrópicas sobre las características fisicoquímicas y microbiológicas del río Bogotá a lo largo del municipio de Villapinzón, Colombia. En: Revista de la facultad de Medicina. Universidad Nacional de Colombia. 2016. Vol. 66, no 1, p. 45-52.
23. El agua es la fuerza motriz de toda la naturaleza [Anónimo]. [En línea] EPMAPAS Samborondón, oct. 2020 [citado 1 feb, 2022]. Disponible en internet: <https://epmapas.gob.ec/2020/10/12/el-agua-es-la-fuerza-motriz-de-toda-la-naturaleza/>
24. GAIT, Nilda y PIEROTTO, Marcelo. Contaminación y contaminantes del agua. En: QUIROGA, Daniel; FERNANDEZ, Ricardo y PARIS, Enrique. Salud Ambiental Infantil: manual para enseñanza de grado en escuelas de medicina. 1a ed. - Buenos Aires, 2010. p. 53.
25. GÓMEZ DUARTE, Oscar G. Contaminación del agua en países de bajos y medianos recursos, un problema de salud pública. En: Revista de facultad de medicina. (2018). Vol. 66, No. 1, P. 7-8.
26. GÓMEZ VARGAS, Maricelly; GALEANO HIGUITA, Catalina y JARAMILLO MUÑOZ, Dumar Andrey. El estado del arte: una metodología de investigación. En: Revista Colombiana de Ciencias Sociales, jul-dic 2015. vol. 6, núm. 2. p. 11

27. HERNÁNDEZ CAPACHO, Carlos Eduardo. Estado del arte sobre el uso de agregados en Santander para la construcción de pavimentos. Trabajo de grado Ingeniero Civil. Bucaramanga: Universidad Pontificia Bolivariana. Escuela de ingenierías y administración. Facultad de ingeniería civil, 2019. 122 p. 6
28. HERNANDEZ, SAMPIERI, Roberto; FERNANDEZ COLLADO, Carlos y BAPTISTA LUCIO, María. Metodología de la investigación. 6 ed. México: McGraw-Hill, 2014. ISBN: 978-1-4562-2396-0. p. 155
29. HIDALGO GARCÍA, Yoandris García. Calidad del agua con fines de riego. En: Ojeando la Agenda, ISSN 1989-6794. Nº. 35. May, 2015, p. 2
30. INSTITUTO NACIONAL DE SALUD. Boletín epidemiológico Semana 53. INS, 2020, p. 24, 26
31. La contaminación del agua: cómo no poner en peligro nuestra fuente de vida [Anónimo]. [En línea]. Iberdrola [citado 1, febrero, 2022]. Disponible en internet: <https://www.iberdrola.com/sostenibilidad/contaminacion-del-agua>
32. LARIOS MEOÑO, J. Fernando; GONZÁLEZ TARANCO, Carlos y MORALES OLIVARES, Yennyfer. Las aguas residuales y sus consecuencias en el Perú. En: Saber y Hacer, Revista de la Facultad de Ingeniería de la USIL, 2015. Vol. 2, Nº 2, p. 12.
33. ORGANIZACIÓN MUNDIAL DE LA SALUD. Agua. [en línea]. OMS, jun, 2019. [citado 1 feb, 2022]. Disponible en internet: <https://www.who.int/es/news-room/fact-sheets/detail/drinking-water>
34. ORGANIZACIÓN MUNDIAL DE LA SALUD. El mercurio y la salud [en línea]. WHO | World Health Organization, mar. 2017. [citado 2 feb, 2022]. Disponible en internet: <https://www.who.int/es/news-room/fact-sheets/detail/mercury-and-health>
35. OSPINA ZUÑIGA, Oscar Efrén; MURILLO VARGAS, Francisco Javier y TORO, Margie Karina. Incidencia del río Bogotá en la calidad microbiológica del agua del río Magdalena, municipio de Flandes (Tolima). En: Revista Luna Azul- jun-dic, 2018, no 47, p. 114-.
36. PEÑA GUZMAN, Carlos Andrés; MELGAREJO MORENO, Joaquín y PRATS RICO, Daniel. El ciclo urbano del agua en Bogotá, Colombia: estado actual y desafíos para la sostenibilidad. En: Tecnología y ciencias del agua, 2016. vol. 7, no, 6, p. 57-71.
37. PRECIADO, Alfonso Pérez. El problema del río Bogotá, 2011. p. 1

38. PULIDO, Mireya del Pilar Arcos, et al. Indicadores microbiológicos de contaminación de las fuentes de agua. En: Nova. Jul, dic, 2005. vol. 3, no 4, 69-79 p. p. 70
39. REYES, Yulieth, et al. Contaminación por metales pesados: Implicaciones en salud, ambiente y seguridad alimentaria. En: Revista Ingeniería, Investigación y Desarrollo. 2016. vol.16 N° 2, p. 2
40. RÍOS TOBÓN, Sandra; AGUDELO CADAVID, Ruth Marina y GUTIERREZ BUILES, Lina Andrea. Patógenos e indicadores microbiológicos de calidad del agua para consumo humano. En: Revista de la Facultad Nacional Salud Pública. 2017, vol. 35, n.2, p.5
41. RODRÍGUEZ MIRANDA, Juan P.; GARCÍA-UBAQUE, César A. y GARCÍA-UBAQUE, Juan C. Enfermedades transmitidas por el agua y saneamiento básico en Colombia. En: Revista de salud pública. 2016. vol. 18, p. 738-745.
42. ROJAS GONZÁLEZ, Edwin, et al. Biotransformación de metales pesados presentes en lodos ribereños de los ríos Bogotá y Tunjuelo. En: Nova. Dic, 2010, vol. 8, no 14, p. 2-3
43. SAAD GUTIERREZ, Néstor José. Tendencia en la investigación sobre los metales pesados (Cd, Cr, Aas, Hg, Pb, Zn) y su afectación en el río Bogotá. Trabajo de pregrado. Ingeniero Civil. Bogotá D.C.: Universidad Militar Nueva Granada. Facultad de Ingeniería. Programa de Ingeniería Civil, 2019. 93 p.
44. TARCO GUILCAMAIGUA, Franklin Rene y VENINTIMILLA CALVOPIÑA, Karina. La contaminación del agua. Análisis jurídico sobre la protección del Rio Cutuchi y su saneamiento en la ciudad de Latacunga provincia de Cotopaxi. Tesis de grado. Ecuador: Universidad Técnica de Cotopaxi. Título de abogado, 2010. p. 16

## **ANEXOS**

## MATRIZ BIBLIOGRÁFICA

N°	Estudiante	Título del Documento	Buscador	Año	Link	Ecuación de Búsqueda	Procedencia del Artículo científico	Idioma	Autor: Descripción breve	Palabras claves del Artículo	Objetivo de la Investigación	Conceptos Teóricos centrales	Población objeto	Método	Instrumentos para recolectar la información	Principales resultados	Conclusiones	Discusión	Citas	

