



# **Contaminación del aire en Bogotá en el siglo XX. Análisis histórico de la construcción socio ambiental de un problema sanitario.**

**Mauricio Alberto Ángel Macías**

Universidad Nacional de Colombia  
Facultad de Medicina, Doctorado Interfacultades en Salud Pública  
Bogotá, Colombia

2020



# **Contaminación del aire en Bogotá en el siglo XX. Análisis histórico de la construcción socio ambiental de un problema sanitario.**

**Mauricio Alberto Ángel Macías**

Tesis presentada como requisito parcial para optar al título de:

**Doctor en Salud Pública.**

Directora: Stefania Gallini

Doctora en Historia de América Latina

Profesora asociada Departamento de Historia

Línea de Investigación:

Historia Ambiental

Grupo de Investigación:

Historia, Ambiente y Política

Universidad Nacional de Colombia

Facultad de Medicina, Doctorado Interfacultades en Salud Pública

Bogotá, Colombia

2020



*A Paola, Juan Esteban y Emma Lucía, mi soporte y  
mis amores.*

*A mis padres y mis suegros, por su apoyo y cariño.*

*A Stefania por su orientación y calidez.*

*Sin ustedes este trabajo no hubiera sido posible.*

*¡Gracias!*



## **Agradecimientos**

Para el desarrollo de este trabajo de grado se necesitó de grandes fuentes de apoyo, muchas personas amablemente colaboraron en la construcción final de este documento de una u otra forma, los nombraré en orden aleatorio, esperando no dejar a nadie por fuera.

Primero gracias a Paola y a mis hijos, Juan Esteban y Emma Lucía, por su apoyo constante y decidido. Ellos, a pesar de la necesidad de tener que ausentarme físicamente o de dedicar a la escritura el tiempo que hubiera sido nuestro tiempo compartido, siempre respondieron con comprensión y con una actitud amorosa que me permitió seguir adelante, mil gracias.

Agradezco la amabilidad, apertura y deseo de colaboración, además de la paciencia y guía permanente de la profesora Stefania Gallini, persona que me permitió entender que este camino era posible y me enseñó a andarlo. Stefania siempre estuvo abierta a escuchar y a dedicar horas de asesoría a pesar de su estrecha agenda, sus consejos académicos y de vida han sido fundamentales en este proceso, a esta gran persona un especial reconocimiento.

Al Doctorado Interfacultades en Salud Pública de la Universidad Nacional de Colombia, haciendo énfasis en especial en “Interfacultades”, este programa cuenta con una historia sólida en la formación en salud pública en el país desde perspectivas incluyentes, allí se puede hablar en diferentes lenguajes: desde perspectivas propias y ajenas; las controversias entre diversas posiciones académicas nutren el debate académico y lo convierte en un referente nacional e internacional. No podría haber sido en otro programa académico donde se permitieran abordajes transdisciplinarios como el planteado en este trabajo para una tesis de doctorado ¡es un orgullo hacer parte de él! Gracias a Mario Hernández, Juan Carlos Eslava, Marisol Moreno y Marcela Camacho entre otros muy ilustres profesores y maestros, y a Patricia, Luz Miriam y Gloria quienes desde las labores administrativas siempre están pendientes de todos nosotros.

Gracias también a Tomás León, Carmenza Castiblanco, Susana Barrera y Rosario Rojas, profesores del Instituto de Estudios Ambientales (IDEA) de la Universidad Nacional de Colombia, a través de sus esfuerzos, y de los del instituto en sí, se logró la oportunidad de acceder a un importante apoyo internacional que nutrió este proyecto, al mismo tiempo esta cooperación me permitió profundizar en la perspectiva ambiental que manejan en el instituto. Su calidez permitió que en el IDEA me sintiera tan bien como en el doctorado.

A Eva Youkhana como cabeza del grupo académico del *Center for Development Research (ZEF)* de la Universidad de Bonn. Eva y sus colegas, en el marco del *Doctoral Studies Support Programme (DSSP)*, en el cual orgullosamente fui becado, nos permitieron profundizar en las perspectivas críticas a las relaciones entre problemas ambientales y sociales en el sur global, en el marco del concepto del desarrollo. Ellos, junto con Laura Calderón en Colombia, coordinando con Emilia Schmidt y Christian Petersheim asistentes del proyecto en Alemania, además de todo el grupo del ZEF A en Bonn, nos recibieron con cariño en Bonn y nos han permitido tender puentes académicos, y de amistad muy importantes en el desarrollo de este trabajo y para el resto de la vida. Pertenecer a este programa, financiado por el Servicio Alemán de Intercambio Académico (DAAD), ha sido de gran importancia para el adecuado desarrollo de este esfuerzo investigativo.

A la profesora Claudia Agostoni, mil gracias por ser mi tutora en la estancia de investigación doctoral en el Instituto de Investigaciones Históricas de la Universidad Nacional Autónoma de México, espacio que permitió la inmersión total en trabajo académico y la oportunidad de conocer, a través de la voz de expertos, la problemática del aire en la Ciudad de México. Allí, además de los importantes aportes de la doctora Agostoni, los profesores Sergio Miranda del mismo instituto, Horacio Riojas del Instituto Nacional de Salud Pública de México y del Doctor José Luis Lezama del Colegio de México, muy amablemente me permitieron conocer sus puntos de vista desde cada una de sus disciplinas en relación con los problemas del aire en esta importante megalópolis.

Otros importantes aportes en la UNAL fueron: el profesor Luis Carlos Colón quién apoyó este trabajo permitiendo el acceso a los mapas georreferenciados que se incluyen en este escrito, y los profesores Rodrigo Jiménez y Alexis DeGreiff quienes permitieron, desde divergentes disciplinas cada uno -ciencias atmosféricas y sociología respectivamente-, hacer aproximaciones claves para entender la necesidad de la transdisciplinariedad como concepto transversal en este trabajo.



Un agradecimiento muy especial al Ingeniero Camilo Luengas, con quien tuve la oportunidad de conversar largo, para escuchar de viva voz, de uno de los principales protagonistas en la ciudad, la historia de las redes de monitoreo y del concepto de calidad del aire en Bogotá.

Desde el punto de vista operativo, fueron muy importantes los aportes de Camilo Murcia y Pablo Hernández, hábiles historiadores, que apoyaron especialmente la exploración de fuentes primarias, ellos me permitieron encontrar lo perdido y hacer emerger categorías que solo el ojo entrenado del historiador permite ver.

A todos ustedes mil y mil gracias.



## Resumen

Esta tesis aborda la construcción histórica del aire como un problema sanitario y ambiental para la ciudad de Bogotá durante el siglo XX. Este trabajo se basó en la revisión de fuentes heterogéneas incluidos fondos documentales del Archivo de Bogotá, prensa, cartografía, informes técnicos, revistas especializadas y entrevistas en profundidad con actores relevantes locales y regionales. Con la evidencia recolectada se argumentó respecto a la forma en que la ciudad coexistía con el aire urbano a través del tiempo. Propone de esta forma, un abordaje amplio que tiene en cuenta las relaciones entre las condiciones geográficas, meteorológicas y climáticas, que, en conjunto con la sociedad bogotana, construyeron un tipo de atmósfera contaminada.

Así mismo se expone cómo la ciudad fue asumiendo una forma de entender la atmósfera a través de instrumentos, centrada en los datos de las mediciones técnicas realizadas en estaciones para el monitoreo atmosférico. Esta perspectiva se hizo dominante en las décadas finales del siglo XX, dejando de lado las percepciones ciudadanas y la sensibilidad individual y colectiva frente al aire contaminado.

De esta forma se argumenta cómo los patrones de producción de ciudad desiguales, sostenidos por modelos sociales, sanitarios y económicos impulsaron la construcción de la ciudad moderna y también de la atmósfera que corresponde, como imagen en espejo, con los espacios y actividades humanas a nivel del suelo.

El transporte, de matriz energética fósil, tanto de carga como de pasajeros, se convirtió en el eje relacional entre las personas y los espacios urbanos posicionándose como el más importante generador de emisiones contaminantes. Las relaciones construidas entre los espacios urbanos inequitativos, el transporte generador de emisiones y las características geográficas propias de la ciudad, han creado el patrón atmosférico contaminado que es el que domina el aire bogotano contemporáneo.

**Palabras clave:** contaminación del aire, salud ambiental, tecnología, redes de monitoreo, transporte, historia ambiental, Bogotá

## **Abstract**

This work addresses the historical construction of air as a health and environmental problem for the city of Bogotá during the 20th century. This research was based on a diverse type of source files on documentary collections in the Bogotá's Archive, press, specialized magazines, cartography, technical reports, and in-depth interviews with relevant local and regional actors. With this evidence collected reconstructed the relationship of coexistence between Bogotá's society and its air through time. This work carries out a broad approach that considers the relationships between geographical, meteorological, and climate conditions, which, together with the local culture, built a polluted atmosphere in this city.

Likewise, it is proposed that the city assumed a way of understanding the atmosphere standardized by international proposals, instrumented, focused on data from technical measurements carried out at stations for atmospheric monitoring. This perspective became dominant in the final decades of the XX century, leaving aside citizen perceptions and individual and collective sensitivity to polluted air.

Urban patterns, sustained by social, health and economic models, drove the construction of the modern city, and the atmosphere that corresponds, as a mirror image, to the production of spaces and human activities at the ground level.

Transportation systems, with fossil fuels energy matrix, for cargo and passengers use, became the relational axis between people and urban spaces, positioning itself as the most important generator of polluting emissions. The relationships built between these unequal urban spaces, emissions-generating transportation and the city's own geographical characteristics have created the polluted atmospheric pattern that dominates the contemporary Bogotá's air.

**Keywords: air pollution, urban planning, technology, monitoring networks, transportation**

## Contenido

	Pág.
Contenido	
<b>Lista de imágenes .....</b>	<b>15</b>
<b>Lista de tablas.....</b>	<b>17</b>
<b>Lista de mapas.....</b>	<b>18</b>
<b>Lista de gráficas .....</b>	<b>19</b>
<b>Introducción .....</b>	<b>22</b>
<b>Metodología .....</b>	<b>33</b>
<b>1. Construcción de la ciudad y de su aire moderno, Bogotá: 1850 – 2015 .....</b>	<b>39</b>
1.1 Demografía y condiciones territoriales .....	40
1.2 Producción de nuevos espacios urbanos que construyen aire. ....	51
1.3 Del higienismo al orden sanitarista: segregación y exposición desigual a riesgos ambientales.....	64
1.4 Una ciudad, muchos aires: la Bogotá “normal” y la “subnormal”. ....	78
1.5 La basura en la construcción del aire. ....	85
1.6 Atomización y desconexión urbana: los ejes de la zonificación del aire. ....	90
1.7 El aire moderno. ....	94
<b>2. Transporte contaminante en la construcción de un aire malsano, 1884 – 2015. ....</b>	<b>103</b>
2.1 El papel de los automóviles de combustión interna .....	104
2.1.1 El automóvil y sus relaciones con el territorio urbano.....	104
2.1.2 Una tecnología contaminante del aire: combustión interna. ....	107
2.2 La consolidación de un modelo basado en combustibles fósiles, siglo XX. ....	118
2.2.1 Del tranvía a los automóviles y buses a gasolina. ....	118
2.2.2 Hacia el dominio de la gasolina y el Diesel. ....	130
2.2.3 Mediciones atmosféricas: una nueva forma de entender el impacto fósil.....	140
2.2.4 Indicios de la relación entre salud y emisiones de motores de combustión .....	143
2.2.5 Control de emisiones contaminantes: del olvido al pánico. ....	147
2.2.6 Dieselización del transporte de pasajeros: Transmilenio 2000 - 2015. ....	153
<b>3. Materialización del aire: la red de monitoreo atmosférico en la construcción del concepto de “calidad del aire”, 1960 – 2016 .....</b>	<b>163</b>
3.1 Antecedentes y surgimiento de las mediciones del aire. ....	165
3.2 La imposición de un modelo de monitoreo atmosférico: relaciones locales e internacionales. ....	175
3.3 Entre el abandono y la renovación: la red de vigilancia atmosférica entre los 80’s y 90’s.. ..	180
3.4 Renovación tecnológica para asegurar la “calidad” del aire .....	189
3.5 Dominio y estandarización del “tecno aire” .....	194

**4. Conclusiones y recomendaciones..... 197**

## Lista de imágenes

Imagen 1. Área urbana de Bogotá 1890 - 2000 .....	43
Imagen 2. Inversión térmica en Bogotá el “día sin carro”: 6 de febrero de 2020 a las 7:00 am. ....	46
Imagen 3. Acequia central en una calle con pendiente en Bogotá 1886 .....	53
Imagen 4. Condiciones de vida en los arrabales: ilustración de una choza en El Paseo Bolívar, 1918. .....	56
Imagen 5. Chimeneas de la empresa Bavaria en 1922. Centro del Bogotá.....	66
Imagen 6. Materialidad para el desarrollo urbano en Bogotá: el negocio de los chircales en 1925.	69
Imagen 7. Impactos ambientales en el sur de la ciudad. Inundación en Meissen, 1970. ....	76
Imagen 8. Aspecto de la ciudad “subnormal”. Barrio El Consuelo, sur de Bogotá 1979. ....	81
Imagen 9. Ilegalidad y riesgo sanitario, 1962. ....	81
Imagen 10. Fábrica de Bavaria en el barrio San Diego en Bogotá, principios del siglo XX. ....	83
Imagen 11. Plomo tóxico al sur, en el aire en el barrio Meissen, 1978.....	84
Imagen 12. Grupo de Escobitas de la EDIS en Bogotá, 1989.....	88
Imagen 13. Plan vial de integración urbana de Virgilio Barco, 1974. ....	93
Imagen 14. Esquema básico del funcionamiento del carburador.....	111
Imagen 15. Producción de contaminantes en relación con la mezcla aire – combustible.....	112
Imagen 16. Otras fuentes de contaminación en un vehículo a gasolina, 1971.....	113
Imagen 17. Peticiones ciudadanas de acceso al tranvía en Bogotá, 1913. ....	121
Imagen 18. Quejas acerca de los malos modos y suciedad en el tranvía de Bogotá, 1929. ....	122
Imagen 19. Imagen 6. Bogotá: una ciudad ruidosa .....	123
Imagen 20. El tranvía como fuente de infección, 1943.....	124
Imagen 21. Fin de un ciclo de transporte público cero emisiones en Bogotá, 1951. ....	127
Imagen 22. Troles en Bogotá en 1967, estertores finales de un transporte sin emisiones .....	129
Imagen 23. Caricaturización del caos del transporte en Bogotá, 1951 .....	132
Imagen 24. Bus marca Pegaso de la EDTU Bogotá, 1982.....	133
Imagen 25. Morbilidad en relación con mala calidad del aire en Bogotá, 1983-1986.....	144

Imagen 26. Tecnología para limpiar el aire en Bogotá .....	149
Imagen 27. Troncales de Transmilenio, 2019.....	155
Imagen 28. Distribución zonal anual del PM10 en 2009.....	158
Imagen 29. Contaminantes criterio en las Guías del Aire Limpio de la EPA, 1970-2009.....	173
Imagen 30. Distribución de las estaciones de medición de RMCAB, 2014.....	193
Imagen 31. Código de colores Índice Bogotano de Calidad del Aire (IBOCA).....	195



---

## Lista de tablas

	<b>Pág.</b>
Tabla 1. Número de habitantes, área y densidad de población en Bogotá, 1843-2018.....	41
Tabla 2. Mortalidad en el centro oriente de Bogotá entre marzo y agosto de 1916.....	62
Tabla 3. Zonificación socioambiental de Bogotá, en la primera mitad del siglo XX. ....	67
Tabla 4. Movimiento de inventarios en el centro de acopio de materiales “Tejar Primero de Mayo”, 1943 – 1965.....	73
Tabla 5. Vehículos subsidiados según modelo en Bogotá en 1978. ....	134
Tabla 6. Vehículos para transporte público en el parque automotor de Bogotá, 1995.....	151
Tabla 7. Relación de contaminantes criterio y fuentes de emisión .....	174
Tabla 8. Contaminantes y sus fuentes medidos por la red JICA en Bogotá, 1991.....	185

## Lista de mapas

	<b>Pag.</b>
Mapa 1. Relaciones urbanas estrechas con los ríos San Francisco y San Agustín en Bogotá, 1894. .....	54
Mapa 2. Área del Paseo de Bolívar en 1913 .....	57
Mapa 3. Área de posible impacto de planta de procesamiento de basuras, 1982. ....	91
Mapa 4. Mapa de distribución arbórea en Bogotá (2010).....	100
Mapa 5. Recorrido del Tranvía en Bogotá en 1913. ....	120
Mapa 6. Área de mayor contaminación del aire por el tránsito vehicular en Bogotá. ....	159
Mapa 7. Distribución de las estaciones de medición de la RedPANAIRES en Bogotá, 1967.....	179
Mapa 8. Ubicación de las estaciones de medición de la Red Bogotá en la década de 1980. ....	184
Mapa 9. Distribución de las estaciones de medición de la red JICA en Bogotá, 1990 - 1991.....	187

## Lista de gráficas

	<b>Pág.</b>
Gráfica 1. Cambios en la densidad poblacional en Bogotá 1843 – 2018.....	42
Gráfica 2. Tasa de mortalidad infantil en Bogotá por 1000 habitantes entre 1925 – 1960. ....	78
Gráfica 3. Crecimiento del número de vehículos de combustión fósil en Bogotá en la primera mitad del siglo XX. ....	107
Gráfica 4. Personas movilizadas por tranvía y buses 1927 – 1951 .....	126

## Lista abreviaturas y símbolos

Abreviatura	Término
-------------	---------

---

UNAL	Universidad Nacional de Colombia
UNAM	Universidad Nacional Autónoma de México
IIH	Instituto de Investigaciones Históricas de la UNAM
IDEA	Instituto de Estudios Ambientales
OMS	Organización Mundial de la Salud
OPS	Organización Panamericana de la Salud
PANAIRE	Red Panamericana de Muestreo Normalizado de 1a Contaminación del Aire
SDA	Secretaría Distrital de Ambiente de Bogotá
SDS	Secretaría Distrital de Salud de Bogotá
INS	Instituto Nacional de Salud (Colombia)
INSP	Instituto Nacional de Salud Pública (México)
DAMA	Departamento Administrativo del Medio Ambiente
IDEAM	Instituto de Hidrología Meteorología y Estudios Ambientales
JICA	Agencia de Cooperación Internacional del Japón
INTRA	Instituto Nacional de Transportes de Colombia
EDTU	Empresa Distrital de Transportes Urbanos de Bogotá
INDERENA	Instituto Nacional de los Recursos Naturales Renovables y del Ambiente
EPA	Agencia de Protección Ambiental norteamericana
ECOPETROL	Empresa Colombiana de Petróleos
CEPIS	Centro Panamericano de Ingeniería Sanitaria y Ciencias del Ambiente
UTC	Unión de Trabajadores de Colombia
DSS	Determinantes Sociales de la Salud

---

**Abreviatura    Término**

---

**Símbolo        Término**

---

PM                Material Particulado

---

PTS               Partículas Totales en Suspensión

---

PM<sub>10</sub>            Material Particulado menor a 10 micras

---

PM<sub>2,5</sub>            Material Particulado menor a 2,5 micras

---

PM<sub>1</sub>                Material Particulado menor a 1 micra

---

SO<sub>2</sub>                Dióxido de azufre

---

O<sub>3</sub>                  Ozono

---

NO<sub>x</sub>                Óxidos de nitrógeno

---

NO<sub>2</sub>                Dióxido de nitrógeno

---

## Introducción

El deterioro ambiental contemporáneo es una de las mayores amenazas que se ciernen sobre la humanidad en el siglo XXI. La contaminación del aire, el agua y el suelo, de origen antropogénico, está cobrando vidas de forma tan eficiente en la actualidad, como las grandes enfermedades infecciosas lo hicieron en la Edad Media.

Con un gran impacto en la salud animal y humana, la economía y la infraestructura de las naciones, el problema de la contaminación ambiental hasta ahora se está dimensionando en las discusiones sociales y académicas. Para el caso de la toxicidad del aire, el riesgo sanitario que representa se expresa en el aumento de la incidencia de enfermedades de las vías respiratorias, cardíacas y cerebro vasculares que logran posicionarlo como un importante problema en las agendas de investigación y acción de la Salud Pública mundial (Maher, Ahmed, Karloukovski, Maclaren, & Foulds, 2016; Nadadur & Hollingsworth, 2002).

A nivel global, una enorme carga de muertes cada año en el planeta se atribuye a la contaminación del aire, la Organización Mundial de la Salud (OMS) contabilizó 3.2 millones de víctimas mortales humanas en 2012, 4.2 en 2016 y 5 millones en 2017, la mayoría de estos decesos, el 88%, corresponde con habitantes de países de bajos y medianos ingresos (Health Effects Institute, 2019; OMS, 2014, 2016; WHO, 2016).

Frente a estas cifras alarmantes, la Salud Pública ha intervenido, estudiando el problema desde la epidemiología y recomendando políticas públicas que se elaboran a partir de su propia conceptualización de la contaminación del aire con relación a la salud; una relación que en términos más generales traduce la del medio ambiente con el ser humano organizado en sociedad.

La forma en que se ha entendido esta relación: ser humano-sociedad-naturaleza en el pensamiento médico moderno, se ha venido transformando de acuerdo con las corrientes de pensamiento dominantes a través de la historia, tan solo hasta los años 70 del siglo XX, se propuso el ambiente como factor importante en una política de salud a nivel global, en el modelo del “Campo de la Salud”<sup>1</sup>. En los años 90, en respuesta a múltiples críticas relacionadas con su simplista aproximación a la complejidad que trae consigo entender la salud humana, el modelo de los Setenta se modificó, dando paso a al concepto de los “Determinantes Sociales de la Salud” (DSS). Este nuevo abordaje complejiza la forma de entender las interacciones sociedad – salud, poniendo en manifiesto el papel protagonista de las desigualdades sociales como generadoras de patrones de enfermedad en los colectivos (L. J. Hernández, Sarmiento, & Osorio, 2016; Marmot, 2005; Susser & Susser, 1996).

Por esta vía se consolidó una mirada salubrista del rol del ambiente en la salud, considerándolo un problema a combatir, desde una postura antropocéntrica entendiéndolo, a través de mediciones, como un riesgo e intentando manejarlo a través de acciones de saneamiento de los entornos, con el único objetivo de la supervivencia de la especie humana. Esta, que es la corriente oficial del pensamiento sanitario contemporáneo, se queda corta en su comprensión de la contaminación atmosférica como problema de Salud Pública puesto que, si bien enfoca correctamente las desigualdades sociales como centrales en la determinación de la salud humana, también reduce de hecho un problema de relación ambiente-sociedad a la sola dimensión socio-sanitaria, no logrando encontrar la forma de engranar juntas las construcciones sociales y ecológicas de los problemas ambientales (Arellano, Escudero, Moreno, Luz, & Carmona, 2008; da Silva Augusto et al., 2014; Duque, 2014). Esta postura, por consiguiente, también resultan insuficiente e inadecuada al concentrarse en la mitigación del impacto y de la exposición a la contaminación.

Una intervención más eficaz requiere no solamente un mejor sistema de monitoreo y control de las condiciones que producen la contaminación atmosférica y de las desigualdades sociales que determinan escenarios diferenciales de vulnerabilidad, sino también un cambio profundo en la comprensión de la contaminación atmosférica como “problema ambiental”. Es necesario reconocer la gran variedad de factores y actores que interactúan, mediadas por dinámicas del poder económico, político y social, quienes en relación con las condiciones ecosistémicas de cada territorio construyen

---

<sup>1</sup> Descrito por Marc Lalonde, ministro de salud de Canadá en los años 60’s (L. J. Hernández et al., 2016; Susser & Susser, 1996)

lo que actualmente entendemos como “el aire”, que es, en palabras de Jasanoff (2013): una sustancia clara y sin olor, pero llena de elementos contaminantes invisibles al ojo humano (Jasanoff, 2013; Latour, 2005; Vaccari, 2008).

Estos procesos de degradación ambiental se inscriben en dinámicas de transformación global que, de acuerdo con perspectivas científicas contemporáneas, han inaugurado una nueva era geológica: el Antropoceno, concepto que hace énfasis en el impacto del modo depredador, consumista y contaminante de las sociedades modernas en el uso de la naturaleza (Maslin & Lewis, 2015; Porter, 1999; Steffen, Crutzen, & McNeill, 2007; WHO, 2016).

Teniendo en cuenta esta perspectiva las ciudades, como epicentro de estos procesos, se han convertido en los lugares de mayor expresión de relaciones dinámicas entre sociedades y ecosistemas; fue allí donde el aire se colmó de residuos provenientes de la creciente actividad industrial, y también ha sido en ellas donde se ha expresado un gran crecimiento demográfico, proliferación de medios de transporte generadores de emisiones, producción y manejo de residuos que se han acumulado en lugares específicos en forma de basureros o rellenos sanitarios, todos procesos que denotan formas de relaciones que en general perjudican los ecosistemas locales (Maldonado, 2009; John Robert McNeill, 2003; Melosi, 1993).

Aun cuando eran evidentes los procesos de degradación de los ecosistemas se vieron sistemáticamente invisibilizados en el pensamiento occidental por lo menos desde la Ilustración, dejando de ser tenidos en cuenta en el pensamiento social, científico y cultural de la modernidad, que los consideraba un resultado previsible y necesario en la vía del progreso (Lezama, 2019, Capítulo 1). Weber (1975) así lo expresa cuando definió al mundo humano como “el mundo de la racionalidad, de las intenciones, de las acciones que van dirigidas a un fin” en contraposición con el mundo de la naturaleza, que no tiene “ni significados, ni propósitos... y es irracional; no puede ser explicado” (Lezama, 2019, p. 203; Weber, 1975, p. 45).

De la misma forma Lezama (2019) argumenta cómo es que la naturaleza solo aparece en el pensamiento racional moderno en razón del sentido que el ser humano pensante le da, cuando le presta un servicio a los objetivos de sus acciones; por tanto, mientras no se le otorgue este sentido, permanece incomprensible y es solo en relación con la acción antrópica que se pueden comprender (Lezama, 2019, p. 207).



Es en este marco conceptual que el aire urbano, actor que había sido clave en la historia de las ciudades premodernas, utilizado como el elemento crucial para el diagnóstico y la prevención de la enfermedad -en la teoría miasmática-, fue perdiendo su protagonismo en relación con una nueva forma de entender el mundo, guiada por la razón de la ciencia positiva en la modernidad. Se instauró desde allí una aproximación tecnocientífica al aire que apenas entendía una parte de la atmósfera a través de instrumentos de medición (Johnson, 2010).

El uso de la ciencia instrumental para comprender la atmósfera subyugó sistemáticamente la sensibilidad individual y colectiva respecto a los problemas del aire, considerados subjetivos, con lo que se apartó el aire de los problemas ambientales y de la sensibilidad social desde mediados del siglo XIX y por casi un siglo (Corbin, 1987; Johnson, 2010).

El aire desapareció de las discusiones médicas y científico-técnicas, para darle énfasis solo a la razón expresada en los datos de las mediciones ofrecida por las ciencias naturales. Esta invisibilización, común a todos los ámbitos de la naturaleza, solo se rompió a través de las grandes crisis ambientales, que en los Sesenta lograron hacer resurgir la conciencia colectiva frente al deterioro de la naturaleza en pro del sostenimiento de un sistema económico depredador y acumulador de capital (Carson, 1962; Palamar, 2008).

Soportada en la medición artefactual que limita su entendimiento y con una sensibilidad social amputada, la historia del aire se ha contado entonces, tan solo cuando emerge en forma de crisis y se convierte en un problema, en momentos en los cuales la capacidad de resistencia atmosférica se quebraba ante la gran presión de las emisiones tóxicas y causaba daños directos a quienes estuvieran expuestos a grandes concentraciones de contaminantes. Brimblecombe y colaboradores (2018) exploran los más famosos episodios, valorados de acuerdo con el impacto en la mortalidad y morbilidad humana, haciendo énfasis especial en la relación entre la industria y la contaminación en el siglo XX: Valle del Mosa (Bélgica) en 1930, Donora (Pensilvania) en 1948, Londres (Inglaterra) en 1952, Bophal (India) en 1984, pasando por los humos generados por la quema de pozos petroleros en la Guerra del Golfo Pérsico en Kuwait y el impacto del polvo en la salud de los neoyorquinos por la destrucción de las Torres Gemelas en 2001 (Brimblecombe, 2018). Autores como Mosley (2014), Douglas (2013) y Snyder (1994), hacen también aportes similares a la reconstrucción histórica de las tragedias humanas relacionadas con la contaminación aguda del aire en espacios y momentos

específico caracterizadas por el impacto en la salud humana (Douglas, 2013; Mosley, 2014; Snyder, 1994).

Fueron estos momentos de crisis, en los que la toxicidad industrial generó de forma aguda daño a las personas, los que impulsaron la consolidación y desarrollo del modelo técnico instrumental de control y vigilancia del aire expresado en redes de monitoreo y control de emisiones atmosféricas, más, a pesar de ello, el aire continuó sirviendo como vertedero de largo plazo de contaminantes fruto de los procesos sociales humanos. La gran aceleración del siglo XX agudizó esta dinámica, aumentando de forma desproporcionada en magnitud y con un nutrido repertorio de elementos tóxicos que iban mucho más allá del humo producto de la quema del carbón. Este proceso de acumulación crónico ha trasgredido los mecanismos propios de resistencia atmosférica y ha logrado construir un tipo nuevo de aire tóxico en la mayoría del planeta (John R McNeill, 2000, Capítulo 3; John Robert McNeill & Engelke, 2014).

De esta forma, la contaminación del aire se ha constituido como el principal peligro ambiental contemporáneo para la salud humana. De acuerdo con datos de la Organización Mundial de la Salud (OMS, 2016): 9 de cada 10 personas que viven en las ciudades del planeta respiran aire de malas condiciones y más de 4 millones de muertes, en ese mismo año, se relacionaron con la toxicidad atmosférica (WHO, 2016). En Colombia en el año 2018, según datos del Observatorio Nacional de Salud (ONS, 2018), la mortalidad atribuible a la mala calidad del aire fue de 15.681 personas, equivalente a una tasa de 619,78 muertes por cada 100.000 habitantes en el país (Observatorio Nacional de Salud, 2018, p. 96). El origen principal de este problema está en el uso de combustibles derivados del petróleo y carbón como fuentes principales de energía (Landrigan, Fuller, Acosta, & Adeyi, 2017; WHO, 2016).

Es esta realidad contemporánea la que obliga a priorizar el estudio del aire como una preocupación emergente y un verdadero problema para la salud pública global. A través del concepto de “calidad del aire” instaurado en el discurso científico desde los años 70’s, este riesgo ambiental, desapercibido por décadas, emergió a través de las mediciones como un objetivo a racionalizar y tomar acciones de control social y de políticas públicas (Jasanoff, 2013).

Sin embargo, a pesar del beneficio de la razón y el soporte en los datos, este discurso técnico amputa la sensibilidad individual y pone por encima de ella las mediciones de contaminantes atmosféricos.

Con el predominio instrumental las quejas por los olores y los humos de las fábricas perdieron valor en la construcción de la realidad atmosférica, pero nunca desaparecieron, más bien fueron relegadas al terreno de la subjetividad de los sentidos y, sin sustento en las escalas valorativas artefactuales, quedaron acumuladas en los archivos municipales o como datos anecdóticos en prensa, en espera de ser recopiladas para construir un relato entorno a las condiciones atmosféricas previas a la noción instrumentada.

Por ello, esta tesis busca comprender la forma en que se construyó este riesgo ambiental y sanitario en Bogotá, utilizando como herramienta metodológica a la historia ambiental, que intenta retomar los hechos históricos para entender, desde miradas complejas e incluyentes las perspectivas dejadas de lado en el relato, haciendo emerger actores (humanos y no humanos) que pasaron inadvertidos, para este caso el aire, y cuyas voces fueron acalladas por el discurso dominante; con ello pretende, si no reescribir la historia, por lo menos entender el papel que han jugado otros importantes protagonistas en ella (Gallini, 2005; J R McNeill, 2010; Molano Camargo, 2016).

Utilizando la historia ambiental urbana, este trabajo argumentará como las relaciones entre naturaleza y cultura construyeron un aire con identidad propia en la ciudad de Bogotá. Tomando como sustentos trabajos de autores referentes como McNeill (2000) que aporta un análisis global desde la historia ambiental a las relaciones entre naturaleza y sociedad, Horta y Sedrez (2018) que hacen un balance desde esta área del conocimiento a las ciudades de América Latina (Sedrez & Horta, 2018) y Miller (2007 y 2018) que profundiza en las relaciones entre actores humanos y el ambiente en la construcción de la moderna ciudad de Rio de Janeiro (Brasil) (S. W. Miller, 2007, 2018).

Horta (2009), prolija autora al respecto, siguiéndole los pasos a los árboles en Belo Horizonte argumenta acerca de las transformaciones territoriales que construyen nuevos espacios y cambian el paisaje urbano, en la búsqueda de lograr una ciudad moderna en vías del progreso, en Brasil (Horta Duarte, 2009). Y es esta misma autora, en 2015, quién primero en la región le da protagonismo al aire desde esta perspectiva, proponiendo las relaciones que tiene la toxicidad atmosférica con el modelo del desarrollo adoptado durante la dictadura militar en el país carioca entre 1967 y 1973, que intentó justificar la contaminación atmosférica como un efecto esperable e incluso deseado para salir de la pobreza y alcanzar el progreso (Horta, 2015).

En América Latina el trabajo de Molina y Molina (2002) intenta poner en relación factores sociales y ambientales en la Ciudad de México, proponiendo un “Enfoque Integral” para entender la contaminación del aire en este territorio, sin lograr sin embargo hacer clara una diferencia entre una perspectiva técnico científica y de la química atmosférica, pero ofreciendo una gran riqueza de análisis técnico y soportada en datos (L. T. Molina & Molina, 2002).

Desde la Sociología trabajos como el de Coloballes (2017, 2018), quién se ocupa de indagar las relaciones de distintos grupos sociales (industriales) con el aire en la Ciudad de México, criticando, desde la construcción social de objetos, artefactos y mediciones, la dominancia de una postura tecnocientífica del aire dominada por las mediciones en estaciones de monitoreo en esta urbe (Soto Coloballes, 2018, 2017). En la misma ciudad Lezama (2000) argumenta como se hace necesaria la inclusión de “factores sociales, ideológicos y políticos que actúan, de manera muchas veces decisiva, en el plano de la conciencia ciudadana y en los distintos momentos de la elaboración de las políticas” con el fin de entender la forma de aproximación a este flagelo desde la administración federal en esta metrópoli expresada en políticas públicas (Lezama, 2000).

Por otra parte, acercamientos conceptuales complejos, que rompen las barreras de las disciplinas y son integradores, han aportado a la construcción del argumento de este trabajo: Gandy (2002, 2014) profundiza en las relaciones del agua urbana en Paris, Berlín, Lagos, Mumbai, Los Ángeles y Londres, luego argumenta como la naturaleza de una gran ciudad como Nueva York se hace “naturaleza metropolitana” en su proceso de absorción urbana en la consolidación de la ciudad moderna, utilizando tanto herramientas filosóficas y sociales, como fuertes soportes en datos y mediciones para construir su argumento (Gandy, 2002, 2014), y Lezama (Lezama, 1993, 2004) que en una postura más teórica, hace una profunda revisión conceptual, social, filosófica y política, acerca de la forma en que se construye el riesgo ambiental en la sociedad y como, a través de las acciones y la conciencia colectiva se construyen los espacios urbanos, ahondando en la sensibilidad, los pensamientos y las vivencias de las personas quienes allí habitan (Gandy, 2002, 2014; Lezama, 1993, 2004).

Para el territorio específico de estudio, en Bogotá destacan trabajos de historia ambiental como los de Gallini, Felacio y Agredo (2014) y Felacio (2011) en torno al manejo del agua urbana en el siglo XX y Felacio (2016) en la relación con las dinámicas entre la sociedad bogotana y los cerros de oriente entre finales del siglo XIX y hasta mediados del XX; Preciado (2005) y Palacio (2008) hacen

aproximaciones generales histórico ambientales a las relaciones entre sociedad y naturaleza que construyeron la ciudad en el siglo pasado, Sánchez (2016) se centra en un elemento crucial para entender las dinámicas territoriales y sociales que marcaron la construcción del sur de la ciudad: El Río Tunjuelo (Felacio Jimenez, 2011; Felacio Jiménez, 2016; Gallini, Felacio, Agredo, & Garcés, 2014; Preciado, Leal, & Almanza, 2005; V. Sánchez, 2016). También en la urbe, por otra parte, Gallini (2016) y Molano (2019), se acercan al estudio de las relaciones históricas, sociales y ambientales que han caracterizado las relaciones con la basura, desde la generación y transporte hasta los depósitos en la ciudad (Gallini, 2016; Molano, 2019; Palacio, 2008).

Otros trabajos relacionados con las transformaciones urbanas con fines sanitarios y modernizantes nutrieron también este escrito, apoyando la perspectiva de invisibilización de la naturaleza contaminada y controlando la que se volvía problemática en los renovados espacios urbanos. Para ello, autores como Agostoni (2003) se centran en la transformación sanitaria e icónica (monumental) con miras hacia el progreso en la Ciudad de México entre 1876-1910 y Melosi (2008) estudia las medidas de saneamiento de las ciudades en Norteamérica entre finales del siglo XIX y hasta mediados del siglo XX (Agostoni, 2003; Melosi, 2008).

En el plano local autores como Gutiérrez (2017), Quevedo (2004), Pohl (2014, 2015), Zambrano (1988, 2007) y Mejía (2003) que han trabajado en sus escritos en estas relaciones entre la salud, el desarrollo, la modernidad urbana y la historia de la ciudad y de su infraestructura sanitaria, han sido fuentes invaluable de información para esta tesis (Gutiérrez, 2017; Mejía Pavony, 2003; Pohl-Valero, 2014; Pohl Valero, 2015; Quevedo, 2004; Vargas Lesmes & Zambrano, 1988; F. Zambrano, 2007d).

Vale la pena anotar que también desde la otra orilla del conocimiento científico este trabajo se ha nutrido de la perspectiva que tienen de la atmósfera, el aire y la contaminación las denominadas “ciencias duras” como la Química y las Ciencias Atmosféricas. A nivel local autores como Vargas y Rojas (2010), Belalcázar (2017), Gaitán, Cancino y Behrentz (2007, 2009) y García (2016) así como de las relaciones entre la salud y la contaminación con Hernández y colaboradores (2013) y los aportes institucionales de la OMS (2005), la Organización Panamericana de la Salud (OPS) y de las Secretarías de Salud y Ambiente de la Capital del país para nombrar solo algunos (Behrentz, 2009; Gaitán, Cancino, & Behrentz, 2007b; García Ávila & Rojas, 2016; L. Hernández, Duque,

Quiroz, Medina, & Moreno, 2013; Méndez, Pinto Herrera, & Belalcázar Cerón, 2017; OMS, 2005; Vargas & Rojas, 2010).

Así pues, estas posturas teóricas permitieron contar con los recursos necesarios para construir un relato acerca de la agencia del aire en la historia urbana y social de Bogotá. Esta historia pretende entonces entender la atmósfera urbana, su ausencia en el discurso de expertos y de políticas públicas en la ciudad, pero la muy cercana vivencia de sus habitantes, y la reemergencia en la década de los 80's y 90's relacionada con las mediciones técnico-científicas de las redes de monitoreo. El aire urbano es el principal actor en esta historia, y es un elemento que, a pesar de estar siempre presente, ha tomado características específicas en relación íntima con la construcción territorial de la ciudad, de acuerdo con sus condiciones geográficas, climáticas y meteorológicas; así como con las actividades humanas, con los modos de producción económica, de producción de los espacios urbanos y modelos de transporte (de carga y pasajeros). Estas relaciones entre actores humanos y no humanos le han dado una identidad específica a la atmósfera contaminada bogotana.

Este trabajo se propone reclamar el estudio del aire, su calidad y su política como un terreno donde las ciencias de la salud, ambientales y sociales se encuentran, y no donde se fraccionan, encontrando datos y formas de aproximación en cada una de ellas que deben complementarse con miradas más amplias y de largo plazo, que permitan comprender sus puntos de relación y controversias.

Para llegar a ello se hizo necesario responder a preguntas clave que estructuraron el argumento de este documento: ¿cómo y dónde se construyó la ciudad? y ¿cómo han sido sus patrones socio urbanísticos? trabajo que se desarrolla en la primera sección. En la segunda, se profundizará en la principal fuente de contaminación del aire para la ciudad: las emisiones de los motores de combustión interna, los cambios en la matriz energética y sus relaciones con el territorio y con las personas en la ciudad. Y en la tercera, se responderá a la pregunta ¿cómo se llegó a construir el patrón valorativo instrumentado de aproximación al aire en la ciudad?

La primera parte gira en torno a la producción de espacios urbanos y la transformación hacia una ciudad moderna, procesos que trajeron consigo nuevas formas de habitar que, en espejo de las actividades humanas, y en relación con las condiciones propias y los cambios en los ecosistemas locales reflejan características de lo que pasaba en el suelo en el aire. La atmósfera urbana se diversificó, de la misma forma en que lo hizo la ciudad, generando distintos aires y patrones

diferenciales de exposición a riesgos según la zonificación y distribución de las personas y clases sociales en la urbe. La forma de habitar aquí es clave, ya que pretende poner en consideración diferencias sociales y ambientales que determinaron una forma de construir la ciudad, cargada de desigualdades, necesidades insatisfechas y carga diferencial de riesgos ambientales. De esta forma se pretende argumentar cómo el territorio del aire y del suelo urbano corresponde y se han construido de forma conjunta relacionados en Bogotá, especialmente con el uso de combustibles fósiles para la movilización de personas y carga.

Consecuentemente en la segunda parte, los protagonistas son los combustibles fósiles y la tecnología automotriz al servicio de la movilidad humana en Bogotá. Allí se hace énfasis en la estructura tecnológica de la combustión interna, proceso que a lo largo de la historia se ha intervenido en búsqueda de la eficiencia y la restricción de emisión de contaminantes. Se argumenta entorno al papel de esta tecnología en la historia de la construcción de la ciudad, las pugnas que llevaron a la instalación de una matriz energética fósil en Bogotá y su impacto en la salud física y en la sensibilidad afectiva frente al transporte público en la ciudad, terminando con el proceso regulatorio instaurado desde finales del siglo XX, soportado ya para entonces en el modelo técnico científico de entendimiento de la “calidad del aire”.

La tercera sección se fundamenta en la construcción en Bogotá de un modelo técnico de medición de la atmósfera que permitió entender y controlar, desde la razón de las ciencias naturales, las condiciones ideales de la atmósfera urbana. En ella se sigue la construcción histórica de la perspectiva de las mediciones, la constitución en medio de presiones internacionales de las redes de monitoreo, la forma en cómo aterriza esta perspectiva en la urbe y se constituyen en el más importante, y único, medio para comprender la problemática del aire urbano en la ciudad.

Termina este relato con una discusión acerca de la forma de construir los riesgos ambientales en la modernidad, perspectiva que tiene fuerte influencia en Beck y Lezama. Estos autores proponen respectivamente: una forma integral de entender la sociedad moderna a través del concepto de “sociedad del riesgo” y el segundo, un interesante estado del arte para argumentar que el entendimiento del riesgo en una sociedad se construye a través de las condiciones económicas, sociales, políticas y ambientales, marcadas generalmente por profundas inequidades. Desde estos puntos de vista se propone como se ha generado un distanciamiento racional entre el gran riesgo que genera la contaminación del aire, por una parte soportada en el distanciamiento que la ciencia ha

impulsado entre los habitantes de las ciudades y su aire por la intermediación de los artefactos, y por otra por la permanente, y aun presente, cantidad de necesidades insatisfechas en el tiempo que no ponen como prioridad la contaminación atmosférica en sus cuentas de supervivencia diaria (Beck, 2002; Lezama, 2004). Y de esta forma se termina esta tesis.

Este trabajo no pretende ahondar en la urbanística bogotana, ni en la arquitectura de la ciudad, tampoco en la forma de construir la ciudad, más bien utiliza todo este conocimiento para darle soporte a su argumento. Tampoco se pretende hacer un análisis del transporte público de carga y pasajeros, más bien con la base de lo que se ha escrito al respecto propone una forma de entender los procesos que se atan en las relaciones entre usuarios, atmósfera y aire urbanos. No pretende tampoco entender la tecnología detrás de las mediciones, ni de la química atmosférica, sino acercarse a ellas desde puntos de vista críticos en búsqueda de ampliar el panorama del análisis del aire urbano.

Romper el molde del abordaje contemporáneo al aire, basado en las mediciones, abriendo el compás de análisis más allá de la aproximación técnica, teniendo en cuenta otras fuentes de información y perspectivas de análisis, permite hacer abordajes que se adapten a cada territorio histórico, social y ambientalmente construido, y con ello tener mayor y mejor impacto en el bienestar humano y ecosistémico para este problema que se plantea será central en las relaciones entre la humanidad y el ambiente en el futuro próximo. Este es el aporte al que pretende llegar este trabajo.



## Metodología

La historia de esta tesis comenzó marcada por la imposibilidad. Luego de realizar los primeros planteamientos respecto a la posibilidad de utilizar una perspectiva histórica para entender los problemas del aire en Bogotá, la respuesta tajante de varios miembros de la comunidad académica fue que la tesis debía centrarse en la razón instrumentada como única vía para investigar este tema y sin datos históricos de mediciones, la propuesta era inviable, o al menos muy difícil, puesto que debían de construirse los datos, por ejemplo, tomando muestras físicas (sacabocados) en lugares icónicos y analizándolos en el laboratorio. La opinión de los expertos en calidad del aire, que en general están ubicados en las ciencias naturales, era contundente: la tesis no se podía hacer sin datos de mediciones del aire para el periodo considerado.

Por ello, el primer reto al plantear esta tesis de doctorado, desde una postura distinta al postulado tecnocientífico que define la atmósfera a través de mediciones instrumentales, fue buscar otras fuentes de información.

Este sentenciado silencio de las fuentes permitió que emergieran datos muy diversos: expresiones ciudadanas acerca de su inconformidad con el aire, evidencias documentales respecto a las percepciones de distintos actores con relación al aire, y rastros de la aparición o no en el discurso sanitario y administrativo de cualquier indicio relacionado con la atmósfera de la capital colombiana.

La primera, y más coherente, aproximación a fuentes documentales se realizó en el lugar donde se emiten los datos de contaminantes atmosféricos: la Secretaría Distrital de Ambiente de Bogotá (SDA). Allí con el apoyo del referente para entonces de la línea de Aire, Ruido y Radiaciones Electromagnéticas, se constató que no existen archivos físicos de datos previos a 2002. La

información disponible y de libre acceso en la página de la SDA es la de las mediciones de contaminantes<sup>2</sup>, que luego se concentraría en la información ofrecida por el índice Bogotano de Calidad del Aire (IBOCA)<sup>3</sup>.

Al faltar información documental respecto a la vigilancia del aire en la ciudad, no obstante, la red de monitoreo haya comenzado su funcionamiento a finales de los años 60's, la investigación se centró en indagar acerca de las redes de monitoreo, su forma de llegada al continente, al país y a la ciudad, sus datos y el origen de sus estándares de funcionamiento. La historia de la Red Panamericana de Muestreo Normalizado de la Contaminación del Aire (RedPANAIRES) en América Latina, bastante desconocida, aportó un horizonte importante para entender todo este proceso.

Disponibles en la web, los informes de esta red operada por la OPS entregados entre 1972 y 1980, fueron una fuente de información importante acerca de la historia del monitoreo en el continente incluida Bogotá, aportando datos acerca de los artefactos, la historia institucional, la infraestructura y las políticas que llevaron a la conformación de estas. Este proceso fue tan importante en este trabajo que terminó siendo el eje del examen de calificación doctoral y una versión de los primeros hallazgos fue publicada en un artículo científico en el 2019 (Ángel Macías & Gallini, 2019).

Luego de mapeado el panorama histórico internacional y con mayor claridad acerca de la implantación del modelo científico técnico del monitoreo en la región y en la ciudad, la búsqueda se centró en encontrar la voz de los actores humanos, los expertos y las instituciones respecto al aire urbano. Tres fuentes documentales primarias fueron escogidas para profundizar en ello: el Archivo de Bogotá (AB), la revista Anales de Ingeniería y el periódico El Tiempo.

Tras revisar la colección en el AB, cinco fondos fueron seleccionados para hacer una revisión documental: Concejo, Caja de Vivienda Popular, Empresa Distrital de Transportes Urbanos (EDTU),

---

<sup>2</sup> Aquí se puede obtener información de la red: <http://ambientebogota.gov.co/web/sda/estaciones-rmcab>.

<sup>3</sup> En este link se encuentran los datos con herramienta IBOCA: <http://iboca.ambientebogota.gov.co/mapa/>

---

Instituto Distrital de la Participación y Acción Comunal, Cuerpo Oficial de Bomberos y Empresa de Acueducto y Alcantarillado de Bogotá.

Cada uno de ellos aportó datos particulares relacionados con el aire, a través de categorías analíticas como: olores, basuras, alcantarillas, gasolina, transporte, servicios públicos, calles, tráfico, caos vehicular, lluvia, cerros, árboles, combustibles, entre otras, que, aunque no se acomodaban al lenguaje oficial contemporáneo de la contaminación atmosférica, estaban fuertemente ligadas con la percepción y la forma de entender, en cada momento histórico, el aire urbano.

El periodo escogido para hacer esta revisión se basó en la amplia historiografía urbana de Bogotá, con base en la cual se pudo establecer el periodo entre 1950 – 2000 como el de más importantes transformaciones en la ciudad susceptibles de ser relacionadas con la construcción del aire urbano. La revisión de fondos en el AB aportó importantes datos cuantitativos y cualitativos relacionados en especial con las percepciones ciudadanas, expresadas en quejas y solicitudes a las autoridades distritales respecto a actividades que afectaban el aire en la ciudad.

Un gran esfuerzo se centró en la revisión de la revista *Anales de Ingeniería*, que es una de las publicaciones académica y técnica seriada más antigua y tradicional en el campo de la ingeniería en el país, con la esperanza de que allí existirían referencias históricas importantes respecto a la perspectiva de las mediciones, más poco aportó a la comprensión del aire, puesto que a la revista aunque es una fuente muy interesante en cuanto al pensamiento e innovación tecnológica de la ingeniería y sus logros en el país, en cuanto a atmósfera y problemas ambientales solo en las últimas décadas del siglo XX y primeras del XXI dedica páginas al respecto. Sin embargo, la información relacionada con la construcción de infraestructura urbana fue una fuente adicional de datos para entender los patrones urbanísticos de la ciudad e inferir de allí la evolución de los problemas con el aire.

Por otra parte, el periódico *El Tiempo* sí que ha sido un pilar importante en la construcción de este trabajo. La revisión del archivo desde 1911, primer año disponible en el archivo digital del periódico y hasta finales de la segunda década del siglo XXI, buscó en especial la voz de los ciudadanos que emergió a través de notas periodísticas, cartas al editor y columnas de opinión que exponían sus puntos de vista acerca de la ciudad y sus problemas, incluido el aire, en este diario nacional. En él

también se hizo seguimiento a la aparición de información acerca de las redes de monitoreo, a la aparición del discurso tecnocientífico y a la emergencia de la forma instrumental para entender el aire urbano.

Luego de la revisión histórica de archivo, el discurso de expertos locales contemporáneos respecto al aire fue fácil de encontrar puesto que el tema es tan vigente y mediático que desde finales del siglo XX ocupa cientos de páginas en prensa y literatura científica. Tangente a este alud de información técnica, se localizó a quien sería un conector importante entre el discurso histórico de las redes y el técnico científico actual para lograr entender los espacios en el relato necesarios de completar. El Ingeniero Camilo Luengas, parte de la historia de las redes, nos permitió escuchar su historia, en una larga y productiva entrevista abierta frente al tema del monitoreo y en general de la calidad del aire en la ciudad, que cubría las décadas de los 80's y 90's, este actor fue clave para entender el proceso de transformación de las redes en la ciudad luego de la salida de la RedPANAIRE en 1980.

Dado el acceso a datos de redes y ubicación de estaciones, se pensó en un posible análisis espacial a través de cartografía histórica que permitiera espacializar los datos de mediciones de contaminantes, crecimiento espacial y afectaciones a la salud, trabajo al que se le invirtió tiempo y energía en la búsqueda en profundidad de información suficiente en fuentes, más luego esta perspectiva se descartó puesto que no fue posible encontrar la cantidad de datos suficientes para llegar a proponer relaciones al respecto.

Las puertas de las instituciones sanitarias en la ciudad se tocaron infructuosamente, encontrando que no existen datos de seguimiento de afecciones por problemas ambientales en la Secretaría Distrital de Salud (SDS), es más, no hay archivos históricos al respecto en esta institución. De otra parte, la búsqueda en el AB confirmó que no hay fondos documentales de la SDS allí y tampoco en el Archivo General de la Nación (AGN), los datos aquí utilizados se encontraron desagregados, en publicaciones académicas, tesis y prensa.

Otras fuentes de datos y perspectivas de abordaje para los mismos fueron aportadas desde la mirada crítica al modelo del desarrollo que propone el *Center for Development Research* de la Universidad de Bonn, espacio en el cual tuve la oportunidad de participar como parte de la pasantía doctoral. Allí

se pudo profundizar en referentes conceptuales respecto al desarrollo y progreso en el Sur Global, como una categoría de investigación transversal que permitiría entender las relaciones de poder locales e internacionales que determinan las problemáticas ambientales y sociales en la ciudad.

De forma similar, la estancia de investigación doctoral en la Ciudad de México a principios de 2020, colindando en fechas con el inicio de la pandemia por el coronavirus, en la Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM), Instituto de Investigaciones Históricas (IIH), fue clave para entender procesos respecto al aire urbano en ciudades que comparten problemáticas similares en la región. Allí se obtuvieron datos y orientaciones conceptuales cruciales, en entrevistas individuales realizadas en entre febrero y marzo de ese año a la Doctora Claudia Agostoni, investigadora de historia social de la salud pública del IIH, el Doctor Sergio Miranda, investigador de historia urbana del mismo instituto; y por fuera del de la UNAM al Doctor Horacio Riojas, director de la línea de Salud Ambiental del Instituto Nacional de Salud Pública de México (INSP) y del Doctor José Luis Lezama, investigador del Colegio de México. La estancia en la UNAM además permitió la revisión de la colección física y digital de trabajos de grado, de publicaciones y bases de datos que esta institución provee.

La historia bogotana se soportó en la vasta historiografía urbana escrita por autores como Fabio Zambrano, German Mejía y Alberto Saldarriaga; además de la historiografía sanitaria de la ciudad con autores como María Teresa Gutiérrez, Adriana Alzate, Emilio Quevedo, Mario Hernández y Juan Carlos Eslava, y la profunda, y rica en datos, historia de las industrias en el escrito de Luis Fernando Acebedo (2006) y cientos de autores más que han escrito acerca de estos temas en la ciudad desde distintas perspectivas.

Vale la pena anotar también los aportes de los trabajos varios de Luis Carlos Colón Llamas y José Daniel Pabón Caicedo, quienes desde la perspectiva del estudio arquitectónica y la ciudad construida el primero, así como su generoso aporte de datos de mapas históricos georreferenciados, y desde el análisis del clima y la meteorología local el segundo, fueron fuentes invaluable de datos para este trabajo.

Los avances a esta tesis se presentaron en distintos escenarios donde se recibió importante retroalimentación que ayudó a la consolidación de este trabajo: en 2016 en el Congreso Colombiano

de Historia en Medellín y en el 12° Coloquio en Salud Pública, en 2017 el Congreso de Calidad del Aire y Salud Pública en Cali, en 2018 en el Seminario Permanente del Grupo de Estudios Sociales de la Ciencia, en Seminario Línea de Historia Ambiental ambos de la Universidad Nacional de Colombia y en el Right Livelihood College en la Universidad de Bonn (Alemania), en 2018 y 2019 en la IX y X Semana de Estudios Ambientales del Instituto de Estudios Ambientales de la UNAL y en el II Congreso Iberoamericano de Historia Urbana en la Ciudad de México en 2019.

Todo este recorrido ha hecho de este trabajo un producto híbrido que, basado en múltiples fuentes primarias, además de una gran cantidad de datos que trascienden disciplinas, ordenados en un argumento que entreteje las relaciones entre la sociedad y la naturaleza, ha permitido entender la conformación histórica del aire moderno en Bogotá como un actor que construyó un riesgo sanitario y ambiental hoy presente en la urbe.

# 1. Construcción de la ciudad y de su aire moderno, Bogotá: 1850 – 2015

Comprender la mala calidad del aire actual en Bogotá significa aproximarse al problema en el marco de los procesos históricos de transformación territorial urbana en Latinoamérica que han seguido patrones distintos a los de las áreas de la Primera Revolución Industrial<sup>4</sup>, entrando de lleno en las dinámicas económicas, sociales y políticas del capitalismo industrial de forma gradual hasta mediados del siglo XX (Maldonado, 2009; Preciado et al., 2005).

La atmósfera de la capital colombiana se ha transformado en relación con la densificación demográfica, el urbanismo, la industria y el transporte en su territorio. Las relaciones entre estos factores, en área con características geográficas y climático meteorológicas específicas, han construido una mala calidad del aire con la que tenemos que lidiar a diario.

Bogotá ha sido el epítome de estos procesos en el país. La ciudad se ha transformado radicalmente durante los últimos 70 años; su población creció en magnitud cercana al 800%<sup>5</sup> entre 1950 y 2018, densificándose especialmente hacia el occidente y el sur. Este patrón de crecimiento poblacional impulsó una urbanización desordenada que contribuyó a generar grandes diferencias sociales en la ciudad, depredación del ambiente para privilegiar la producción de espacios nuevos de vivienda e infraestructura urbana (calles, avenidas, parques entre otros), y estas a su vez, sustentaron y

---

<sup>4</sup> Entre los siglos XIX y XX, en pleno auge de la Revolución Industrial, cuando el consumo de carbón aumentó con las necesidades de la industria, al mismo tiempo se generaron cambios ecosistémicos, en el paisaje y en el uso del suelo en las ciudades que contribuyeron con el problema de la mala calidad del aire (Mosley, 2014).

<sup>5</sup> Según el Departamento Administrativo Nacional de Estadística, la población de Bogotá está en cerca de 8 millones de habitantes para inicios de 2017, cuando en 1950 era de un millón de personas. (DANE, 2016).

potenciaron una exposición diferenciada a problemas ambientales, para esta caso a la mala calidad del aire, en sus habitantes (Preciado et al., 2005; V. Sánchez & León, 2006).

Este capítulo pretende argumentar cómo los procesos que han guiado la transformación urbana en Bogotá han sido claves en la construcción de un aire moderno en la ciudad durante todo el siglo XX, en especial en la segunda parte de la centuria, para llegar a proponer que, la manera de producir espacios urbanos, se reflejan en la atmósfera, creando una imagen en espejo de aire contaminado de acuerdo con lo que sucede a nivel del suelo.

Para lograr llegar a ello, es necesario conocer las condiciones territoriales que caracterizan a la ciudad, así como los patrones demográficos que ha soportado la urbe a través de los últimos 150 años, la manera en que se ha construido la urbe y la forma de relación con la estructura ecológica que tenía la Sabana de Bogotá. Temas que nos ocuparan las siguientes páginas.

## **1.1 Demografía y condiciones territoriales**

El número de habitantes que ocupan el área urbana es un factor determinante para entender los procesos de urbanización. Las dinámicas poblacionales en el territorio de la Sabana de Bogotá han impulsado el crecimiento urbano para crear un hábitat útil para su bienestar.

Bogotá es una gran metrópoli suramericana, que se ubica a la par de otras grandes urbes de la región como Buenos Aires, Sao Paulo, Ciudad de México y Rio de Janeiro<sup>6</sup> en cuanto a su fortaleza económica y social (BBC News Mundo, 2018). Allí vive el 15% de la población colombiana de acuerdo con datos del Censo Nacional de Población y Vivienda de 2018 realizado por el Departamento Administrativo Nacional de Estadística (DANE) (DANE, 2019).

---

<sup>6</sup> La capital de Colombia destaca entre otras en listados como el del a consultora A.T. Kearney que busca entender cómo “destacan [ciudades] como centros financieros, políticos o culturales” BBC News Mundo. (2018). Las 5 ciudades “más competitivas e influyentes” de América Latina - BBC News Mundo. Retrieved October 25, 2019, from <https://www.bbc.com/mundo/noticias-44362146>



Esto hace de Bogotá la ciudad más poblada de Colombia, resultado de un crecimiento acelerado en especial desde 1950, año para el cual apenas había superado el medio millón de habitantes. Complejos patrones migratorios relacionados con la centralidad que caracteriza la urbe, su posicionamiento como sitio de conexión con zonas distales del país, la gran oferta cultural y de servicios, y además el desplazamiento de personas del campo por la violencia desde finales de los 1940s y la pobreza rural desde finales del siglo XIX, se encargaron de jalonar esta densificación urbana (F. Zambrano, 2020).

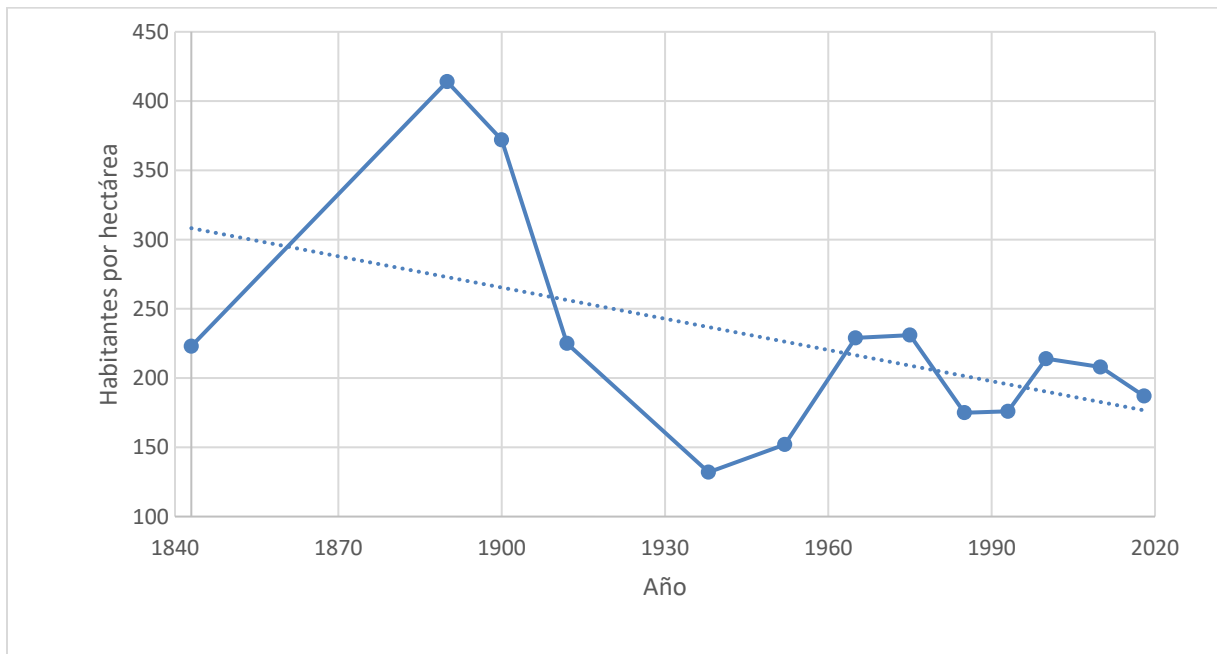
**Tabla 1. Número de habitantes, área y densidad de población en Bogotá, 1843-2018**

<b>Año</b>	<b>Población en número de habitantes</b>	<b>Área (hectáreas)</b>	<b>Densidad poblacional (habitantes/hectárea)</b>
1843	40.086	180	223
1890	90.157	218	414
1900	96.605	260	372
1912	121.257	538	225
1938	330.312	2500	132
1952	684.470	4511	152
1965	1.812.287	7919	229
1975	3.228.706	13985	231
1985	3.982.941	22772	175
1993	4.945.448	28.153	176
2000	6.437.842	30110	214
2010	7.980.001	38430	208
2018	7.181.000	38430	187

Fuente: Elaboración propia con datos de: Vargas Lesmes y Zambrano (1988) y DANE: Estadísticas históricas (1975), Anuarios de Estadísticas (1953 -1982), DANE proyecciones poblacionales Bogotá y Censo DANE 2018.

La ciudad no rompió las barreras para su crecimiento más allá del espacio confinado por los límites naturales que caracterizó la ciudad Colonial y Republicana. El impulso a la expansión vino por parte de la presión demográfica cada vez mayor y la llegada del transporte masivo de pasajeros a la urbe (ver capítulo 2) a finales del siglo XIX, por ello Bogotá llegó a tener hasta 414 habitantes por hectárea para 1890.

**Gráfica 1. Cambios en la densidad poblacional en Bogotá 1843 – 2018**

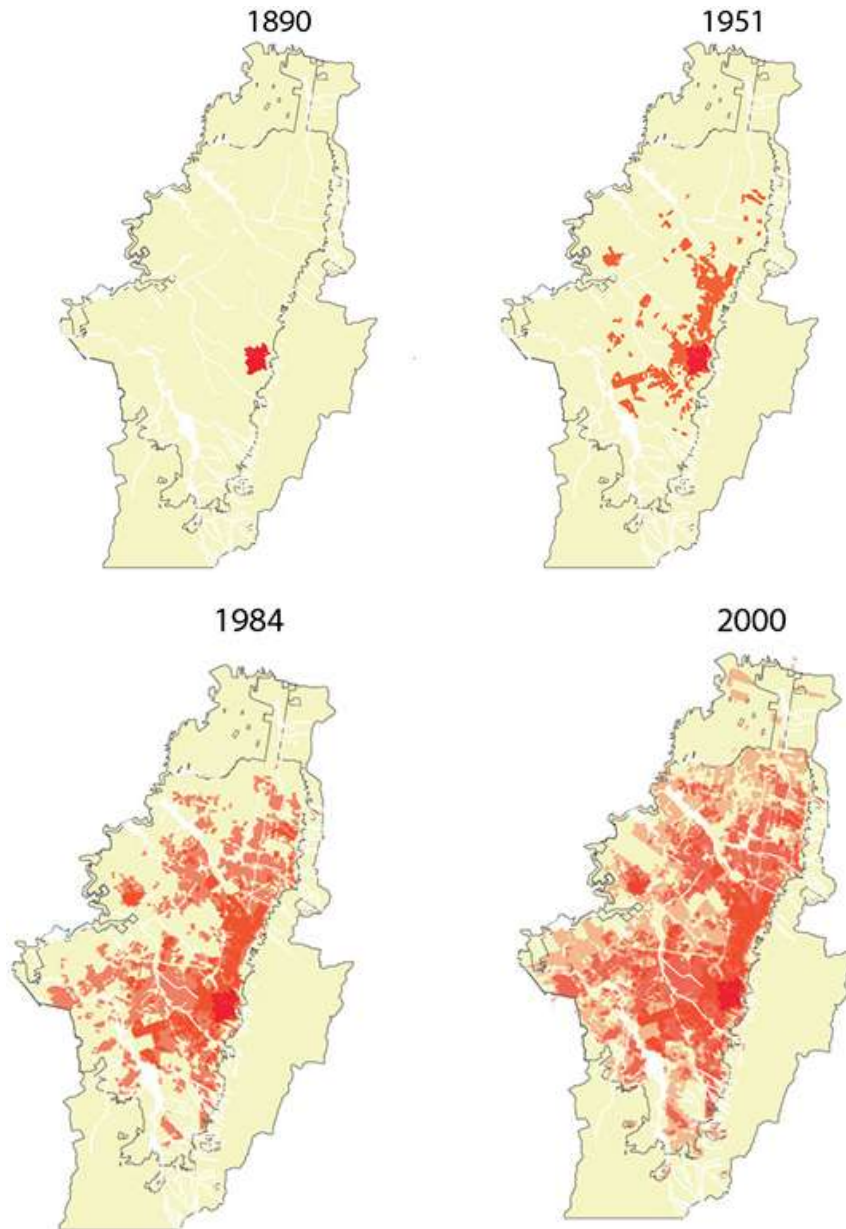


Fuente: Elaboración propia con datos de: Vargas Lesmes y Zambrano (1988) y DANE: Estadísticas históricas (1975), Anuarios de Estadísticas (1953 -1982), DANE proyecciones poblacionales Bogotá y Censo DANE 2018.

La Gráfica 1 muestra los picos de densificación geográfica en Bogotá, en especial a finales del siglo XIX, que impulsó la expansión en área y entre las décadas de los 60s´ y 70s´ relacionados con el desplazamiento interno por la violencia y pobreza en el campo. Se evidencia también la tendencia a

la baja en densidad en la medida que la ciudad ganaba área a lo largo del siglo XX, como se muestra en la Imagen1, a continuación (Rueda Salas, 2014).

**Imagen 1. Área urbana de Bogotá 1890 - 2000**



Fuente: Rueda Salas, M. C. (2014, julio 14). Documento Técnico de Soporte Parte 1. El Dónde. Análisis Unidad Avanzada. Recuperado el 9 de septiembre de 2020, de Portafolio Uniandes. Facultad de Arquitectura. Sitio web: <http://portfolios.uniandes.edu.co/gallery/18054083/DTS-Parte-1-El-DondeAnalisis-Unidad-Avanzada>

Con esta elevada concentración de personas se generó una aumentada demanda de necesidades básicas: alimentación, fuentes de energía, vivienda, transporte y manejo de residuos en la Bogotá de cambio de siglo. La ciudad se fue construyendo en coexistencia con la naturaleza alrededor y a su interior, que le brindaba lo necesario para seguir creciendo. Sedrez y Horta (2018), con referencia a las urbes latinoamericanas desde la Conquista, argumentan cómo las ciudades, repensadas como ambientes construidos han sido espacios de relación entre seres humanos, naturaleza modificada y tecnología que, en conjunto, han ido transformando los territorios en búsqueda del bienestar de quienes allí habitan (Sedrez & Horta, 2018, p. 138).

Así, los espacios urbanos en la región se construyeron en zonas con especiales ventajas territoriales, expresadas en acceso al agua, protección contra el frío y contra las emanaciones miasmáticas de las aguas estancadas, así como con adecuada cantidad de áreas verdes a su alrededor que garantizaran la producción de alimentos (Felipe II, 1573). De esta forma, las características geográficas bogotanas han sido claves para su sostenimiento en sus casi 500 años de historia. Ubicada en el Trópico Alto Andino a 2640 metros sobre el nivel del mar (msnm), Bogotá se fundó en la falda de los cerros de la cordillera oriental de los Andes, en un clima clasificado como templado, con temperaturas que oscilan entre 3 y 24°C, este territorio constituyó un área que brindaba condiciones adecuadas para el asentamiento humano en el Trópico Alto Andino suramericano (Instituto de Hidrología Meteorología y Estudios Ambientales IDEAM, 2007, p. 11)

Estas características geográficas constituyen una atmósfera única en la capital del país, que se considera una ciudad atípica para el contexto de un país tropical: fría, lluviosa y encumbrada en las montañas de los Andes. El aire, en estas condiciones de altura, se hace difícil de respirar por las menores presiones barométricas, de hasta 560 milímetros de mercurio (mm/Hg) -760 a nivel del mar- las cuales hacen que disminuya la presión parcial de oxígeno de 117,6 mm/Hg por cada m<sup>3</sup> de aire -159,6 a nivel del mar-. Se trata de condiciones ambientales que pueden ser generadoras de efectos agudos en la salud como el Edema Pulmonar de Altura<sup>7</sup>, condición aguda que puede producir

---

<sup>7</sup> El edema pulmonar de las alturas es una entidad potencialmente fatal que se presenta en individuos que ascienden rápidamente por encima de 2.500 msnm. La hipoxia, el deterioro de la clase funcional cardiaca y la dificultad para respirar son el resultado de un edema pulmonar de origen no cardiogénico, alcanzando mortalidades de hasta 50% de los que lo sufren si no se da tratamiento. Undurraga, F., y Undurraga, A. (2003).

dificultad para respirar en personas que ascienden de forma acelerada a territorios por encima de 2.500 msnm por el efecto de hipoxia hipobárica (Meehan & Zavala, 1982; Undurraga & Undurraga, 2003; Uribe, Linares, & Cortés, 2014; Von Sneidern et al., 2012).

Las poblaciones nativas o los migrantes adaptados a estos territorios, desarrollaron mecanismos fisiológicos e incluso anatómicos<sup>8</sup> y comportamentales<sup>9</sup> para adaptarse a estas atmósferas elevadas. Dentro de los cardiopulmonares, están el aumento de: la ventilación pulmonar, la frecuencia respiratoria, el volumen de sangre circulante y el hematocrito (Rogelio Pérez, 2017, p. 50; Riesle & Rothhammer, 1975). El aumento del volumen y frecuencia respiratoria, hace que las personas en las regiones más elevadas tengan una mayor exposición, un incremento de la inhalación de tóxicos atmosféricos y una mayor cantidad de efectos adversos asociados a la contaminación del aire (Rogelio Pérez, 2017, p. 51).

Estas consideraciones han hecho que grupos de investigación como el conducido por Bravo (2013) estén proponiendo ajustar las normas de las concentraciones permitidas de contaminantes, de acuerdo con la altura sobre el nivel del mar de cada ciudad. Para Bogotá tercera capital más alta de América Latina, después de La Paz, Bolivia (3.600 msnm) y Quito, Ecuador (2.800 msnm), de acuerdo con estos datos las concentraciones permitidas en las normas de calidad del aire deberían disminuir entre un 30 y 40% para ajustarse a los patrones fisiológicos de adaptación a la altura y disminuir el riesgo a la salud humana en estos territorios (Bravo Alvarez, Sosa Echeverria, Sanchez Alvarez, & Krupa, 2013; Rogelio Pérez, 2017).

La altura y el clima urbano, además de los impactos biológicos traen consigo efectos atmosféricos que pueden incidir en mayor exposición a contaminantes como es el caso de la inversión térmica.

---

Edema pulmonar de gran altura. *Revista Chilena de Enfermedades Respiratorias*, 19(2), 113–116. <https://doi.org/10.4067/s0717-73482003000200008>

<sup>8</sup> Bajo peso al nacer, talla baja y aumento del tamaño del tórax, son adaptaciones anatómicas que se han encontrado en poblaciones nativas a grandes alturas, en especial por encima de 3.000 msnm. Riesle, P. y Rothhammer, F. (1975). Adaptación biológica a la altura. *Chungara: Revista de Antropología Chilena*, 61–64. <https://doi.org/10.2307/27801697>

<sup>9</sup> Pohl (2015) expone su tesis acerca de las relaciones climáticas y geográficas que establecieron patrones racistas en la Bogotá de principios del siglo XX, alrededor del concepto de “degeneración de la raza” y de la dificultad de adaptación de la raza blanca a estos entornos “nocivos” de altura. ¿Agresiones de la altura y degeneración fisiológica? La biografía del “clima” como objeto de investigación científica en Colombia durante el siglo XIX e inicios del XX. *Revista de Ciencias de La Salud. Universidad Del Rosario*, 13(especial), 65–83. <https://doi.org/10.12804/revsalud13.especial.2015.05>

Este fenómeno, famoso en las ciudades ubicadas en regiones con estaciones, se da especialmente en el invierno. En Bogotá son mucho más usuales en el verano, cuando las temperaturas más frías en las capas atmosféricas superiores retienen el aire caliente en capas más bajas, y no permiten la mezcla de aire en zonas elevadas de la atmósfera haciendo que se forme una capa intermedia que puede ser observable como una gran mancha gris que se posicionan sobre la ciudad (IDEAM, 2005).

**Imagen 2. Inversión térmica en Bogotá el “día sin carro”: 6 de febrero de 2020 a las 7:00 am.**



Fuente: Revista Semana Sostenible, febrero 7 de 2020.

Esta condición es clave para entender la calidad del aire de la ciudad, en los periodos de verano, la capa gris oscura de la Imagen 1 corresponde a los contaminantes emitidos en la atmósfera el día anterior, especialmente Material Particulado (PM), que se encuentran atrapados entre una capa más caliente cercana al suelo y el aire más frío más arriba.

Este fenómeno se ha hecho cada vez más intenso, debido a los cambios en la estructura ecológica de la Sabana de Bogotá, que ha cedido espacio para el crecimiento urbano. El efecto de *Isla de Calor*, muy frecuente en las ciudades, está dado por las nuevas características del suelo urbano con edificios, cemento y asfalto que impacta en la absorción de agua, evapotranspiración de la vegetación local arrasada y alteración de los regímenes de vientos, con lo que a través del tiempo en estas zonas urbanizadas, la temperatura promedio, medida a 2 metros del suelo, se va haciendo mayor que en los

terrenos periféricos y crea grandes diferencias con las capas de la atmósfera más arriba en especial en épocas de verano (Ángel, Ramírez, & Domínguez, 2010).

La isla de calor urbana tiene un rol importante en la determinación del clima de las ciudades, interviene en la formación de sistemas locales de circulación de vientos y su temperatura, así como con la humedad relativa, la precipitación y la mezcla de aire en la atmósfera. Todos factores claves procesos metabólicos atmosféricos y en la calidad del aire urbano. Este fenómeno está bien documentado en Bogotá, cuyas zonas urbanizadas presentaban en 2010 una temperatura del aire aproximadamente 3°C por encima de las de la periferia (Ángel et al., 2010).

Desde los años 1960's estos cambios en la T° han sido intensos Pabón y colaboradores (1998) hicieron un análisis de la distribución espacial de las temperaturas medias en el área urbana de la capital. Para la década entre 1960-1970 la temperatura media más alta de la capital estaba muy cercana al centro de la ciudad y oscilaba entre 12,8 y 13,8 °C, con un mínimo de T° muy cerca de los cerros, favorecidos por su cobertura vegetal y fuentes de agua, más la temperatura va aumentando hacia el occidente. En el siguiente decenio, 1970 – 1980, la T° promedio fue 0,4°C más elevada: entre 13,2 a 13,8°C, desplazando la isoterma hacia el occidente sur y norte de la ciudad, con un centro que conservaba su T° alrededor de 13,8°C. Entre 1980 y 1990, la T° promedio se mantuvo entre 13,8 y 14°C, pero lo llamativo entonces fue su expansión hacia el occidente de forma homogénea cubriendo toda el área urbanizada de la ciudad (Pabón, Pulido, Jaramillo, & Chaparro, 1998).

Ángel, Ramírez y Domínguez (2010) usando los mismos datos de Pabón, demuestran como para 2010, en los meses más cálidos, abril, mayo y junio, se han venido incrementando las temperaturas de forma constante, hasta alcanzar un 5,2% de elevación entre 1960 y 2010 (Ángel et al., 2010).

Impactando especialmente en la capacidad de mezcla de contaminantes atmosférica, los efectos de la isla de calor se han hecho famosos en la historia a través episodios dramáticos que han generado graves impactos para la salud humana y ecosistémica, por el efecto nocivo de las masas de aire sucio que quedan atrapadas en capas bajas de la atmósfera, tal como ocurrió en invierno, en Londres, en

diciembre de 1952<sup>10</sup> (Brimblecombe, 2011). En Bogotá, entre diciembre y marzo, este fenómeno atmosférico de inversión térmica se ha ido haciendo cada vez más frecuente, elevando por encima de los límites permitidos los contaminantes en especial el PM (Gaitán, Cancino, & Behrentz, 2007a).

Por otra parte, la disponibilidad de agua ha sido otra de las variables geográficas importantes de la geografía bogotana. Esta, junto con la influencia de los vientos y las variaciones climáticas, son tres condiciones claves para entender su particular meteorología y que dependen, en gran medida, de la relación que tiene la ciudad con los cerros al oriente. Bogotá se ha construido en una estrecha relación con estas montañas, utilizándolas como fuente de materiales para la construcción y origen de la matriz energética (biomasa), y en esta interdependencia ellas han determinado también su microclima urbano (Bohórquez, 2008; Ceballos, 2007; V. Sánchez, 2016).

Empezando por el agua, esta ha sido uno de los mayores aportes de los cerros, de allí parte el cauce de ríos y quebradas hacia la sabana al oeste, que le permitió a Bogotá un abastecimiento permanente del líquido desde su fundación. Este abundante acceso al agua fue un factor determinante para las transformaciones territoriales de este espacio geográfico, donde los ríos han servido como fuentes para suplir las necesidades de consumo humano, como fronteras naturales para el crecimiento urbano y como cañerías de recolección y eliminación de los desechos producidos por la población<sup>11</sup>. La Sabana al occidente también era una zona rica en suelos inundables, humedales que sirvieron hasta el siglo XIX como regiones para el pastoreo y la agricultura y, posteriormente, como terrenos para la expansión urbana en el siglo XX (Felacio Jimenez, 2011; Gallini et al., 2014; Osorio, 2008).

Además del agua que proveen sus cuencas hidrográficas está la lluvia. La relación de la ciudad con las montañas y con los vientos Alisios del Este hace que Bogotá sea una ciudad lluviosa. En la capital

---

<sup>10</sup> En diciembre de 1952, en Londres, murieron cerca de 16.000 personas asfixiadas en una nube de contaminantes que no pudo dispersarse, por fenómenos de inversión térmica que mantuvieron el aire contaminado y más caliente en la superficie, con temperaturas bajas en capas superiores. Brimblecombe lo narra en su libro de 2011: "The Big Smoke: The History of Air Pollution in London since Medieval Times" (Routledge). Nueva York. Routledge.

<sup>11</sup> Ver: Gallini, S., Felacio, L., Agredo, A., & Garcés, S. (2014). Las corrientes de la ciudad: Una historia del agua en la Bogotá del siglo XX | Environment & Society Portal. Environment and Society; y Felacio Jimenez, L. C. (2011). La Empresa Municipal del Acueducto de Bogotá: creación, logros y limitaciones, 1911-1924. Anuario Colombiano de Historia Social y de La Cultura, 38(1), 109–140.



todos los meses del año llueve incluso durante el verano (diciembre – marzo), la precipitación promedio se encuentra entre 20 y 175 mm/día, con rangos anuales que llegan hasta 1250 mm, diferencias que se acentúan en los periodos de invierno y verano, pero mucho más durante los ciclos de variabilidad climática propios de la región, cuando épocas de baja (fenómeno del Niño) y alta precipitación (fenómeno de la Niña), correspondientes a las componentes oceánicas de la Oscilación del Sur (ENOS) en el Océano Pacífico Tropical Central y Oriental, afectan sus territorios así como los de otros países de la zona: Perú, Ecuador y también el resto de Colombia<sup>12</sup> (IDEAM, 2005; Mora, 2017).

Esta característica “lluviosa” asociadas a la pendiente de la ciudad colonial, construida en la falda de la montaña, hizo que la lluvia fuera en su historia el elemento más eficiente para limpiar las calles de la capital, llevándose con la corriente la mayoría de los desechos y así, al limpiar la tierra limpiar también el aire. Entre los siglos XVI a XIX heces y basuras corrían por escorrentías centrales en las calles capitalinas hacia el occidente, llenando con su inmundicia el cauce de los ríos en las regiones más bajas del oeste. Los olores molestos se limpiaban también con la acción mecánica de la lluvia eliminando emanaciones tóxicas de la atmósfera urbana (Alzate, 2007; Hering, 2018; Mejía Pavony, 2003). Hoy, de forma igual de eficiente, las lluvias contemporáneas limpian del aire de la ciudad las partículas más grandes, emitidas en los procesos industriales, del transporte y de la construcción.

Esta relación entre agua y aire marcó la que sería la primera etapa de la construcción de atmósfera en la capital del país, donde la subjetividad perceptiva en relación con los olores predominó durante la Colonia y el inicio del periodo Republicano<sup>13</sup>(Alzate, 2007; Gutierrez, 2010).

Los vientos Alisios que vienen de nor y sur oriente dependiendo de la época del año, impactan la atmósfera de la ciudad, estos limpian el aire hacia el occidente, llevando lo que se produce en el área

---

<sup>12</sup> Para entender las relaciones climatológicas en perspectiva histórica, ver: Mora, K. (2017). Adaptación de sociedades agrarias a la variabilidad climática. Sabana de Bogotá, Andes Orientales colombianos, 1690-1870. Universidad Nacional de Colombia. En: <http://bdigital.unal.edu.co/54117/1/52883574.2016.pdf>

<sup>13</sup> Periodo estudiado en profundidad por autores como Adriana Alzate (2007) Suciedad y Orden. Reformas sanitarias borbónicas en la Nueva Granada, 1760 - 1810. Bogotá: Escuela de Ciencias Humanas. Universidad del Rosario, German Mejía Pavony (2003). Los años del cambio: historia urbana de Bogotá, 1820-1910 (2nd ed.). Bogotá: Centro Editorial Javeriano y Max Hering (2018). 1892 : un año insignificante. Orden policial y desorden social en la Bogotá de fin de siglo (1st ed.). Bogotá: Crítica.

metropolitana hacia esta zona de la ciudad, generando afectaciones también en la Sabana que se abre hacia el oeste (IDEAM, 2007, p. 11).

Con ellos llegan también las partículas generadas por las quemas e incendios forestales en regiones distales al oriente, del país y del continente, e incluso de tierras tan lejanas como las arenas del desierto del Sahara en África pueden llegar por efecto de las corrientes atmosféricas a la capital del país influyendo directamente en su calidad del aire. Luego de pasar por el Océano Atlántico, estos vientos se cargan de la humedad que recogen en su camino determinando dos periodos de grandes lluvias: entre abril y mayo y otro entre octubre y noviembre (Instituto de Hidrología Meteorología y Estudios Ambientales IDEAM, 2007, p. 14).

La influencia de partículas lejanas en la atmósfera bogotana por la acción de los vientos está demostrada, Méndez, Pinto y Belalcázar (2017) evidenciaron cómo las arenas del Desierto del Sahara impactaron el aire de la ciudad, favorecidas por las condiciones de sequía que generó el fenómeno del Niño Oscilación del Sur en el 2014, expresada en episodios atípicos de aumento de PM en la ciudad (Méndez et al., 2017). De la misma forma Chacón (2015) informa como estas corrientes de aire traen consigo también, especialmente en los meses secos de enero, febrero y marzo, partículas provenientes de las quemas e incendios forestales que contribuyen a la mala calidad del aire por PM de la ciudad (Chacón Rivera, 2015). Hernández y colaboradores (2019) en la misma línea, logran demostrar cómo el PM puede viajar por largos trayectos generando impactos a distancia en zonas urbanas, a través de modelaciones que evidencian este efecto (A. J. Hernández et al., 2019).

La altura sobre el nivel del mar y las características de humedad, precipitación y regímenes de vientos definen una identidad atmosférica de la ciudad y configura un tipo el tipo específico de aire que allí se respira que ha cambiado junto con los cambios que ha vivido la ciudad.

¿Cómo se han traducido las transformaciones urbanas en cambios del aire urbano? Escudriñarlo es el objetivo de la siguiente sección y comprenderlo permitirá reconocer el aire como actor ambiental en la capital.

## **1.2 Producción de nuevos espacios urbanos que construyen aire.**

Se podrían entender a las ciudades como el fruto natural de las interacciones sociales que allí suceden, o como el producto de un proyecto coherente y coordinado de la planeación por expertos urbanistas, más, estas aproximaciones distan de la realidad histórica de las urbes latinoamericanas. Miranda (2016) propone dejar de lado la aproximación a la ciudad tan solo como el escenario construido para la historia, para pasar a entenderla como causa y resultado del “conflicto histórico social que ha moldeado a las sociedades contemporáneas” (S. Miranda, 2016, p. 8). Desde esta perspectiva lo urbano emerge e interactúa, con agencia propia, en el entramado social, no solo como el telón de fondo de los procesos que allí se determinan.

Los espacios de la ciudad han sido producidos en relación con procesos sociales que, en tensas relaciones con el ambiente local, han definido el orden, espacio y hábitat urbano. Los espacios creados en las ciudades no son el producto final y natural de un modelo económico, ni mucho menos una obra de arte cargada de diferentes ideologías artísticas por parte de los grandes urbanistas modernos, sino que se convierten en un insumo organizado, una herramienta que sirve a las necesidades del capital, en medio de relaciones de poder entre actores sociales que utilizan la naturaleza presente en su territorio como medio y fin para su beneficio (Hiernaux-Nicolas, 2004; Lefebvre, 1974, p. 217).

Desde esta perspectiva la estructura de la ciudad refleja las tensiones sociales, sanitarias, políticas y económicas, construyendo una identidad única para cada urbe. En Bogotá, las grandes transformaciones espaciales, que abrían la posibilidad de construir una ciudad moderna se empezaron a dar especialmente en la transición entre la gran aldea colonial y la urbe moderna contemporánea, desde finales del siglo XIX y a través de todo el siglo XX. Estos procesos, cargados de injusticias sociales y soportados en las teorías científicas, arquitectónicas y médicas presentes en cada momento histórico se constituyeron como el impulso inicial de la que sería una metamorfosis urbana a lo largo de todo el siglo XX.

Desde el siglo XVIII y a lo largo de todo el siglo XIX, el aire era un actor indiscutible en el espacio urbano bogotano. De acuerdo con los modelos que explicaban las causas de la enfermedad, en especial en la teoría miasmática, los malos olores provenientes de las actividades humanas,

recrudescidos para entonces en la urbe colombiana, eran la causa primaria de la morbilidad y la muerte allí (Corbin, 1987, p. 40). Con características sostenidas por más de 200 años, una mezcla de hedores a comida descompuesta, orina, heces, basuras y tierra identificaba el aire urbano, de acuerdo con Alzate (2007). En época de lluvias su hedor se aliviaba por la acción del agua, mientras que en el verano, se acentuaba incluso empeoraba mediado por grandes nubes de polvo, que inundaban las calles sin pavimentar e impedía respirar (Alzate, 2007, p. 82). Hering (2018) confirma los hallazgos de Alzate del siglo XVIII, la ciudad de finales decimonónicos mantenía un aire pestilente y miasmático (Hering, 2018).

La ciudad para entonces conservaba la estructura colonial de calles angostas, empedradas de pared a pared, con la pendiente característica, relacionada con su localización en la falda de la montaña y por las cuales corrían escorrentías centrales que llevaban los desechos humanos hacia las aguas de los ríos y quebradas, estructura que se mantuvo con poca variación hasta finales del siglo XIX.

Desde su fundación, los cauces de los ríos San Francisco al sur y San Agustín al norte y las montañas de la cordillera Oriental de los Andes al oeste condicionaron la urbanización, forma y área de expansión urbana (Vargas Lesmes & Zambrano, 1988, p. 11). La necesidad de agua limpia y sus funciones mecánicas de eliminación de residuos hacia zonas lejanas del occidente mantuvieron contenida la expansión de la ciudad por más de 300 años.

La ruptura de estas barreras fue escasa por la necesidad de acceso a las fuentes de agua y a pesar de que ya existía desarrollo urbano más allá del cauce de los ríos para 1894, este, sin embargo, no se permitía tomar distancia de ellos. Por otra parte, hacia el oriente las montañas frenaban la expansión y al occidente se abrían espacios anegados (humedales), que constituían territorios agrestes que no eran tenidos en cuenta entonces para el asentamiento humano.

Estos condicionamientos a la expansión, mediados por la necesidad de los servicios ecosistémicos del agua, fomentaron el hacinamiento, creando espacios urbanos que tenían cada vez más problemas sanitarios, en una ciudad que, según Zambrano (2007), cada vez atraía más la llegada de personas, ya fuera por la oferta de servicios sociales (salud y educación especialmente) en ella y por el alto

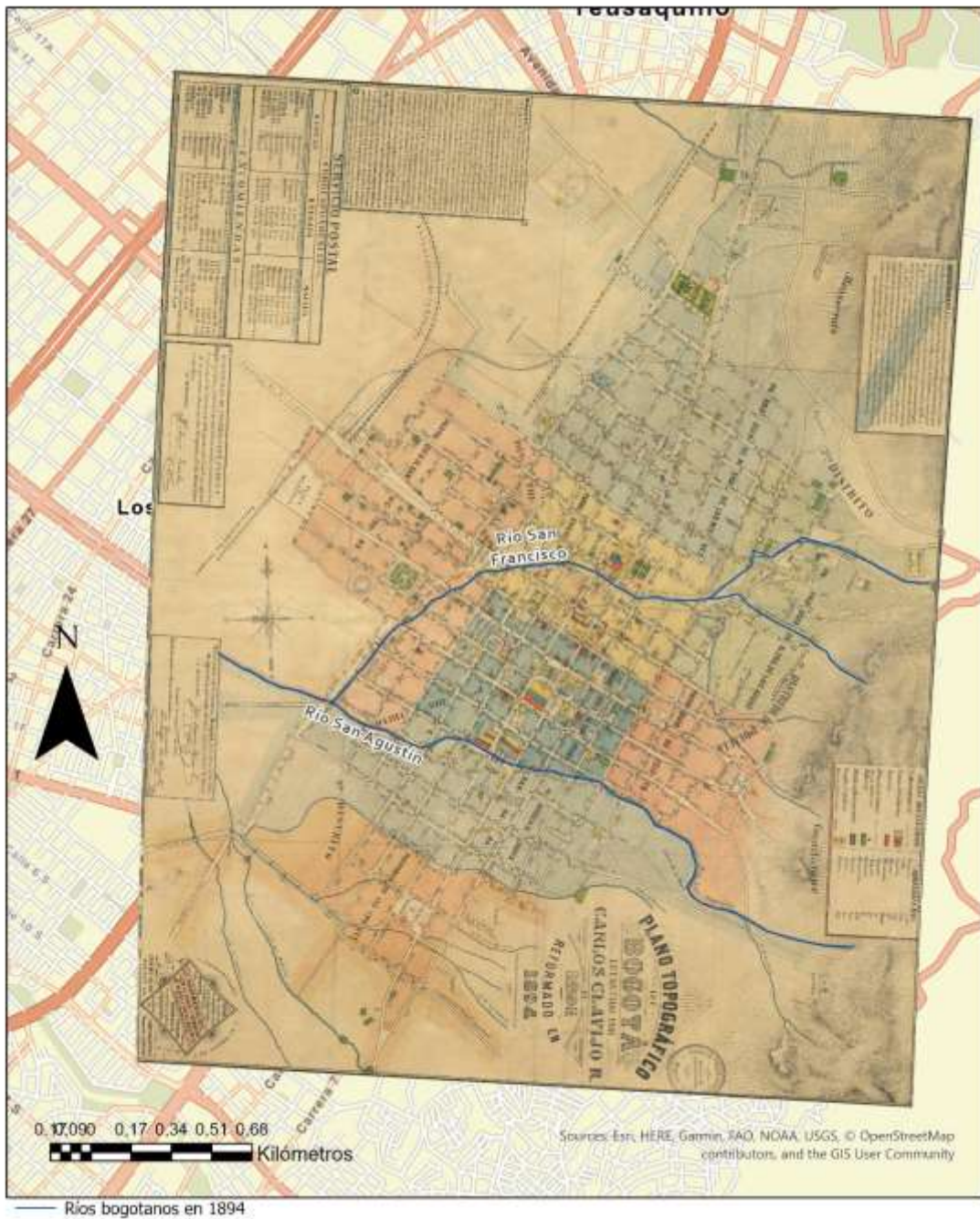
flujo de capitales luego del fin de la Guerra de los Mil días y la separación de Panamá en 1903 (F. Zambrano, 2007c).

**Imagen 3. Acequia central en una calle con pendiente en Bogotá 1886**



Fuente: Paredes 1886. Historia de Bogotá Tomo II - Siglo XIX. Villegas Editores. La imagen corresponde a lo que es hoy la calle 10.<sup>a</sup> entre carreras 6.<sup>a</sup> y 7.<sup>a</sup>.

**Mapa 1. Relaciones urbanas estrechas con los ríos San Francisco y San Agustín en Bogotá, 1894.**



Fuente: Plano Topográfico de Bogotá 1894, levantado por Carlos Clavijo. Georreferenciado por Luis Carlos Colón. Disponible en:

<http://mapwarper.net/maps/wms/9595?request=GetCapabilities&service=WMS&version=1.1.1>

La tensión demográfica y ambiental urbana del centro de la ciudad hizo que el espacio se hiciera insuficiente para albergar la gran masa de inmigrantes y nativos. Esta demanda de lugares de habitación impulsó la emergencia del alquiler de vivienda como un sector económico que empezó a transformar los espacios urbanos en Bogotá. El precio aumentó directamente con la alta demanda, por lo que vivir en las zonas céntricas se hizo cada vez más caro, condición que desplazó la población más pobre a la periferia urbana donde se asentaron en zonas desde entonces denominadas “arrabales” (Mejía Pavony, 1997, p. 380). De acuerdo con Vargas Lesmes y Zambrano (1998) estos nuevos espacios de habitar fueron creciendo hasta llegar a constituir el 61% del área urbana de la capital entre 1910 y 1930 (Vargas Lesmes & Zambrano, 1988, n. 31).

La introducción del servicio de transporte masivo de pasajeros, el Tranvía Municipal, en el año de 1884, permitió una vía de conexión del centro con el norte de del territorio sabanero y con ello la migración de las familias más acomodadas hacia esta zona, en las Haciendas de Chapinero, donde se fueron asentando, huyendo de las insalubres condiciones de hacinamiento del centro de la ciudad, este proceso se explica con más detalle en el capítulo 2.

El mercado de tierras y espacios de habitar caracterizó desde entonces la forma en la que se ocuparían los territorios en la ciudad, en un proceso que bien se puede entender a la luz de las elaboraciones de Lefebvre (1974:), se pasó de la producción económica en el espacio a la producción y constitución del mismo en relación con las necesidades de esta emergente fuerza económica (Lefebvre, 1974). En Bogotá esta forma de producción de espacios urbanos creó patrones de profundas desigualdades especialmente en la periferia o zonas de arrabales que se han sostenido en el tiempo.

Constituyendo zonas de riesgo social y ambiental, lejos del centro administrativo municipal y del norte opulento, los arrabales periféricos caracterizaron por las pésimas condiciones de higiene y falta de acceso a la sanidad básica, conformándose en focos enfermedad y de pestilencia atmosférica para la ciudad. Descritos como lugares oscuros, sin ventilación, agua ni excusados y además hacinados, se convirtieron en un importante problema para la administración municipal en las primeras décadas del siglo XX (Vargas Lesmes & Zambrano, 1988, n. 32).

Estos tugurios contruidos con materiales de reciclaje en improvisadas chozas de paja y piso en tierra eran focos de enfermedades epidémicas que aparecieron como consecuencia de sus malas

condiciones higiénicas. La Influenza o Gripe Española de 1918<sup>14</sup> que arrasó con estas zonas pobres fue la pandemia que puso de nuevo la mirada en relación con las malas condiciones sanitarias de los espacios periféricos en la ciudad, en especial del Paseo de Bolívar en la rivera del Río San Francisco que a pesar de los esfuerzos de saneamiento desde 1890 persistía como uno de los principales focos infecciosos en la ciudad (Durán Sánchez, 2006; Manrique, Martínez, Meléndez, & Ospina, 2009; F. Martínez, Manrique, & Meléndez, 2007).

**Imagen 4. Condiciones de vida en los arrabales: ilustración de una choza en El Paseo Bolívar, 1918.**



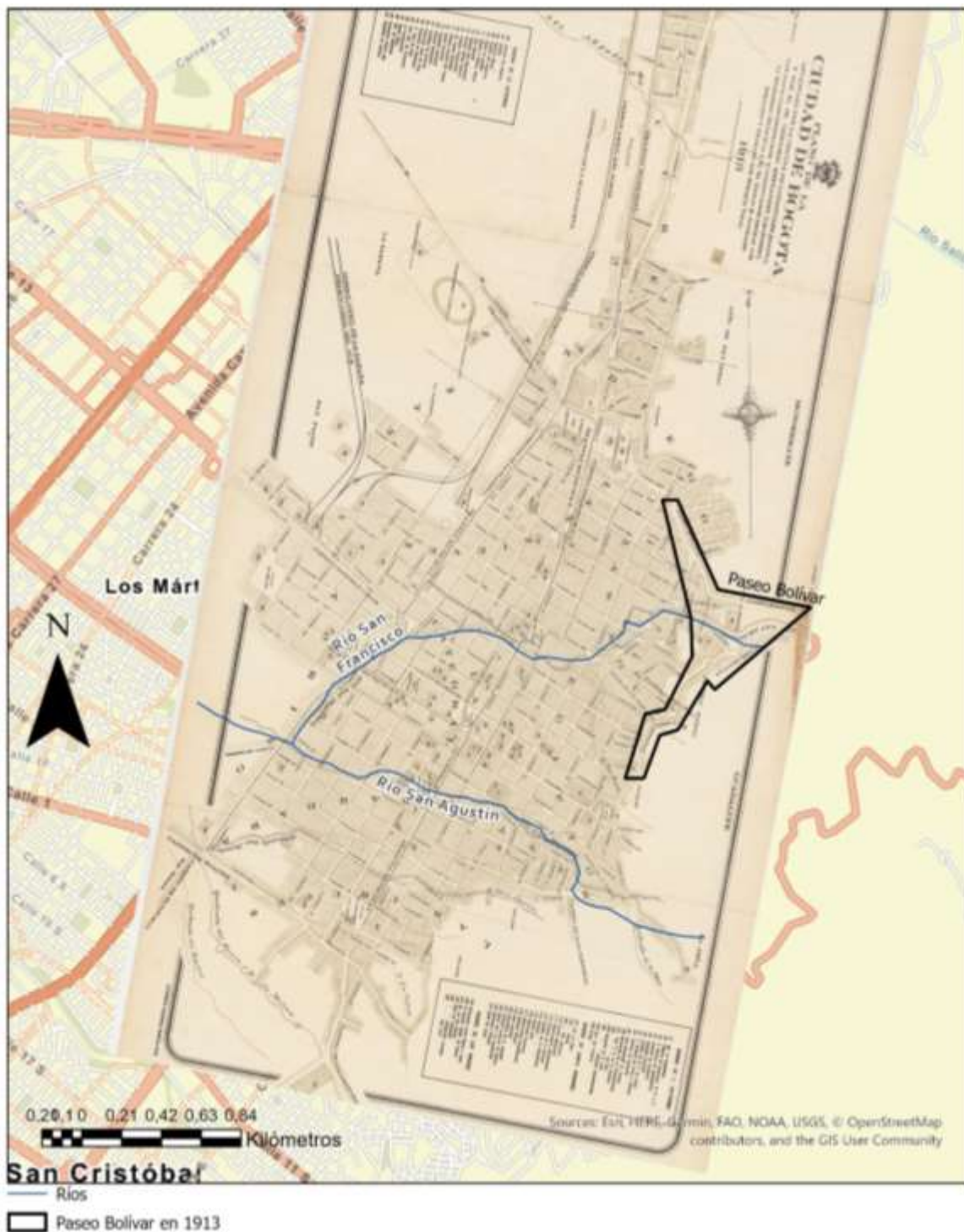
Fuente: Periódico El Cómic. Bogotá, noviembre 1918. Hemeroteca, Biblioteca Nacional.

---

<sup>14</sup> Para más información respecto esta epidemia en la ciudad, con detalle escribe Maria Fernanda Durán Sánchez (2006), en texto publicado por la Alcaldía Mayor de Bogotá: “La gripe española en Bogotá : la epidemia de 1918”. Bogotá: Secretaría General, Alcaldía Mayor de Bogotá D.C., Archivo de Bogotá. . Durante la pandemia de CoVID19, en abril y mayo 2020, el Museo de Bogotá publicó en la red Instagram una exposición digital colaborativa acerca de los efectos de la Gripe de 1918 en Bogotá leídos a través del lente de la pandemia en curso en ese momento por CoVID19. Ver Museo de Bogotá, <https://www.instagram.com/museodebogota/>, Bogotá 2020.



**Mapa 2. Área del Paseo de Bolívar en 1913**



Fuente: Elaboración propia sobre “Plano de la Ciudad de Bogotá 1913”, levantado por Enrique Vidal y georreferenciado por Luis Carlos Colón, disponible en:

<http://mapwarper.net/maps/wms/8296?request=GetCapabilities&service=WMS&version=1.1.1>

Para el pensamiento médico de la época era el aire el origen de estos problemas sanitarios, incluso el cólera se entendía como una enfermedad transmitida por emanaciones tóxicas que viajaban por la atmósfera y no por el agua. Henao (2018) menciona la defensa de esta explicación que hizo el químico higienista Max von Pettenkofer (1818-1901) en la Tercera Conferencia Sanitaria Internacional<sup>15</sup> en 1866. Allí relacionaba el origen de esta enfermedad bacilar, que ya había azotado la capital en la epidemia de mediados del siglo XIX<sup>16</sup>, con los olores provenientes de las aguas estancadas (Henao-Kaffure, 2018, p. 80). Limpiar el aire y evitar el contacto con estos efluvios miasmáticos era la forma de intervención más importante para proteger la salud, las acciones municipales debían orientarse en este sentido en la ciudad.

La epidemia de influenza de 1918 fue el detonante que impulsó una necesidad de cambio que se venía gestando desde mediados del siglo XIX en Bogotá. Se debían realizar intervenciones tendientes a producir espacios de habitar higiénicos y modernos en la ciudad (Gutiérrez, 2017, p. 50).

El agua, el suelo y el aire debían ser objetos de intervención para proteger la población de la toxicidad que se originaban en las zonas de asentamientos obreros, pero no solo había que transformar los entornos, también era necesario civilizar el pueblo, evitar el hacinamiento y la promiscuidad y promover una cultura mucho más cercana a los estilos de vida de los países europeos ejemplos a alcanzar de un modelo de modernidad en el siglo XIX (Elias, 2009; Gutiérrez, 2017; Noguera, 1998; E. Sánchez & Mejía, 2014).

Medidas basadas en el higienismo tendientes a contrarrestar las emanaciones miasmáticas como: ventilación, viviendas limpias y adecuadas estructuralmente para las clases obreras de la ciudad, canalización de las aguas negras y en general cambios en la fisonomía de la capital, fueron la

---

<sup>15</sup> Las Conferencias Sanitarias Internacionales se celebraron entre 1851-1938 y sirvieron como medio de divulgación para exponer las teorías de punta relacionadas con la explicación de enfermedades infecciosas epidémicas, entre ellas el cólera y la fiebre amarilla Mateos Jiménez, J. (2005). *Revista Española de Salud Pública*, 79(3), 339–349. [http://scielo.isciii.es/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1135-57272005000300003](http://scielo.isciii.es/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1135-57272005000300003)

<sup>16</sup> Como lo documenta Camacho Roldan en sus memorias: Camacho Roldan, S. (1923). *Memorias de Salvador Camacho Roldán* (1st ed.). Bogotá: Editorial Bedout. En: <http://babel.banrepcultural.org/cdm/ref/collection/p17054coll10/id/3166>

estrategia para mejorar las condiciones ambientales y transformar el aire oloroso en las primeras del siglo XX (Gutiérrez, 2011; Noguera, 1998).

Este proceso de transformación urbana y social higienista fue parte de una dinámica global que comenzó en Europa y Norteamérica desde las primeras décadas del siglo XIX. Las intervenciones de “saneamiento” de los espacios se convirtieron en la principal herramienta para la higiene pública en las ciudades. El *Sanitary movement* inglés, impulsado por Edwin Chadwick (1800 – 1890), hizo énfasis en la necesidad de “sanear” los espacios, donde los más pobres enfermaban y morían en relación con su estrecha relación cotidiana con los miasmas, presentes incluso en sus espacios de habitación. Al tiempo que transformaban los espacios, esta reforma ejerció también un papel moralizador orientado hacia el control social de la mano de obra funcional a las exigencias del modelo económico capitalista durante la primera Revolución Industrial (Ramos Gorostiza, 2014).

La pobreza extrema emergió como una causa de enfermedad por sí misma, tanto o más importante que las condiciones de salud individual o las relaciones con el ambiente, la desnutrición y la falta de vestido adecuado, en relación con la exposición a los rigores del clima, debilitaban el cuerpo y la mente predisponiendo a las personas a la enfermedad. Desde esta perspectiva, tanto erradicar la pobreza, civilizando y moralizando, como controlar las fuentes de emanaciones miasmáticas eran los objetivos claves de las intervenciones sanitarias. Estos dos problemas generaban riesgos para la salud de los pobres, que se expresaba en baja en la productividad industrial, pero más importante aún, desde la perspectiva de las élites ilustradas, era el riesgo que generaba este grupo poblacional: sucio y salvaje, para las clases acomodadas de las ciudades (Melosi, 2008, p. 41).

Las intervenciones higienistas en América Latina empezaron su real influencia transformadora casi un siglo después, entre 1910 y 1950, cuando se consolidó un modelo de atención sanitaria en el continente guiado por la injerencia de los Estados Unidos, país que, más allá de un proyecto imperialista, que claramente existía, propuso un modelo sanitario que fue adoptando en diferente grado en cada Estado de acuerdo con los juegos de poder entre el país del norte y actores locales<sup>17</sup>

---

<sup>17</sup> “the history of national and international public health in Latin America and the Caribbean in the first half of the twentieth century must be understood as a reciprocally defining and creative engagement between a variety of U.S. imperial and local national actors, both state and non-state. Moreover, by the beginning of the

(Cueto & Palmer, 2014, p. 107). Armus (2007) nos recuerda como en Buenos Aires (Argentina), desde el último tercio del siglo XIX, los conceptos de “multitud”, “orden” y “bienestar”, empezaron a permear los discursos de la regeneración y degeneración de los tomadores de decisiones en la agenda pública de las políticas urbanas, intentando abordar desde ellos los problemas sanitarios y ambientales de la ciudad a través de una higiene importada. La higiene se consolidó como la principal consejera y punto de partida para valorar, intervenir y transformar la salud de los colectivos humanos en búsqueda de las ciudades soñadas, prometidas en los discursos del progreso y modernidad (Armus, 2007).

Este pensamiento higienista empezó a permear las políticas públicas de salud en Bogotá, de la mano de la élite ilustrada de médicos formados en Europa y Estados Unidos. Las acciones higienistas se blandieron, cual espada, como las herramientas necesarias para alcanzar la anhelada modernidad y al mismo tiempo traían consigo una importante acción moralizadora para la sociedad, como lo refiere Gutiérrez (2017):

“...en la mayoría de los países latinoamericanos de la primera mitad del siglo XX la higiene se convirtió en la herramienta más importante para “regenerar” el pueblo que se creía degenerado. Este pueblo, al que se referían en el discurso público de los intelectuales de élite sobre la higiene, estaba formado particularmente por las clases bajas de las ciudades, quienes usualmente vivían en condiciones reprobables” (Gutiérrez, 2017, p. 31).

La suciedad, el desorden y la falta de civilización fueron los objetivos a combatir a través de actividades higienizantes. Para ello se propusieron acciones transformadoras de los espacios, las personas y las instituciones, empezando por la creación de la Junta Central de Higiene en 1886 encargada de comandar actividades higienistas durante más de medio siglo hasta que fue sustituida por el Ministerio de Salud Pública en 1953 (Gutiérrez, 2011). En Bogotá, la Junta de Saneamiento, fue la entidad municipal que representaría a la Junta Central desde 1919 y sería la encargada de guiar

---

twentieth century, Latin American medicine was an active participant in the international circulation of people, ideas, and biological products that was essential for the validation of modern Western medicine. Overall, this engagement was an expansive interaction whose regional peculiarities generated large parts of the blueprint for an international and multilateral world health universe for the second half of the twentieth century and beyond” (Cueto & Palmer, 2014).

sus propuestas orientadas hacia: dar acceso al acueducto, alcantarillado e intervención en lugares de habitación antihigiénicos en la capital (Gutiérrez, 2017, p. 54).

El agua de la ciudad fue la primera en ser intervenida, las primeras obras de infraestructura higiénica sobre los ríos fueron propuestas como una necesidad en la vía hacia el progreso y modernidad. La canalización de los ríos San Francisco y San Agustín, se soportaron en gran parte en la necesidad de saneamiento de espacios potencialmente infecciosos, de acuerdo con Atuesta (2011) para 1915 sus cauces servían de botaderos de basuras y recolectores de materias fecales, lo que hacía que "...sus aguas [circularan] en corrientes malolientes cargadas de enfermedades por toda la ciudad" (Atuesta, 2011). El primero en ser intervenido fue el río San Francisco, cuyo proceso de canalización desde 1915 escondió esa naturaleza incomoda, contaminada y miasmática bajo tierra y, al mismo tiempo permitió la producción de un moderno espacio urbano sobre ella con la construcción de la nueva Avenida Jiménez (Atuesta, 2011).

Las intervenciones en el manejo de las aguas de drenaje limpiaron la atmósfera de malos olores en las zonas cercanas al cauce de los ríos contaminados, y con esto, el foco de acción se centró en la necesidad transformar las zonas periurbanas, infectadas e infecciosas, que ponían en peligro sanitario el resto de la ciudad. El Paseo de Bolívar en el oriente, el Carmelo en el occidente alrededor de la cuenca del Río Arzobispo y los asentamientos en la falda de la montaña en Chapinero construidos en zonas periféricas de la quebrada las Delicias, fueron algunos de los lugares donde las deficientes condiciones de vida de quienes allí habitaban generaban un ambiente riesgoso para su salud y para el resto de la ciudad (Noguera, 1998; Rodríguez Leuro, 2013, p. 20).

La epidemiología aplicada en estos territorios justificó la intervención allí: datos reportados por la Junta de Central de Higiene y publicados por el periódico El Tiempo en diciembre de 1918, pusieron en manifiesto las estadísticas de mortalidad en el centro oriente de la capital: Paseo Bolívar, las Cruces, Egipto y San Diego, durante 1916 (Tabla 2). Los números comprobaban la alta incidencia de enfermedades infecciosas y motivaban las preocupaciones municipales al respecto.

**Tabla 2. Mortalidad en el centro oriente de Bogotá entre marzo y agosto de 1916.**

Causas de muerte	Casos nuevos en la zona
Neumonía	65%
Viruela	100%
Difteria	100%
Disentería	64%

Fuente: Elaboración propia con base datos de Bejarano, publicados en el periódico

El Tiempo, en diciembre 4 de 1918,

<https://news.google.com/newspapers?nid=1706&dat=19181204&id=Sc0dAAAAIBAJ&sjid=JKUEAAAAIBAJ&pg=655,3925814> .

De acuerdo con el pensamiento médico de la época, toda la mortalidad en este sector se relacionaba con la exposición a los miasmas presentes en el aire contaminado. Diarreas y neumonías compartían los primeros lugares como las principales causas de muerte, seguidas por epidemias repetidas de viruela que fueron favorecidas en su proceso de dispersión por las condiciones de hacinamiento humano y la exposición ambiental a los hedores (EL Tiempo, 1918).

En el mismo sentido, la tuberculosis (TBC), otro de los flagelos que atormentó la capital del país a principios del siglo XX, produjo mortalidades tan altas en la ciudad que logró posicionarse en la cima de las estadísticas mundiales, como afirmaba el médico y columnista Jorge Bejarano<sup>18</sup> para el periódico El Tiempo en 1921. De acuerdo con este autor Bogotá tuvo tasas de mortalidad por 1000 habitantes de hasta 326, en los últimos años de la década entre 1910 y 1920, en comparación con 3,6 a 5,8 muertos en ciudades como París, Londres y Madrid (Bejarano, 1921).

Para el médico Bejarano las terribles condiciones ambientales que permitían la expansión de la TBC en Bogotá eran evidentes en los barrios obreros del nor-oriente de la capital: La Perseverancia,

---

<sup>18</sup> El médico Jorge Bejarano ejerció como el primer ministro de Higiene en Colombia en el periodo entre 1946 y 1947, además de ser un importante ideólogo y político liberal. Para profundizar se puede consultar a Ospina Ortiz (2012) en: Jorge Bejarano: un intelectual orgánico del Partido Liberal 1888-1966 (Universidad Nacional de Colombia Facultad). <http://bdigital.unal.edu.co/8024/1/468418.2012.pdf>

Loyola, San Martín y Lourdes, trabajadores, en especial de la industria cervecera, habitaban en casuchas antihigiénicas sin circulación de aire al interior, mal ventiladas y sin árboles que limpiaran la atmósfera, condición que convertía estos espacios en focos para la infección con el bacilo de Koch<sup>19</sup>.

Para Bejarano la solución desde la perspectiva higienista estaba clara:

“Consúltense todos los higienistas modernos y veráse que todos reclaman en la profilaxis y lucha contra la tuberculosis, aire, y más aire, sol y más sol, aire donde se duerme, aire donde se divierte y aire donde se trabaja<sup>20</sup>”  
(Bejarano,1921)

Las condiciones antihigiénicas de las zona centro y nor oriental de la ciudad eran susceptibles de transmitirse al resto de la ciudad ya fuera por la acción del viento que arrastraba desde las montañas los miasmas y los llevaba hacia el occidente o por la acción de las lluvias, cuando el agua bajaba llena de inmundicia que anegaba las zonas bajas con sus pestes (Colón, 2005).

El aire en la ciudad reflejaba entonces, como imagen en espejo, lo que estaba ocurriendo en su territorio: estaba cargado de pestes en el centro y nor oriente, y era; limpio y claro en las zonas del extremo norte, en el nuevo barrio de Chapinero donde se exiliaron quienes podían huir de la influencia de la inmundicia de la urbe.

Estas malas condiciones sanitarias impulsaron desde principios del siglo XX una necesidad imperiosa de transformación urbana, planes de organización de los espacios que buscaban lograr las metas higiénicas propuestas por las élites ilustradas: 1. higienizar los entornos malsanos, 2. expandir el área urbana de la capital del país, más allá de las fronteras naturales que la contenían, 3. eliminar los problemas de hacinamiento y 4. impulsar la economía a través del músculo de la construcción y el negocio de la tierra. La ciudad inició entonces el tránsito por esta vía de cambios que la llevaría a construir una ciudad y un aire modernos.

---

<sup>19</sup> Bacilo, bacteria en forma alargada, agente causal de la Tuberculosis.

<sup>20</sup> Jorge Bejarano en El Tiempo, septiembre 16 de 1921, página 2.

### **1.3 Del higienismo al orden sanitarista: segregación y exposición desigual a riesgos ambientales.**

Modernizar la ciudad, desde una perspectiva higienista urbana y además sociocultural, permitiría sanear sus espacios disminuyendo el riesgo ambiental que se originaba en las zonas de pobreza; modernizarla arquitectónicamente significaría, de acuerdo con Saldarriaga (2006) cumplir con estándares de infraestructura que permitieran al territorio adquirir la categoría de “moderna” (Saldarriaga Roa, 2006, p. 12):

1. Creando una infraestructura sólida de servicios públicos: agua, energía y teléfonos.
2. Proveyendo de una red de vías principales y secundarias a la ciudad según consideraciones funcionales y técnicas.
3. Haciendo extensivo el uso de sistemas de transporte público y privado que permitan movilizar gran cantidad de población.
4. Garantizando que el área urbana se estructurara de acuerdo con principios del urbanismo moderno (ciudad-jardín, unidades vecinales o supermanzanas).
5. Proveyendo espacios para la reunión masiva de personas, en el denominado “espacio público”.
6. Usando técnicas de construcción avanzadas, apoyadas por la industrial especializada

Así pues, la Bogotá hacinada de principios del siglo XX empezó un proceso de transformación y expansión, produciendo renovados espacios de habitar que tuvieron un claro eje sur/norte. Hacia el norte se asentaron quienes tuvieron la posibilidad económica de hacerlo, en áreas con claros privilegios ambientales y, hacia el sur, se iniciaría la construcción de barrios obreros higiénicos y organizados, para albergar la creciente población de trabajadores en la capital, en zonas antes no tenidas en cuenta como posibles ejes de expansión urbana por sus condiciones inundables (Moreno, 2016; Rodríguez Leuro, 2013).

Los emplazamientos humanos enfermos fueron literalmente destruidos con lo que el aire nocivo que se respiraba allí fue limpiado y desodorizado, reubicando las personas que los habitaban en los nuevos barrios obreros. A pesar de los esfuerzos municipales, estas acciones fueron sistemáticamente



insuficientes puesto que las condiciones de hacinamiento y falta de higiene se mantuvieron, trasladándose a nuevos espacios de arrabales, lugares donde se instalaron de nuevo los malos olores y atmósferas enrarecidas (Mejía Pavony, 1997).

Las propuestas de transformación modernizante urbana buscaban estandarizar condiciones sanitarias mínimas para la construcción de las nuevas habitaciones obreras desde posturas higienistas. El acceso a un aire de calidad sirvió como un eje organizador del espacio urbano, conservando aun el influjo de teorías miasmática en la toma de decisiones municipales para principios del siglo XX (Colón, 2005).

Las primeras experiencias de transformaciones territoriales, para construir vivienda digna, fueron de origen privado: de la iglesia y de benefactores filantrópicos de la industria. El barrio Villa Javier (1913) en el sur oriente de la ciudad fue el modelo piloto de un barrio obrero construido en la ciudad con el dinero de la Iglesia Católica (Cotrino, 2007; Moreno, 2016).

En el nor-oriente, entre las actuales calles 26 y 34, y entre carreras 5<sup>a</sup> y 3<sup>a</sup>, los cambios vinieron de la mano de la inversión económica, por parte de Leo S. Kopp (1858 – 1927) empresario fundador de la industria cervecera “Bavaria” y de la fábrica de vidrios “Fenicia”, quién apoyó la compra y construcción de vivienda libre en esta zona, el barrio La Perseverancia (1902), en beneficio de los trabajadores de sus empresas (Bavaria, 2018; M. E. Martínez, 2001).

Con este impulso económico, de acuerdo con Colón Llamas (2018), en la capital del país se construyeron 2800 hectáreas en las primeras cuatro décadas del siglo XX, cifra que triplicó el área de la ciudad existente en 1914, que era apenas de 800 hectáreas. Para llegar a esta cifra se ocuparon las zonas rurales del occidente de la ciudad, en terrenos que ya venían adelantando procesos legales y administrativos de desamortización para ser usados en el rentable negocio del mercado de tierras (Colón Llamas, 2019).

**Imagen 5. Chimeneas de la empresa Bavaria en 1922. Centro del Bogotá.**



Fuente: Archivo de Bogotá, citado en periódico El Espectador “¿Por qué el río Bogotá se convirtió en una cloaca en tan poco tiempo?” disponible en: <https://blogs.elspectador.com/actualidad/el-rio/rio-bogota-se-convirtio-una-cloaca-tan-poco-tiempo>

Estas zonas hacia el occidente se consolidaron como la mejor y más barata opción de expansión urbana obrera. Las características ecosistémicas disímiles entre las diferentes zonas de la capital fueron claves para elegir estos sitios para urbanizar la ciudad, y al mismo tiempo serían fundamentales en la determinación del perfil socio demográfico de quienes allí se asentarían.

**Tabla 3. Zonificación socioambiental de Bogotá, en la primera mitad del siglo XX.**

Zona de la ciudad	Características del terreno
Cerros sur orientales	Zonas de explotación de piedra  Areneras.  Minas de carbón y chircales (fabricación de ladrillos y tejas).  Madera de los cerros.
Carrera 7 y el ferrocarril del Norte (Av. Caracas)	Topografía suave, fácil drenaje de aguas lluvias.  Fácil comunicación con el centro de la ciudad.  Cercana a las fuentes de agua de los cerros orientales.  Cercana a la red de acueducto.
Zona al occidente	Anegadiza.  Zonas pantanosas.  Humedales.  Uso agropecuario.  Recoge las aguas, ya para principios del siglo XX contaminadas, del Río Arzobispo.

Fuente: elaboración propia con base en Luis Carlos Colón (2019). Crecimiento urbano y mercado de tierras en Bogotá, 1914-1944. Territorios, 0(40), 119.

<https://doi.org/10.12804/revistas.urosario.edu.co/territorios/a.6530>

De acuerdo con los datos presentados en la Tabla 3, los terrenos de la capital determinaron su valor por las características ecosistémicas que tenían, valoración que sirvió como sustento para procesos

de segregación socioeconómica y ambiental en la ciudad relacionados con el costo de la tierra. La población se asentó desde entonces según sus posibilidades económicas de compra de vivienda generando patrones de separación de clases sociales, produciendo espacios de habitar de acuerdo con sus ingresos y asumiendo la exposición diferenciada a riesgos ambientales (Castro Benavides, 2015).

Es así como hacia el sur en la falda de los cerros, ascendiendo hacia la montaña, lugar donde se explotaban canteras de arcilla que, en artesanales chircales, se convertía en ladrillos y tejas desde la Colonia, se dio el poblamiento por parte de familias pobres, desplazados del campo en su mayoría, que buscaban trabajo en esta industria. La historia de los Chircales en Bogotá como fuente de materiales para la construcción y como lugar de problemáticas sociales y territoriales es bien conocida y estudiada<sup>21</sup>. Los procesos sociales y ambientales que se desarrollaron allí llevaron al cierre definitivo de su operación a finales del siglo XX, en la depredación ecológica del territorio - montaña y cobertura vegetal- y la contaminación del aire por los desechos emitidos en las chimeneas de sus hornos de producción, ahondar en esta perspectiva, de emisiones por consumo de biomasa, no hace parte de este trabajo y sería una importante fuente de investigación futura, por ejemplo en desde la perspectiva metabólica histórico ambiental de la ciudad (Redacción El Tiempo, 2002).

Esta industria fue muy próspera durante la transformación urbana iniciada en los años 20's, proveyendo la ciudad de ladrillo y tejas artesanales, razón por la que se mantuvo en el tiempo a pesar de las conocidas formas de dominación económica y explotación humana evidentes en su proceso de producción (El Tiempo, 1925).

---

<sup>21</sup> Marta Rodríguez y Jorge Silva narran la historia de la Familia Castañeda, en el documental Chircales desde una perspectiva antropológica. Rodríguez y Silva (1972). "Chircales". Documental. Bogotá, Colombia.

**Imagen 6. Materialidad para el desarrollo urbano en Bogotá: el negocio de los chircales en 1925.**



Fuente: periódico El Tiempo, diciembre 6 de 1925.

Hacia el occidente, variadas experiencias de urbanizadores particulares empezaron a darle forma a la ciudad de forma espontánea en estas décadas, sin ejercer, sin embargo, el impacto significativo que se alcanzó después de la cuarta década del siglo XX. De acuerdo con Colón Llamas (2019), tan solo 756 viviendas se construyeron de manos del estado hasta 1942, cifra escasa para la gran demanda que estaba atravesando la ciudad, los terrenos inundables de los ejidos de occidente<sup>22</sup> se posicionaron como las zonas requeridas para la expansión de la capital desde entonces (Colón Llamas, 2019; Farfán Rodríguez, 2018).

Estos terrenos, que habían sido utilizados hasta las primeras décadas del siglo XX con una finalidad básicamente extractiva (ganado y agricultura), además de la industrial incipiente, sirvieron de asentamiento humano en masa desde la década de los 50's. El bajo precio de la tierra se soportaba en riesgos ambientales que debían enfrentar quienes llegaron a habitar esta zona: anegamiento periódico y presencia de aguas estancadas en forma de humedales, que se traducían en una mala calidad del agua y aire malsano.

<sup>22</sup> De acuerdo con Farfán (2018) los ejidos -zonas fuera del perímetro urbano- de occidente eran territorios destinados desde la Colonia para el pastoreo y tenencia de animales, siendo 746 hectáreas adjudicadas desde 1571 a títulos de propiedad para la iglesia y algunos hacendados criollos que las arrendaban para usos económicos. “Del ejido a la urbanización Transiciones socio-espaciales”. [http://bdigital.unal.edu.co/64795/1/DEL\\_EJIDO\\_A\\_LA\\_URBANIZACION\\_John\\_Farfán.pdf](http://bdigital.unal.edu.co/64795/1/DEL_EJIDO_A_LA_URBANIZACION_John_Farfán.pdf)

Poca atención se les prestó a estos riegos entonces y la expansión de la ciudad hacia el occidente abrió la posibilidad a la construcción en masa, permitiendo la transformación de los espacios rurales en viviendas y, con ello, transformando la atmósfera local campesina en una nueva, urbana.

Fundamentados en la necesidad de darle orden a la ciudad en expansión se propusieron planes estructurados que contaban con el apoyo estatal y consultores internacionales. Con ellos se inició el proceso de construcción de una ciudad “normal”, planeada, organizada y conectada a los servicios públicos; esta Bogotá sería construida con estándares de higiene, transporte y espacio público según el pensamiento arquitectónico de la modernidad (Saldarriaga Roa, 2006, p. 25). En la periferia en cambio, proliferarían barrios “subnormales”, carentes de todas estas modernas características urbanas y plagados de necesidades, hambre y pobreza (Camargo & Hurtado, 2013).

Ninguno de los planes de transformación urbana se desarrolló por completo, todos dejaron huellas en distintos aspectos del territorio de la ciudad <sup>23</sup>. El proceso de asentamiento de los más pobres se centró en la construcción de barrios especiales para vivienda de obreros; el primero construido por acción municipal y con dineros estatales fue el barrio Centenario en 1938 ubicado en el sur de la ciudad, de acuerdo con la propuesta por Karl Brunner en el Plan-Modelo para Barrios Obreros desarrollado de 1935 (Maya, 2004).

---

<sup>23</sup> Karl Brunner (1887 -1960) quien lideraría la transformación urbana entre 1933 y 1944, propuso zonificar la ciudad de acuerdo con el uso de la tierra, construir y planear barrios para obreros, implementar la conexión de la red de alcantarillado, la canalización de los ríos San Agustín y San Francisco, la instalación de sanitarios públicos, hornos crematorios para basuras, el diseño del cementerio del Sur, el Saneamiento del Paseo Bolívar y la ampliación de las Avenidas Jiménez y Caracas (Arango López, 2018; Maya, 2004). Luego de Brunner LeCorbusier (1887-1965) propondría un plan piloto que centró en la búsqueda de un eje de articulación urbana en el centro de la ciudad, con altas densidades demográficas intermediadas por áreas de espacio verde libres. El plan piloto buscaba crear espacios llenos de aire limpio, que contaran con ventilación, iluminación y conectividad adecuadas a los planteamientos estéticos y funcionales del arquitecto suizo (Meléndez Álvarez, 2012).

El centro cívico, localizado en el centro-oriente llegaría a tener densidades poblacionales hasta de 350 habitantes/hectárea, que se harían menores en la periferia, allí se concentrarían también la mayoría de las ofertas de servicios y las oficinas del Estado. La ciudad, de acuerdo con estos planteamientos tendría como frontera al occidente a la actual carrera treinta, por donde se orientaría especialmente el transporte de carga (Meléndez Álvarez, 2012).

Estos espacios renovados transformaron el enfermizo aspecto de las invasiones periféricas de principios de siglo, y cambiaron la forma de habitar: limpiando la tierra, dando acceso a agua potable y alcantarillado, con ello al mismo tiempo, limpiando la atmósfera de los malos olores. Al mismo tiempo en el norte y nor oriente otra ciudad se construía, en las antiguas haciendas de Chapinero, alrededor de la Avenida del Ferrocarril, nuevos barrios para personas acomodadas: Santa Teresita, Teusaquillo, Palermo y La Magdalena, como ejemplos de estructuras habitacionales modernas, de lujo, para este grupo poblacional en la Bogotá de principios de siglo (Cortés, 2007). El patrón de exposición a riesgos ambientales, entre el sur y el norte de la ciudad se marcaría desde entonces, con una amplia desventaja para las zonas al sur de la ciudad.

Con el apoyo de entidades financieras<sup>24</sup> que se encargaban de ejecutar proyectos de construcción de vivienda, como en el caso de la Caja de Vivienda Popular (CVP) se desarrolló el que sería el ícono de la vivienda obrera de la emergente clase media, entre los años 40's y 60's en la capital: el Barrio Modelo del Norte (Amézquita, 2007; Pecha Quimbay, 2011).

Este último ubicado entre las actuales calles 66 y 68 entre las carreras 42 y 46, en una pequeña parte de la gran Hacienda El Salitre, se proyectó como la solución con distintas opciones de unidades habitacionales para ciudadanos con diferentes capacidades de pago. Diseñado de acuerdo con las perspectivas de urbanización europea planteadas por Karl Brunner, su construcción tardó 16 años entre 1943 y 1959 (Pecha Quimbay, 2011, p. 118).

Esta estructura urbana se consolidó como el mejor ejemplo de un espacio bien planeado, con servicios comunales y viviendas que garantizaban tener condiciones de privacidad e higiene para sus habitantes, y era también considerado como un modelo de sociedad y de ciudad bajo la tutela del Municipio y la bendición de la Iglesia Católica (Pecha Quimbay, 2011, p. 130).

---

<sup>24</sup> La explosión de oferta de vivienda nueva abrió el camino para que entidades estatales asumieran las necesidades de crédito para adquirir los inmuebles ofertados en la capital; aparecieron para ello el Banco Central Hipotecario BCH (1932), el Instituto de Crédito Territorial ICT (1939) y la Caja de Vivienda Popular (CVP en adelante) (1942). Cortés, R. (2007). "Del urbanismo a la planeación en Bogotá 1900-1990 esquema inicial y materiales para pensar la trama de un relato". *Bitácora Urbano-Territorial*, 11(11), 160-207. <http://www.revistas.unal.edu.co/index.php/bitacora/article/viewFile/18636/19532>

El proceso de construcción del Modelo del Norte sirve de ejemplo para comprender cómo las necesidades de materiales para construcción de la ciudad “normal” mejoraron las condiciones del hábitat, el ambiente y la atmósfera en la capital, por otra parte, generaron un riesgo en otras zonas urbanas y municipios vecinos de la Sabana circundante.

Al inicio de la obra, los 40s´, las empresas adjudicadas para la construcción del barrio tenían como obligación comprar los materiales de construcción a la CVP, entidad que contaba con un gran centro de acopio y producción en el sur occidente de la ciudad, en el denominado *Tejar primero de mayo*, ubicado en lo que es hoy la calle 22 sur con avenida 68. Allí se almacenaban los materiales que se traían de municipios vecinos y se inició la producción de ladrillos recocidos y tejas para el consumo de la entidad desde 1943 (Pecha Quimbay, 2011, p. 125).

El *Tejar primero de mayo*, estaba ubicado en una zona deshabitada para los años 40, en región periférica occidental, lugar que para entonces era el mejor sitio para el desarrollo industrial de la capital. Allí, de acuerdo con la propuesta de zonificación urbana de LeCorbusier de 1951, se destinaría un área para la instalación de pequeñas empresas manufactureras, que estarían cercanas a las vías férreas y el Camino de Occidente en lo que sería la localidad industrial de Puente Aranda (Acebedo, 2006, p. 39).

En la revisión del Fondo de la CVP, en el Archivo de Bogotá se encontraron documentos de órdenes de ingreso y egreso de materiales del *Tejar primero de mayo*, que muestran la actividad y el tipo de insumos utilizados para la construcción del barrio Modelo del Norte y también de otras estructuras urbanas: remodelación de la Plaza de Toros la Santamaría en 1944 y el barrio Los Laches, en el centro oriente, en 1965.

La Tabla 4, construida a partir de estas fuentes, muestra las cantidades de materiales y destinos donde serían despachados los materiales entre 1943 y 1961.



**Tabla 4. Movimiento de inventarios en el centro de acopio de materiales “Tejar Primero de Mayo”, 1943 – 1965.**

Fecha	Material	Cantidades	Comentarios
25 octubre de 1943	Ladrillo recocido	2500 un.	Sin dato.
6 noviembre de 1944	Teja Doble canal	2000 un.	Despachado a: Calle 9a # 25 – 39 (Ricaurte)
7 noviembre de 1944	Ladrillos cocidos	10000 un.	Plaza de toros
11 octubre de 1949	Ladrillos cocidos	25000 un.	Barrio popular del norte (obra de la caja)
	Tejas planas de 1”	10000 un.	
	Teja canal maestra	500 un.	
	Caballetes	500 un.	
24 julio de 1951	Tejas planas de 1”	4200 un.	Barrio popular del norte (obra de la caja)
	Caballetes de 1”	170 un.	
25 enero de 1954	Ladrillos cocidos	15000 un.	Barrio popular del norte (obra de la caja)
24 enero de 1958	Cemento gris	1 ½ ton.	Solar calle 20 sur carrera 22 y 22 a
	Ladrillos cocidos	11000 un.	
22 febrero de 1958	Ladrillo cocido	5000 un.	Barrio modelo del norte (obra de la caja)
	Tejas Eternit	45 un.	

1 febrero 1965	Ladrillos	5000 un.	Urbanización los Laches
	Tejas Eternit	30 un.	
24 mayo de 1965	Tejas Eternit #6 (1.80 m)	140 un.	Urbanización los Laches
	Tejas Eternit #5 (1.50 m)	100 un.	
	Hierro ¼ “ (Kg)	100 kg.	

Fuente: elaboración propia con base en datos consultados en el Fondo CVP del Archivo de Bogotá.

Dentro de los materiales se encontraba el cemento gris, que se compraba a la compañía Cementos Samper, empresa que desde principios del siglo XX inició su posicionamiento como la mayor proveedora de este insumo para la construcción en la ciudad (Fondo CVP, 1942; Pecha Quimbay, 2011, p. 58). Su planta principal de producción estaba ubicada en la vereda La Siberia, muy cerca al páramo de Chingaza en el municipio de la Calera en el nor-orienté de la capital. Allí, desde finales del siglo XIX se inició la extracción de piedra caliza a cielo abierto para producir cemento (Silva, 2016).

El cemento de Samper permitió la construcción de una Bogotá moderna, con un aire limpio, pero al mismo tiempo, generó un impacto negativo en la montaña del páramo de Chingaza por los más de 60 años de funcionamiento allí de esta industria. El periodista Alejandro Silva, recogiendo testimonios de guías del páramo y residentes del municipio de la Calera, describe así los efectos en el aire de la cementera en artículo publicado en el periódico el Espectador en el año 2016:

“Las emisiones de monóxido de carbono, de azufre, el dióxido de azufre, y otras partículas contaminan el aire debido a sus propiedades químicas. Muchos animales del páramo, así como el ganado, tuvieron problemas respiratorios y murieron. Los trabajadores y los calerunos también sufrieron de la respiración, algunos tuvieron enfermedades respiratorias, el aire puro que bajaba del páramo ya no era el mismo”(Silva, 2016)

El impacto de esta cementera se mantuvo hasta finales de los años 90 cuando las presiones de las instituciones ambientales, en especial del Instituto Nacional de los Recursos Naturales Renovables y del Ambiente (INDERENA) obligó a su cierre por el impacto negativo a la población cercana a la

mina y por el daño al ecosistema de páramo vital para el suministro del agua a Bogotá (Valenzuela, 2013).

De la misma manera en que aumentó la demanda del cemento, la CVP requirió de materiales terminados, en especial tejas y tubería, como insumo para sus proyectos, fabricadas por la empresa ETERNIT. Estos materiales, elaborados con fibrocemento, se componían en especial de asbesto crisotilo<sup>25</sup>(Kazan-Allen, 2012). Su producción se realiza, desde 1942 y hasta la fecha, en la Sabana de Bogotá hacia el sur en una gran planta, en el municipio de Sibaté. Para la década de los Cincuenta del siglo XX, el 60% de las tuberías de la ciudad era de la empresa ETERNIT, a la que se sumaba la gran demanda de las tejas onduladas para la cubierta de unidades habitacionales y empresas (Eternit, 2015; Mayorga, 2010).

ETERNIT es una compañía tristemente célebre por el gran impacto sanitario del asbesto crisotilo utilizado en la producción de sus materiales; este afecta en primer lugar a los trabajadores ocupados en la planta de producción, y en segundo lugar a los habitantes de las zonas cercanas a la fábrica, donde el aire está lleno de las microfibras de asbesto. Para el 2019 el uso de asbesto estaba prohibido en la mayoría de los países desarrollados del mundo y, luego de una batalla legal y política de muchos años, también en Colombia se lograba la aprobación de la Ley 1968 de 2019 que prohíbe el uso, aunque no la comercialización de asbesto en el país (Redacción Económica El Espectador, 2019).

Con tejas y tuberías de fibrocemento instaladas en los barrios obreros de la capital, los impactos a largo plazo de este material en sus habitantes no se han estudiado, a pesar de la evidencia reciente de exposición humana relacionada con el desgaste natural de los materiales que liberan fibras en la atmósfera. La presencia de cualquier concentración de fibras por metro cúbico de aire es perjudicial para la salud humana, no existe concentración de este contaminante en el aire que no genere riesgo de enfermedad. En cambio, en Sibaté, Ramos- Bonilla y sus colaboradores (2019) encontraron incidencias de Mesotelioma pleural por encima de 2,6 por 100.000 habitantes, cifra que supera

---

<sup>25</sup> El asbesto es un grupo de minerales no metálicos incombustibles, fibrosos, muy utilizados en la industria por ser altamente resistentes a la degradación físico-química, además de tener muy baja conductividad térmica y aislamiento acústico. De las fibras, la más utilizada es el crisotilo. La exposición al asbesto está demostrada, desde principios del siglo XX, como generadora de enfermedad, en especial de patologías pulmonares como el mesotelioma. Kazan-Allen, L. (2011). Ban Asbestos Phenomenon: The Winds of Change. *NEW SOLUTIONS: A Journal of Environmental and Occupational Health Policy*, 21(4), 629–636. <https://doi.org/10.2190/NS.21.4.j>.

significativamente el promedio de las ciudades capitales del país que se encuentra entre 0,2 a 0,4 por 100.000 habitantes demostrando la relación entre este tipo de cáncer con la exposición ocupacional y ambiental al asbesto (Ramos-Bonilla et al., 2019).

La gravilla y arena de río, material necesario para la construcción de estructuras con cemento, de acuerdo con Sánchez (2012) se relacionó con impactos ambientales y sociales en las regiones del sur de la ciudad, específicamente en la cuenca del río Tunjuelo. La extracción de gravas en estos territorios, de abundancia garantizada por las dinámicas ecológicas del río, explican también procesos de segregación socio-espacial que desde las primeras décadas del siglo XX se consolidaron alrededor de su cuenca y que han servido de fundamento para ampliar la brecha de desigualdades sostenidas históricamente en esta zona de la ciudad (V. Sanchez, 2012). Miles de personas encontraron en la extracción de gravillas y posteriormente en las canteras cementeras la única posibilidad laboral, por esto la zona se fue urbanizando alrededor de estas industrias.

**Imagen 7.** Impactos ambientales en el sur de la ciudad. Inundación en Meissen, 1970.



Fuente: Zambrano (2007) Historia de Bogotá siglo XX. Tomo 3. Villegas editores. Disponible en:

<https://www.villegaseditores.com/historia-de-bogota-siglo-xx-la-ciudad-se-expande-al-sur>

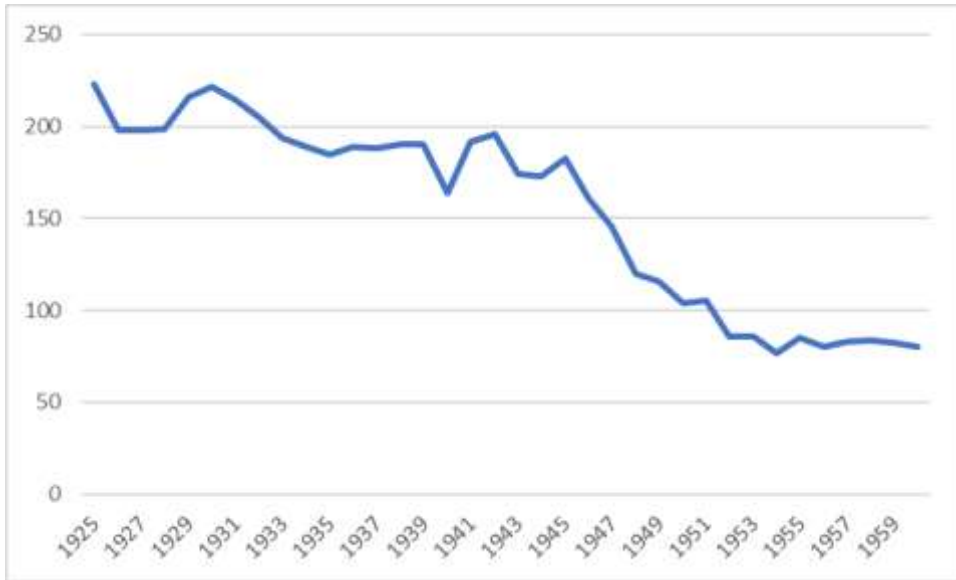
Las necesidades materiales de para la construcción de la Bogotá moderna: con renovado aire limpio, ordenada, higiénica y con acceso a servicios públicos, que derivó en la que se denominaría una ciudad “normal”, terminó generando importantes impactos negativos locales y regionales en los ecosistemas originarios de estas materias primas, que impactaron negativamente la salud de las personas que allí habitaban. Los casos de la Calera, Sibaté y la cuenca baja del Tunjuelo fueron soporte para profundizar dinámicas de inequidades sociales, riesgos sanitarios aumentados y ambientales, segregación socioespacial y económica, y quienes allí habitaban asumieron las externalidades industriales derivadas de la producción de los renovados espacios bogotanos y de su aire moderno.

El aire de la ciudad mejoró, los olores pasaron a un segundo plano en la Bogotá “normal”, ya no había hedores tóxicos en la atmósfera, las nuevas urbanizaciones obreras para pobres y clase media, contaban con servicios públicos básicos: agua, energía, teléfono y alcantarillado (Vargas Lesmes & Zambrano, 1988). Paralelo a esta transformación física emergía el que sería un nuevo problema para la atmósfera urbana: el dominio de la combustión interna en los servicios de transporte de pasajeros y carga tema que será profundizado en el capítulo 2.

Estos espacios renovados, asociados a las nuevas propuestas de la salud pública, que proponía un robusto sistema asistencial -clínicas y hospitales- en la ciudad, copiando el modelo de atención norteamericano, mejoró las estadísticas sanitarias en la capital. La mortalidad infantil disminuyó paulatinamente como se puede apreciar en la Gráfica 2 (DANE, 1950 -1960).

Para la década del 50, el discurso de la higiene ya estaba en desuso y la corriente norteamericana sanitarista de la salud pública dominaba el pensamiento médico en el país y en Bogotá. La medicina de laboratorio y la erradicación eran los pilares de la salubridad anglosajona en la América Latina tropical. Mas las condiciones de Trópico Alto Andino de la ciudad la sacaban de ese enfoque y en ella se expresó en actividades de saneamiento básico -con énfasis en el agua y la limpieza de los espacios-, acceso a servicios públicos y fortalecimiento de la oferta sanitaria asistencial ofrecida por el Estado, haciendo énfasis en las condiciones de grupos vulnerables: niños, gestantes y ancianos (Cueto & Palmer, 2014, Capítulo 3; M. Hernández & Obregón, 2002, Capítulo 3 y 4). Las características sanitarias de la ciudad moderna permitieron mejorar las condiciones de vida de la ciudad moderna “normal” en expansión para mediados del siglo XX.

**Gráfica 2. Tasa de mortalidad infantil en Bogotá por 1000 habitantes entre 1925 – 1960.**



Fuente: Elaboración con propia con datos del Anuario Estadístico de Bogotá, publicado por el DANE en 1960.

A pesar de las importantes transformaciones en el espacio urbano de la ciudad planeada, persistían áreas pobres y marginales, donde en muchos casos se reproducían las condiciones de higiene de finales decimonónicos. En plena construcción de la ciudad moderna, el aire putrefacto en el sur y en el sur – oriente ponían jaque las acciones distritales frente a la consecución de una ciudad soñada.

## **1.4 Una ciudad, muchos aires: la Bogotá “normal” y la “subnormal”.**

El crecimiento desbordado y atomizado hacia el sur y occidente obligó a la administración Distrital a anexar los municipios vecinos, que ya habían perdido sus fronteras con Bogotá, durante el gobierno del general Rojas Pinilla (1953-1957) en 1954. Fontibón, Engativá, Usaquén, Usme, Bosa y Suba, además de una parte del municipio rural del Sumapaz, se unieron para conformar el Distrito Capital de Bogotá. Este proceso hizo que el área de la ciudad creciera de 500 hectáreas a principios del siglo XX a alrededor de 8.040 hectáreas en la segunda mitad de la misma década (Cortés Díaz, 2006; Presidencia de la República de Colombia, 1954).

Este proceso de crecimiento urbano agudo se nutrió de la ola migratoria desatada desde 1948, luego del Bogotazo, con la violencia rural y posteriormente el inicio del conflicto armado en el país a mediados del siglo XX. Pero no solo la violencia fue la causa de estos procesos de movilidad humana, las ventajas que suponía la ciudad respecto al campo, en cuanto al acceso a la educación, la infraestructura y las oportunidades laborales jalaron también gran cantidad de personas hacia la urbe. Consecuente con esto, las necesidades de vivienda para quienes llegaban hicieron que la venta de lotes para construir nuevas áreas residenciales, en general con el modelo de construcción libre - sin planeación guiada por el Estado o por urbanizadores particulares-, tomara impulso en la ciudad desbordando todo intento de organización previa. Estas nuevas viviendas, ya fuera de forma legal, por venta de espacios propios, o ilegales por la vía de invasión, o el loteo por parte de constructores piratas de terrenos públicos y privados, permitió que la ciudad continuara con su proceso de ensanche (Camargo & Hurtado, 2013).

A través de esta urbanización informal, se construyeron grandes áreas de la ciudad: 492 hectáreas entre 1950 y 1959, 1393 para la década de los 60's, 2394 en los 70's y luego descendiendo entre los Ochenta y hasta la primera década del siglo XXI llegando apenas a 262 hectáreas. El total de zonas construidas por la vía de la informalidad llegó a ser de cerca del 21% del área urbana de la ciudad para 2010<sup>26</sup> con 8037 hectáreas de construcción informal, según datos de investigación recopilados por Camargo y Hurtado (2013).

La ciudad sufrió un proceso de segregación social espacial muy marcada, como lo afirma Zambrano (2020), en especial hacia el sur de su territorio, los espacios allí producidos fueron sistemáticamente devaluados debido a las decisiones políticas y técnicas de planeación urbana, iniciando a finales del siglo XVIII, con el desplazamiento y aglomeración de los asentamientos indígenas hacia el municipio de Bosa, decisión racialmente determinada, y luego en el siglo XX con la priorización en infraestructura moderna hacia el norte de la urbe (F. Zambrano, 2020).

---

<sup>26</sup> La ciudad tenía en el año 2010, 38.000 hectáreas construidas, según datos aportados por Camargo, A., & Hurtado, A. (2013). Urbanización informal en Bogotá: agentes y lógicas de producción del espacio urbano. *Revista Invi*, 28(78), 77–107. <https://core.ac.uk/download/pdf/46551500.pdf>

Desde esta perspectiva no es difícil entender cómo las áreas de construcción informal o “subnormal” se constituyeron en estas zonas, municipios que luego se convirtieron en barrios, depreciadas económicamente y despreciadas por el Estado: Ciudad Bolívar, Usme, Tunjuelito, Rafael Uribe, San Cristóbal, Bosa, Kennedy, y algunas al occidente en Engativá, Fontibón y al nor - occidente lejano, después de la mitad del siglo, en Suba (Camargo & Hurtado, 2013).

Al contrario de las construcciones urbanas legales y planeadas, higiénicamente estructuradas y con acceso a servicios públicos, esta ciudad “subnormal” carecía de las condiciones mínimas que poseían los barrios planeados: no contaban con servicios públicos, muchas de estas viviendas regresaron a la estructura de chozas construidas con materiales reciclables, con letrinas cavadas en tierra o el uso de la misma calle para hacer sus necesidades fisiológicas, además con malas condiciones de las calles y problemas de recolección de basuras. Estas regiones de informalidad urbana se reservaba para aquellos que accedían a la ciudad guiados por la necesidad que obligaba la pobreza (Camargo & Hurtado, 2013; F. Zambrano, 2007a).

El aire de estos territorios reflejaba las condiciones socioeconómicas que allí se presentaban. Reaparecieron entonces los olores, las basuras, las aguas estancadas y el barro de las calles como actores importantes que construían un ambiente malsano sumándose al riesgo social y sanitario inminente y permanente en estos territorios.

Muchas de estas zonas de ocupación ilegales, construidas en terrenos “desocupados” se constituyeron en verdaderos barrios que, con el tiempo, se formalizaron a través de la presión de los ocupantes y la intermediación del Estado. El periódico *El Tiempo* del 13 de septiembre de 1962 (Imagen 9), relata el caso de la creación de una zona de riesgo sanitario en un terreno de invasión denominado Policarpa Salavarrieta, ocupado a principios de los años Sesenta y que generaba una atmósfera contaminada por sus dinámicas sociales, espacio que luego se formalizó legalizando la tenencia de la tierra para constituir propiedad a los allí asentados.

El periodista de esta nota refiere como: “...allí [se construyó] un barrio de casuchas hechas con tablas, latas, papel y cuanto material se considere... sus habitantes lo bautizaron con el nombre de Policarpa Salavarrieta”. Y prosigue: “... aquello se ha convertido en tremendo foco de infección, ya



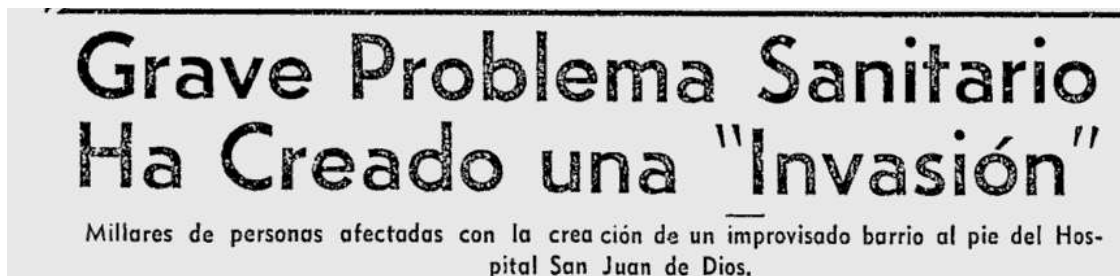
que abundan las basuras, las aguas estancadas nauseabundas y demás, con las consecuencias inherentes en perjuicio de la salud de millares de personas que rodean la zona de invasión” (El Tiempo, 1962)

**Imagen 8. Aspecto de la ciudad “subnormal”. Barrio El Consuelo, sur de Bogotá 1979.**



Fuente: Zambrano, F. (2007). La ciudad se expande al sur. Historia de Bogotá. Tomo III - Siglo XX. En: <https://www.villegaseditores.com/historia-de-bogota-siglo-xx-la-ciudad-se-expande-al-sur>

**Imagen 9. Ilegalidad y riesgo sanitario, 1962.**



Fuente: El Tiempo 13 de septiembre de 1962.

A pesar de que la ciudad transitaba por las vías del progreso muchos terrenos, especialmente el sur, se fueron llenando de zonas insalubres. Esto hizo que se profundizaran diferencias entre el aire moderno de la ciudad normal y el regreso a las condiciones de finales del siglo XIX, dominadas por una atmósfera mal oliente, en la periferia pobre de la urbe.

Ninguno de los planes de ordenamiento urbano propuesto durante las primeras décadas del siglo XX fue suficientemente ambicioso para tener en cuenta los patrones de la ciudad que se venía construyendo. La anexión de los municipios vecinos, en 1954, superó toda posibilidad existente de organización urbana previa. Todas las zonas industriales, que estaban en la periferia, quedaron embebidas entre una explosión de barrios residenciales, atrapadas en terrenos de colonización informales (Acebedo, 2006, p. 56).

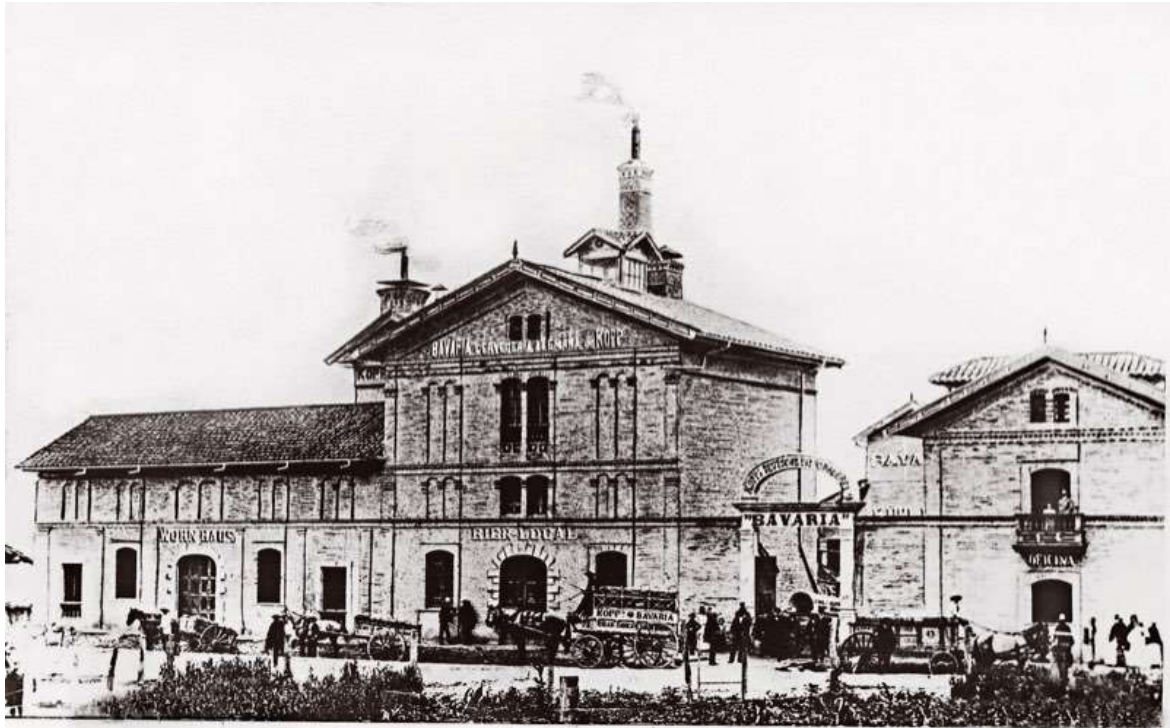
Diferente a las ciudades industriales de América Latina (ciudad de México, Sao Paulo y Buenos Aires), Bogotá para la década del Cincuenta no contaba con grandes industrias generadoras de emisiones masivas contaminantes en el aire. De acuerdo con el Censo Industrial de 1958 de las 2.490 industrias que tenía la ciudad el 84% tenía entre 1 y 24 trabajadores y se dedicaban a la producción de alimentos y manufacturas para consumo local (sastrerías, producción de alimentos, calzado y aseo) (Acebedo, 2006, p. 86).

Las grandes industrias se localizarían en los municipios vecinos a la capital, como los ya nombrados casos de Cementos Samper y ETERNIT además de ferrerías en Pacho y Samacá, junto con la planta de Icollantas (fundada en 1942) en Chusacá. En la ciudad, tan solo la cervecería Bavaria<sup>27</sup> y Chocolates Cháves en el centro, se consideraban industrias de gran tamaño, su impacto en el aire urbano no ha sido referido en las fuentes consultadas para esta investigación (Acebedo, 2006, p. 91).

---

<sup>27</sup> La cervecería Bavaria, funcionó en el centro de la ciudad entre 1890 y 1973, cuando fue trasladada a la periferia urbana, en la zona de Techo, en el cruce de la Avenida Boyacá con Avenida de las Américas. Allí funcionó hasta principios del siglo XXI para luego llevar su producción al municipio de Tocancipá en el norte de la Sabana de Bogotá. Historia de Bavaria y su tradición en Colombia. (2005). May 17, 2020, Bavaria: <https://www.bavaria.co/acerca-de-nosotros/historia-bavaria>

**Imagen 10. Fábrica de Bavaria en el barrio San Diego en Bogotá, principios del siglo XX.**



Fuente: Zambrano, F. (2007). Bogotá económica. Retrieved May 17, 2020, from Historia de Bogotá Tomo III - Siglo XX website: <https://www.villegaseditores.com/historia-de-bogota-siglo-xx-bogota-economica>

La conurbación de pobres y desplazados con zonas industriales pequeñas, especialmente relacionadas con el reciclaje y la recuperación de materiales de forma artesanal, sí ha sido causante de impactos sanitarios y ambientales importantes en la capital. Este es el caso de la intoxicación con plomo, adquirida por la exposición a los humos resultantes del proceso de reutilización de baterías para automóviles, y en especial por la utilización de las cajas de las mismas como la fuente de energía para la cocción de alimentos en el barrio Meissen en el sur de la ciudad (C. Arango, 1983; Cabrera, 1978).

**Imagen 11. Plomo tóxico al sur, en el aire en el barrio Meissen, 1978.**



Fuente: periódico El Tiempo, julio 13 de 1978.

El aire se llenaba de los residuos del plomo en la zona, afectando la población urbana con la bioacumulación de este metal, que genera alteraciones del sistema hematopoyético, nervioso y digestivo<sup>28</sup> (OMS, 2019). De origen industrial y en relación con el uso de este metal pesado en la combustión interna, como mejorador de la capacidad detonante de la gasolina, el plomo ha sido un

---

<sup>28</sup> La intoxicación por plomo puede generar: anemia, hipertensión, insuficiencia renal, inmunotoxicidad y toxicidad reproductiva. La encefalopatía y neuropatía por plomo es de carácter irreversible. OMS. (2019). Intoxicación por plomo y salud. Centro de Prensa de la OMS. En: <https://www.who.int/es/news-room/factsheets/detail/lead-poisoning-and-health>

contaminante que, colmando la atmósfera urbana, ha logrado hacer daño a la población y los ecosistemas en América Latina, las relaciones de este con la salud en la ciudad se demostraron apenas a finales del siglo XX y principios del XXI (Hurtado, Gutiérrez, & Echeverry, 2008; Ojeda & Bernal, 1989; Osorio-García et al., 2014), mas estas relaciones plomo(combustión)-aire-efectos sanitarios ha sido bastante estudiada en ciudades como México, donde, desde la década de los 70's, se tienen evidencias de su impacto (G. Molina, 1977; G. Molina, Zuñiga, Sánchez, & Garza, 1979).

## 1.5 La basura en la construcción del aire.

La falta de acceso (vías) a los barrios periféricos y la inoperancia de la empresa distrital de aseo, hicieron que la basura, en relación con las deficiencias en la recolección y su disposición final, se encontrara como un factor común en las fuentes consultadas como agente productor de olores, enfermedades y contaminación del aire en la ciudad, condiciones que se hicieron mucho más evidentes durante la crisis de basuras que vivió Bogotá después de los años 50's.

Esta crisis se venía previendo desde décadas previas cuando la disposición final de los residuos se empezó a conformar como un problema sanitario. La relación de las basuras con malos olores y en consecuencia riesgo de enfermedad, se intentó solucionar a través de acciones como acopiarla en sitios lejanos de las zonas urbanas, quemarla y luego sacarla de la ciudad<sup>29</sup>. Por otra parte, la recolección<sup>30</sup>, en una ciudad creciente y con dificultades de acceso, hacía que fuera imposible cubrir con eficiencia toda el área urbana, dándosele prioridad a sectores privilegiados del centro y norte de la urbe. Por esto se requerían acopios intermediarios donde se acumulaban por días, semanas y en algunos casos para siempre las basuras, generando aires mórbidos nauseabundos (Arango Vélez, 1926; El Tiempo, 1934).

---

<sup>29</sup> Los acopios transitorios se hicieron insuficientes, por ello, en la calle 13 con carrera 32, en 1938, se instalaron 2 hornos que contaban con la mejor tecnología de la época para la incineración de las basuras. Funcionando hasta 1958, tuvieron un uso poco eficiente en el manejo de residuos en Bogotá, más fueron la primera opción para darle tratamiento a los residuos en la urbe (Arango Vélez, 1926; El Tiempo, 1934).

<sup>30</sup> El transporte de basuras en Bogotá se realizó primero en carretas jaladas por animales, hasta la década de los 20's, pasó luego a camiones con cajones soportados en muelles, para llegar a vehículos especializados con motores Diesel en los años 40's, siempre insuficientes en cantidad y capacidad para el manejo de los residuos. Molano, F. (2017). Política y ecología de la basura en Bogotá. Una mirada desde la historia ambiental urbana. En <http://cutbogota.org/index.php/publicaciones/8-noticias/5901-politica-y-ecologia-de-la-basura-en-bogota-una-mirada-desde-la-historia-ambiental-urbana>

Al respecto se escribía, en nota de el periódico El Tiempo el 3 de septiembre de 1934, que recogía las palabras del director de aseo de la capital, Alfredo Cardozo:

“...[los] camiones [Diesel] solo son suficientes para recoger las basuras de la parte central de Bogotá. Los camiones que tenemos ahora y los carros de resorte, se emplearan para los barrios obreros y para algunos sectores que no tenían servicio de aseo” (El Tiempo, 1934).

Molano (2017), en cuanto al modelo en torno al manejo de basuras en la ciudad, explica cómo durante lo que bautiza como el “*periodo desarrollista*” que sucedió al higienista en la década de 1950, se intentó la reutilización de residuos y se inauguraron los sitios de relleno sanitario (Molano, 2019). En 1958 se fundó la Empresa Distrital de Servicios Públicos (EDIS), de control distrital, que sería la responsable de la recolección y disposición de residuos hasta 1994. La EDIS tuvo un actuar bastante controvertido e ineficiente en la ciudad, que no le permitió posicionarse como la entidad suficiente para solucionar los problemas de aseo de la capital (Molano, 2017).

A este régimen *desarrollista*, sigue Molano (2019), lo siguió el *neoliberal*, que pondría en manos de terceros privados la recolección y fortalecería el esquema de rellenos sanitarios, por concesión, en zonas pobres y alejadas de la ciudad, para este caso el relleno sanitario Doña Juana en el sur, sector del Mochuelo en la localidad de Usme. La producción de los espacios al sur de la ciudad, para uso de disposición final de basuras, ha mantenido las características de fetidez permanente en esta zona, profundizando inequidades socioeconómicas, geográficas y riegos ambientales allí. En las propias palabras de Molano (2019):

“...el relleno sanitario, pensado como una solución técnica para el problema de las basuras urbanas, terminó por agravar las condiciones de desigualdad social y ambiental en la periferia pobre de Bogotá, y al mismo tiempo activó la lucha social por la defensa del territorio” (Molano, 2019).

Doña Juana ha sido el principal ejemplo de un problema creciente relacionado con el destino final de las basuras. Los sitios de acopio intermediarios para los residuos han sido recurrentes en la ciudad especialmente durante el periodo “*desarrollista*”, entonces, generaban focos insalubres en la ciudad, fuentes de malos olores que contaminaban el aire urbano. Esta problemática se fue acumulando a través de los años, haciéndose tan importante como para ser discutida en la plenaria del Concejo de

la ciudad desde los años Sesenta, hasta convertirse en verdadero problema sanitario y ambiental en las décadas de los Setenta y Ochenta. Estos antecedentes sustentaron la reestructuración del modelo de manejo de desechos a principio de la década de los Noventa (Molano, 2019).

En el Acta N°16 del 24 de mayo de 1960 (folio 40) el entonces concejal Alfonso Rodríguez expone su pensamiento acerca del problema del aseo en la ciudad, sustentado en la relación de las basuras con los olores y el desaseo de las calles que contaminan el aire. Advierte Rodríguez de la falta de personal para barrer las calles de la ciudad, razón que permitía que el desaseo fuera común en Bogotá (Fondo del Concejo de Bogotá, 2018).

Los malos olores presentes en el aire de la ciudad generaron múltiples quejas, en especial por parte de los habitantes de los barrios subnormales. Múltiples peticiones entregadas a las autoridades se recopilaban en los Fondos de Participación y Acción Comunal y en el de Bomberos Distrital, consultados en el Archivo de Bogotá.

Estas quejas, relacionadas con el mal manejo de las basuras y su impacto en la atmósfera urbana fueron elevadas desde las Juntas de Acción Comunal a funcionarios distritales desde 1978, provenientes de los barrios subnormales del extremo sur de la ciudad. En el barrio Guacamayas (sur oriente), el junio 15 de 1978 los habitantes unidos alzaban la voz frente al servicio de la EDIS:

“...el carro [de la EDIS] pasa dos veces a la semana y en muchas ocasiones solo una... [las basuras sin recoger] engendran malos olores creando peligros de posibles epidemias para la población infantil...” (Fondo de Participación y Acción Comunal, 2018).

De forma similar, los vecinos del barrio 20 de Julio, en oficio de fecha octubre 22 de 1978, solicitan a las autoridades de salud la eliminación del actual basurero ubicado a espaldas de la plaza de mercado, que era generador de olores y foco de enfermedades para la comunidad. Así mismo los habitantes del barrio Molinos, también del sur oriente, en el mismo año, solicitaban el retiro de las cajas recolectoras de basuras de la EDIS en su sector, que consideran eran fuentes de contaminación para el agua de la quebrada la Chigüaza en la carretera hacia Usme, que proveía de este líquido a sus pobladores (Fondo de Participación y Acción Comunal, 2018).

Ya en los años Ochenta, los habitantes del barrio El Rosario en el occidente de la ciudad, sobre la calle 63, solicitaban intervenir el costado oriental del Parque del Lago<sup>31</sup>, carrera 36 con calle 64, lugar que según ellos: “... se ha convertido en un foco de infección... una vía que sirve solo para el depósito de basuras... y botadero de los famosos escobitas de la EDIS” (Fondo de Participación y Acción Comunal, 2018).

**Imagen 12. Grupo de Escobitas de la EDIS en Bogotá, 1989.**



Fuente: Zambrano (2007), Historia de Bogotá Siglo XX, “Servicios públicos en la segunda mitad del siglo”.

Historia de Bogotá Tomo III - Siglo XX. En: <https://villegaseditores.com/historia-de-bogota-siglo-xx-servicios-publicos-en-la-segunda-mitad-del-siglo>

También los habitantes del barrio la Perseverancia en el centro oriente de la ciudad, el 19 de abril de 1985, propusieron acabar con los focos infecciosos de los botaderos de basura intermediarios, insistiendo ante la EDIS para que construyera un basurero especial para la plaza de mercado, así

---

<sup>31</sup> Zona verde y reconocido sitio de esparcimiento y contacto con la naturaleza en el occidente de la ciudad.



como la conformación de grupos de barrenderos particulares pagados por la junta para limpiar las calles, labor que la EDIS no realizaba (Fondo de Participación y Acción Comunal, 2018).

Por otra parte, en el Fondo de Transportes Urbanos del Distrito, se recopilaron quejas de grupos organizados de ciudadanos durante la década de los 80's, basadas en el mal servicio de la EDIS en la recolección de basuras y del impacto en la salud y el aire de los barrios por la acumulación de residuos.

Al otro lado de la ciudad, en el sur occidente, localidad de Kennedy, habitantes unidos enviaron, en septiembre 4 de 1982, un memorial popular a la Alcaldía de Bogotá y al Concejo Distrital, donde se quejan por la baja frecuencia en la recolección de basuras en este sector de la ciudad donde las basuras se acumulan y se convierten en “focos de epidemias”. En la misma queja, los ciudadanos se quejan y oponen a la construcción de una planta de tratamiento de residuos cercana al área de sus viviendas, en la Avenida 68 con calle 3<sup>a</sup>, aludiendo que es un “hecho que afectaría el equilibrio ecológico y a salud de las comunidades de [los barrios] aledaños: Villa Claudia, La Igualdad, Villa Adriana, La Floresta (sur) y Trinidad Galán” (ver Mapa 3) (Fondo de Transportes Urbanos del Distrito, 2018)

La basura acumulada generaba infecciones, contaminaba las fuentes de agua y el aire urbano. Estas referencias, recopiladas de las fuentes documentales consultadas sirven de base al argumento que propone cómo la construcción del sur de la ciudad, lleno de barrios subnormales, entre 1960 a 1990, tuvo como actor principal a la basura, y a la EDIS, por su ineficiencia en el barrido de las calles y la recolección de residuos. La atmósfera de esta parte de la ciudad estaba cargada de los malos olores que emanaban estos residuos poniendo en alerta los habitantes frente al riesgo sanitario y ambiental por la permanencia de los desechos en sus territorios.

Vale la pena resaltar que en la revisión de archivos no se encontraron denuncias provenientes de los barrios de la ciudad “normal” donde, las condiciones serían mejores o al menos no tan críticas como en la ciudad informal.

Este patrón de relaciones entre pobreza, segregación social, desaseo y crisis de los modelos municipales de prestación de servicios públicos de recolección y manejo de residuos, que generaron riesgos sanitarios y ambientales fue repetitivo en América Latina. Cosamalón (2018), lo relata para la ciudad de Lima donde, en especialmente en el centro de la urbe, en relación con la forma de ocupación del espacio y el manejo de las basuras se llegó al extremo de denominarla “La capital de la Inmundicia”, usando las palabras del autor, por el grado extremo de inmundicia en el aire y suciedad en la tierra que había alcanzado para la década de los 80’s, previo a la transformación neoliberal de los espacios con fines turísticos<sup>32</sup> (Cosamalón, 2018, p. 267)

En ambos casos, las políticas de privatización de la prestación de servicios públicos fue la vía para lograr solucionar parcialmente el problema, esto puesto que la tecnología de los rellenos sanitarios, para el caso bogotano, eliminó el problema en la ciudad normal y lo trasladó a la periferia, cambiando el aire rural del extremo sur de la localidad de Usme por uno cargado de los residuos del progreso de la urbe moderna (Molano, 2019).

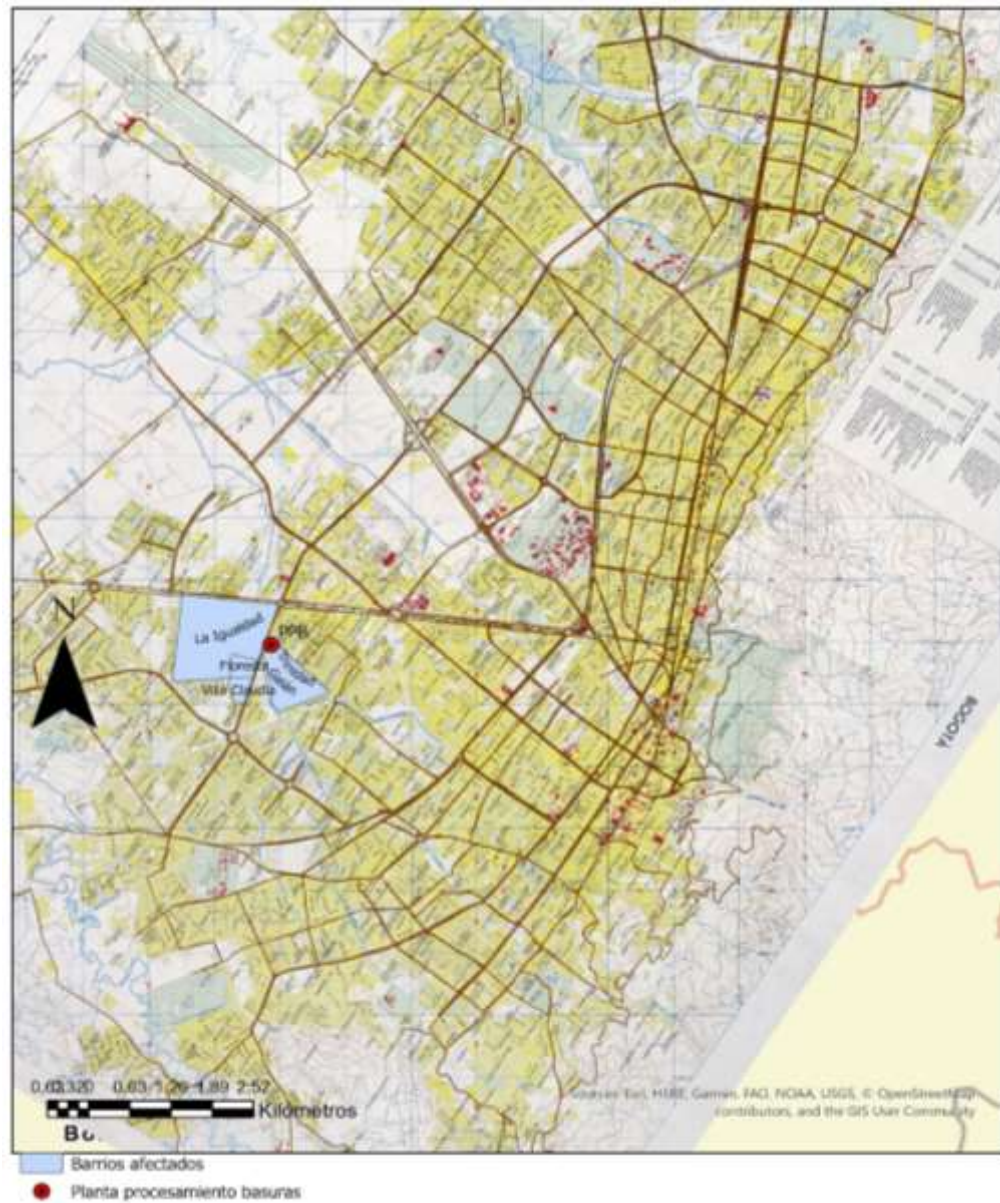
## **1.6 Atomización y desconexión urbana: los ejes de la zonificación del aire.**

La ciudad se expandió rápidamente desde la década de los 50’s. Esta aceleración en la apropiación del espacio urbano hizo que las nuevas zonas residenciales en la periferia se desconectaran - físicamente- y el acceso a servicios como la recolección de basuras, transporte de cargas y transporte de pasajeros se hicieran insuficientes para la población que allí habitaba.

---

<sup>32</sup> “A pesar de la existencia de contenedores metálicos, la basura abundaba en las calles, desbordaba los recipientes y se regaba por las calles, una amenaza a la salud pública.” “Para evitar estos problemas en muchos casos la población optaba por quemar los basurales, lo que aumentaba la contaminación del aire”. El modelo neoliberal recobro los espacios y los limpio para darles uso comercial y turístico, desde la segunda mitad de la década de los Noventa, arrasando con la tradición de ambulantes del centro de Lima. Cosamalón, J. (2018). El apocalipsis a la vuelta de la esquina. Lima, la crisis y sus supervivientes (1980-2000). En: <https://www.fondoeditorial.pucp.edu.pe/historia/752-el-apocalipsis-a-la-vuelta-de-la-esquina.html#.XsM3HWhKjIU>

**Mapa 3. Área de posible impacto de planta de procesamiento de basuras, 1982.**



Fuente:

Elaboración propia sobre plano de “Bogotá” 1980, elaborado por la National Imagery and Mapping Agency (NIMA) de los Estados Unidos y georreferenciado por Luis Carlos Colón, disponible en:

<http://mapwarper.net/maps/wms/8296?request=GetCapabilities&service=WMS&version=1.1.1>

Las industrias y servicios permanecieron inmóviles en el centro y sus alrededores, y para los Cincuenta el desarrollo residencial urbano obligó a que gran cantidad de personas se asentaran más allá de la avenida Cundinamarca (actual Carrera 30), límite del perímetro de la ciudad para entonces.

La oferta de transporte público por parte del Distrito se hizo cada vez más insuficiente y las asociaciones de transportadores privados empezaron a ofrecer el servicio de transporte colectivo: allí donde había barrios llegaba un bus urbano, creando rutas como barrios en la ciudad para paulatinamente dominar el mercado, como se explica en profundidad en el capítulo 2 (Chaves & Viviescas., 2001).

Por otra parte, la infraestructura vial estaba bastante atrasada. El alcalde Virgilio Barco (1921 – 1997) quien gobernó la ciudad entre 1966 y 1969 consciente de este problema de conectividad, propuso un ambicioso Plan Vial de Integración Urbana durante su mandato (Imagen13). Este pretendió conectar la ciudad hacia el sur y norte, oriente y occidente, con la adecuación y/o construcción de nuevas vías (Anales de Ingeniería N°781, 1974, pg. 36).

Grandes avenidas como la Boyacá al occidente pretendían conectar el sur con el norte de la ciudad, vías principales y secundarias se planearon para dar cobertura a las zonas distales al oriente y occidente, permitiendo el acceso de servicios, carga y pasajeros, y también a la polución atmosférica por gases de escape, principal problema para el aire urbano para Bogotá.

Promovidas como amplias avenidas perimetrales, en la región occidente de la urbe, estas vías permitieron atravesar la ciudad con fluidez de sur a norte, conectando la urbe y además siendo utilizadas como corredores para el transporte de materias primas que venían desde los puertos y las zonas distales del país hacia la capital, ya fuera como destino final o como punto intermediario para la dispersión hacia el resto del país. Camiones y tractomulas cargados de toda clase de productos y transitaban por estas vías: Avenida Boyacá, Carrera 30 y Avenida 68 (Valencia & Gaitán, 1975, p. 65).

**Imagen 13. Plan vial de integración urbana de Virgilio Barco, 1974.**



Fuente: Anales de Ingeniería N°781, página 36, 1974.

Ellas se proyectaron para ser perimetrales a las zonas urbanas, en barrios periféricos al sur y occidente de la ciudad creando patrones de exposición desigual a la contaminación producida por las emisiones de escape de automotores de combustión interna. Este patrón de circulación urbana

social, económico, político, ambiental y geográficamente determinado desde los años 60's, ha caracterizado las condiciones del aire urbano desde entonces. La relación entre transporte y contaminación del aire va más allá de la construcción de vías y por ello se le dedica todo el capítulo 2 a su desarrollo en este documento.

En este camino de cambios, los ecosistemas locales sufrieron afectaciones que tuvieron que ver directamente con la calidad del aire urbano; transformaciones de la estructura ecológica de la Sabana, que absorbió humedales y taló bosques nativos, fueron elementos claves en la construcción del territorio a nivel del suelo, que determinaría el tipo de atmósfera de cada zona en la ciudad.

## **1.7 El aire moderno.**

El suelo de la ciudad hoy es diametralmente distinto al de la Sabana donde Bogotá se fundó en 1538. Complejos ecosistemas del Trópico Alto Andino, en especial los humedales que caracterizaron el área donde se construyó la ciudad, se fueron rellenado con el fin de utilizarlos para vivienda, dejando en 2003 tan solo 800 hectáreas de las 50.000 que ocupaban a finales del siglo XIX (Viviescas, 2003, p. 174).

Estos cambios en el uso del suelo han generado importantes efectos locales en el clima expresados especialmente en la ya estudiada Isla de Calor de la ciudad, que se fue ampliando en área a través de los años, aumentando la temperatura en la medida que el proceso de urbanización avanzaba en la capital (Ángel et al., 2010; Pabón et al., 1998).

De acuerdo con Pabón (1998) la zona con menor temperatura en la ciudad es el oriente, en especial por la ventaja biológica que le da su cobertura vegetal. Los cerros al oriente iniciaron su recuperación desde 1915, en un proceso que pretendió en 1945 proteger el patrimonio hídrico de la ciudad, en especial las hoyas hidrográficas de los ríos San Francisco, San Agustín, Arzobispo y San Cristóbal, con reforestación y repoblamiento con las especies que, para entonces, se consideraban idóneas: pinos y eucaliptos principalmente (Bohórquez, 2008; Preciado et al., 2005, p. 173).

Las políticas frente a la flora urbana han sido tomadas con criterios estéticos, políticos y económicos más que ambientales, y así como en Bogotá los procesos de reforestación se dieron entonces con criterios más ornamentales, Felacio (2016) argumenta como situaciones de deterioro de las montañas e insalubridad llevó a tomar medidas institucionales para mejorar estos problemas desde perspectivas higienistas, pero también con un objetivo estético y recreativo, en una ciudad que transitaba hacia la modernización urbana (Felacio Jiménez, 2016, p. 6).

En América Latina situaciones similares sucedieron con el arbolado urbano, así lo expone Horta (2009), cuando reconstruye el relato acerca de los efectos de las decisiones modernizantes que se llevaron consigo los frondosos Laureles de la India (*Ficus benjamina*), sembrados alrededor de la avenida Afonso Pena en Belo Horizonte, Brasil, símbolos de la ciudad construida bajo el modelo de las “ciudades jardín” en las primeras décadas del siglo XX. Estos árboles urbanos, a diferencia de los bogotanos en los cerros, eran un estorbo para los planes estatales modernizantes, además traían consigo graves problemas ecosistémicos<sup>33</sup>, de acuerdo con la administración municipal, que terminó por decidir acabar con ellos en noviembre de 1963 (Horta Duarte, 2009).

Estas decisiones frente al arbolado en las ciudades latinoamericanas fueron tomadas, hasta finales del siglo XX, con criterios paisajísticos, ornamentales, políticos o económicos, las decisiones silviculturales al respecto llegaron apenas en las postrimerías de dicha centuria. Bogotá cargaba para los años 90's con una grave problemática asociada a su flora urbana para 1992 contaba con un total de 45.000 árboles, según las cuentas del Jardín Botánico de la ciudad que, para una población de 5.484.244 habitantes de acuerdo con los datos arrojados por el Censo de 1993, arrojaba una penosa cifra de apenas un árbol por cada 122 personas. Este valor distaba mucho de las recomendaciones de la OMS de al menos un árbol por cada tres habitantes como garantía para poder respirar un mejor aire en las ciudades (DANE, 1993, p. XVI; Ruby Pérez, 1992).

---

<sup>33</sup> Se acusaba a los árboles de atraer halcones que eliminaban especies nativas, de alijar pestes de insectos y de quitarle espacio a la circulación vehicular en la ciudad. Horta Duarte, R. (2009). Urban Trees and Urban Environmental History in a Latin American City: Belo Horizonte, 1897–1964. *Global Environment*, 3, 120–153. <http://www.environmentandsociety.org/node/4618>

Todo el corredor oriental, desde los cerros tutelares de Monserrate y Guadalupe hasta las canteras de Cedritos en el norte, fueron objeto de reforestación y cuidados, también en la ciudad hay oasis, frutos de exitosos procesos planeación urbana: la Avenida Circunvalar, el Parque de la Independencia alrededor de la Plaza de Toros y el Planetario Distrital, el Park Way y el parque Nacional. Por otra parte, como afirmaba Pérez (1992), existen también extremos graves en la urbe:

“...se ven zonas totalmente despobladas de árboles como Usme, San Cristóbal, las canteras de Usaquén, los Laches y barrios de Suba o Usaquén como el Paraíso, Lijacá, Toberín y el Codito donde un árbol es un artículo de lujo” (Pérez, 1992).

Los árboles no son un lujo en la ciudad. Ellos ofrecen necesarios beneficios para el bienestar urbano, producen oxígeno, controlan la contaminación del aire, tienen la capacidad de absorber CO<sub>2</sub>, SO<sub>2</sub> y NO<sub>2</sub>, captar partículas en su follaje y además contribuyen en la limpieza olores, disminuyen el ruido, regulan el clima disminuyendo la T° por la sombra que generan, controlando el impacto del viento y disminuyendo la evapotranspiración, controlan la erosión y protegen el agua además que embellecen el paisaje y contribuyen con el estado anímico de los habitantes de las ciudades (Jardín Botánico de Bogotá, 2010; Tovar Corzo, 2006).

En Bogotá la falta de definición de las responsabilidades entre actores estatales generó políticas diversas frente al arbolado urbano, mientras que los tomadores de decisiones en el Distrito proponían siembras con especies que prestaran servicios principalmente ornamentales, los profesionales ambientales apenas intervenían en temas relacionados con la cobertura vegetal en la ciudad. Para la década de los Noventas mientras el DAMA y el Jardín Botánico proponían sembrar arbustos de tamaño mediano y de gran belleza ornamental, que no interfirieran en las obras civiles urbanas<sup>34</sup>, el IDU recomendaba, con criterios relacionados con la contaminación del aire sembrar especies frondosas y de gran talla que retuvieran partículas en sus hojas y que además tuvieran capacidad comprobada de captación de CO<sub>2</sub><sup>35</sup> (Ruby Pérez, 1992).

---

<sup>34</sup> Especies como: Abutilón, Chicalá, Alcaparro, Jazmín, Jazmín de la China y Jazmín Australiano.

<sup>35</sup> Caucho Sabanero, Liquidambar, Pimiento, Eucaliptos, Ajetos, Sauco, PalmaYuca, Corono, Arrayán, Cerezo, Emerocaliz, Agapando, (para separadores) y Magnolios. Pérez, R. (1992). Un problema de muchas raíces. El Tiempo. <https://www.eltiempo.com/archivo/documento/MAM-142040>



Desde mediados del siglo XX se utiliza la medida de área verde por habitante<sup>36</sup>, un indicador que refiere la cantidad mínima de “naturaleza” -entre 9 y 15 m<sup>2</sup> por persona- en las urbes, que aporta calidad de vida a quienes allí habitan<sup>37</sup> (Teyssier, 2018).

En Bogotá desde 1963 se pueden encontrar referencias a esta categoría en las discusiones del concejo de la ciudad. Entonces, los representantes debatían sobre la necesidad de tener al menos 5 m<sup>2</sup> de área verde por persona en Bogotá, que para ese año estaba apenas en 0,75 m<sup>2</sup> (Fondo del concejo de Bogotá, 2018). La discusión en el Cabildo Distrital sostenía que:

“Los ciudadanos que habitan en la parte occidental de Bogotá y en otros muchos barrios, carecen totalmente de zonas verdes y que no hay que olvidar que el alto índice de Tuberculosis y otras enfermedades que padecen dichos sectores, podrían ser aliviadas con aire puro” (Fondo del Concejo de Bogotá, Acta de Comisión General N. 27 del 9 de septiembre de 1963 (folios 6 – 16))

En el mismo documento se resalta la necesidad de áreas de esparcimiento, conservadas y protegidas, como el Parque Nacional y la Ciudad Universitaria, para que, con un plan estructurado de zonas verdes, se garantizara la salud de los habitantes de la urbe.

La salud atmosférica, la limpieza del aire, la salud mental y la posibilidad de espacios recreativos se relacionaron desde la década de los 60’s en Bogotá con la presencia de árboles y zonas verdes. Los servicios ecosistémicos de la flora urbana se hicieron importantes para el discurso público al menos, en mira de mejorar la calidad del aire.

Lejos estaba la realidad de las pretensiones de mediados de siglo respecto a reverdecer la ciudad. Casi 50 años después, de acuerdo con datos aportados por el censo arbóreo del Jardín Botánico, en

---

<sup>36</sup> Indicador, de por sí polémico, que sirve como patrón de seguimiento de la relación de los habitantes con las zonas verde en las ciudades: el área verde per cápita.

<sup>37</sup> Este concepto, aunque interesante de seguir por las posibilidades de generar estándares ecológicos en las ciudades que aporten en la salud urbana, se basa en supuestos irreales que han salido, como lo afirma Teyssier (2018) al indagar sobre el patrón de entre 9 y 15 metros cuadrados (m<sup>2</sup>) de área verde por habitante a los representantes de la OPS y OMS en México respondieron que “...no encontramos registros oficiales que la OMS haya dado o adoptado ese estándar. Todo indica que fue una sugerencia que emergió en alguna reunión de expertos donde participaron también funcionarios de la OMS y se comenzó a utilizar como patrón”

2008, la ciudad contaba con 1.114.765 árboles, 36,3 especímenes promedio por hectárea y 1 árbol por cada seis habitantes<sup>38</sup> (Jardín Botánico de Bogotá, 2010, p. 52).

El periódico El Tiempo en 2010 expone como Bogotá tenía apenas 4,93 m<sup>2</sup> de área verde por habitante valor que comparado con otras capitales del mundo (Chicago 100 m<sup>2</sup>, La Haya 27,7 m<sup>2</sup>, Viena 25 m<sup>2</sup>, Santiago de Chile 10 m<sup>2</sup> y Córdoba (Argentina) 8 m<sup>2</sup>), era bastante escaso (El Tiempo, 2010).

En la misma nota del periódico las cifras desagregadas por sectores en la ciudad eran mucho menos alentadoras. La capital colombiana tenía para 2010: 5.206 parques y 1.485 zonas verdes que sumaban alrededor de 88 km<sup>2</sup>, menos del 10% del área urbana, que para esa fecha era de cerca de 400 km<sup>2</sup> de extensión. Con números aportados por el Instituto Distrital de Recreación y Deporte (IDRD), la nota periodística afirmaba que zonas como la Candelaria al centro tenía apenas 1,39 m<sup>2</sup> de zona verde por habitante, Los Mártires 2,22 m<sup>2</sup>, Bosa y Antonio Nariño, todos al sur y barrios subnormales, 1,82 y 2,84 m<sup>2</sup>, respectivamente (El Tiempo, 2010).

Las localidades de Teusaquillo y Santa Fe con 13,78 y 8,98 m<sup>2</sup> son las que mayor cantidad de área verde tienen (en gran medida por la cercanía a los cerros en Santa Fe), mientras que en Suba y Ciudad Bolívar, a pesar de tener muchos espacios destinados a funcionar como parques, estos son pequeñas áreas que cuentan con tan solo entre 2,91 y 3,70 m<sup>2</sup> de zonas verdes para el disfrute de sus habitantes (El Tiempo, 2010). En vez de mejorar, este indicador se hecho cada vez peor y para 2015 la ciudad contaba con apenas 3,93 m<sup>2</sup> de área verde per cápita de acuerdo con el “Informe Nacional de Calidad Ambiental Urbana” del Ministerio de Ambiente (MINAMBIENTE, 2015, p. 33) En 2019 la ciudad contaba con 1 árbol para cada 7 habitantes, de acuerdo con datos aportados por Germán Martínez, exdirector del Jardín Botánico, siendo la localidad de Bosa extremo sur colindando con el vecino municipio de Soacha, la que menos tiene con 1 árbol por cada 30 personas (Redacción Blu Radio Noticias, 2019).

---

<sup>38</sup> La información levantada por el Jardín Botánico en el censo permitió la creación del Sistema de Información para la Gestión del Árbol Urbano (SIGAU), que contiene toda la información de identificación de especies, georreferenciación de su ubicación y datos adicionales relevantes. <http://www.jbb.gov.co/index.php/productos-y-servicios/sigau>

Este patrón diverso de distribución arbórea muestra las grandes inequidades sociales presentes en la ciudad respecto al acceso a los servicios ecosistémicos que proveen las zonas verdes. Las regiones al sur se muestran despobladas de flora, correspondiendo con los territorios donde mayores impactos sanitarios se relacionan con las emisiones de contaminantes en la ciudad. Esta producción de espacios de vivienda en la capital hizo que la depredación del suelo con fines comerciales primara, acabando con la posibilidad de tener en ellas el aporte biológico necesario para proveer y mantener un aire de calidad para sus habitantes (Jardín Botánico de Bogotá, 2010, p. 51).

Para principios del siglo XXI el manejo del arbolado urbano en la ciudad cambió su discurso en la teoría, centrado en una necesidad de conectividad ecosistémica urgente para integrar a la ciudad con la Sabana. El Plan de Arborización Urbana de la ciudad (2010) tiene como objetivo la “restauración de la estructura ecológica” intentando intervenir con especies controladas y nativas este ecosistema degradado, devolviéndole la conectividad, de acuerdo con los lineamientos de la Secretaría Distrital de Ambiente<sup>39</sup>(Jardín Botánico de Bogotá, 2010, p. 38).

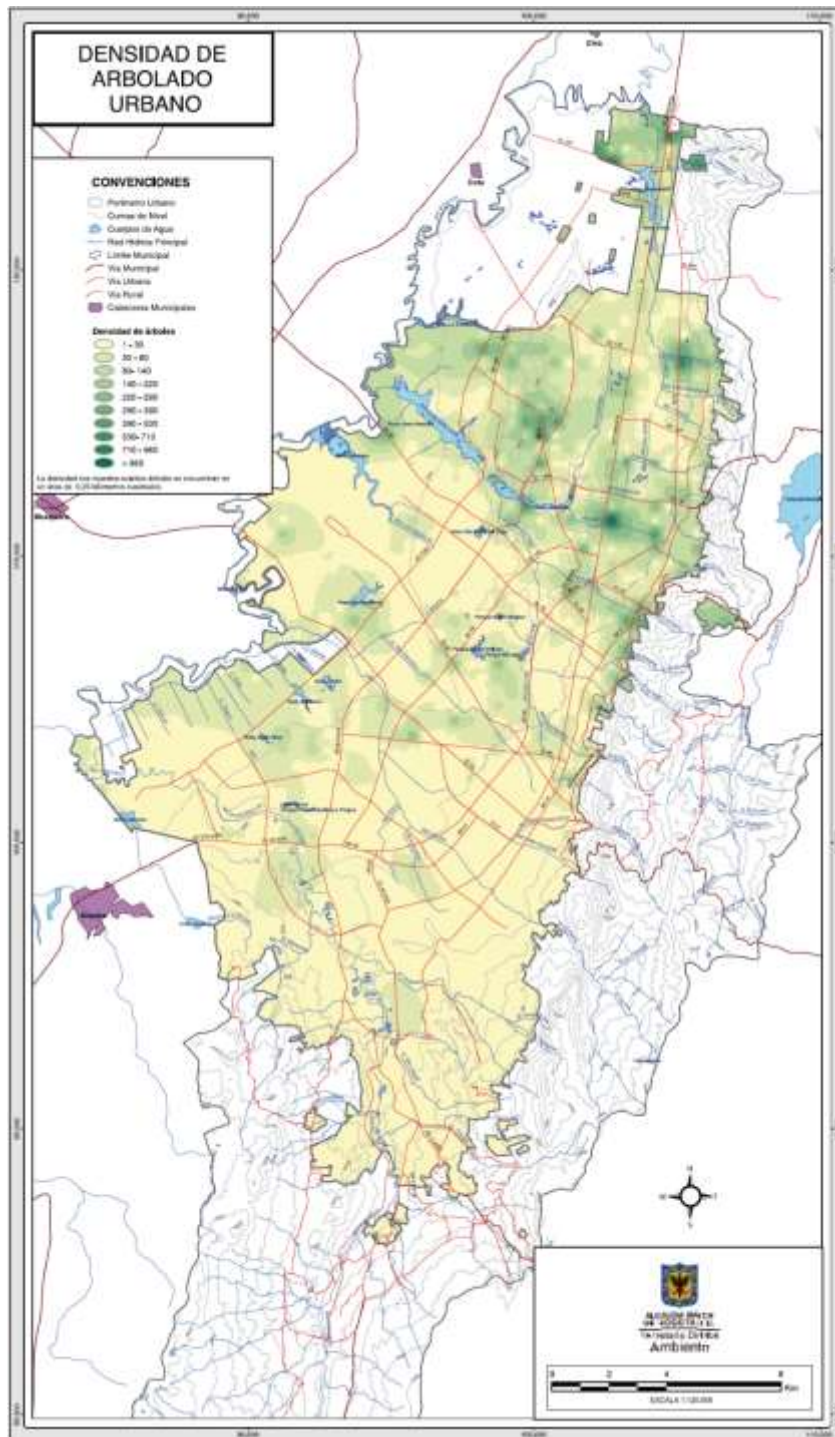
A pesar de que en el Manual de Silvicultura Urbana de Bogotá se encuentra como una de las formas de planear el uso de los árboles en la ciudad, el uso en la mitigación de la mala calidad del aire es el último de los criterios de uso de la flora en la capital<sup>40</sup>. Dentro de los criterios de selección de especies está la evaluación de factores climáticos y meteorológicos especialmente la humedad que favorezcan su desarrollo, estéticos y de resistencia a los contaminantes de la especie, más no el aporte que tienen estos para la mejoría de la contaminación atmosférica (Jardín Botánico De Bogotá José Celestino Mutis, 2011, pp. 20–24)

---

<sup>39</sup> Soportada en el Decreto Distrital 109 de 2009, la Secretaría Distrital de Ambiente, participa en la planificación y ejecución del manejo del arbolado urbano en coordinación con el Jardín Botánico. Otras dependencias como la Unidad Administrativa Especial de Servicios Públicos (UAESP), la empresa de energía CODENSA, la Empresa de Acueducto y Alcantarillado de Bogotá (EAAB), el Departamento Administrativo de la Defensoría del Espacio Público (DADEP), el Instituto de Desarrollo Urbano (IDU) y el Instituto Distrital de Recreación y Deporte (IDRD) participan en el manejo del arbolado urbano de acuerdo con los parámetros emitidos por la SDA. Jardín Botánico de Bogotá. (2010). Arbolado urbano de Bogotá. Identificación, descripción y bases para su manejo. Bogotá. Página 50.

<sup>40</sup> Como en el caso del programa silvicultural de la ciudad de Chile donde se sembraron zonas denominadas “pulmones de la ciudad”, con la orientación específica de mejorar la calidad del aire en la ciudad (Jardín Botánico de Bogotá, 2010, p. 29)

Mapa 4. Mapa de distribución arbórea en Bogotá (2010)



Fuente: Jardín Botánico de Bogotá. (2010). Arbolado urbano de Bogotá. Identificación, descripción y bases para su manejo. Bogotá. Página 51.

Así es como las transformaciones históricas del territorio de la Sabana de Bogotá, generaron impactos en la estructura ecológica de la ciudad, y, como una imagen en espejo, se reflejaron el aire. La urbe contemporánea depredó la naturaleza, produciendo espacios más eficientes para el estilo de vida capitalista consumista y, una ciudad inequitativa, llena de necesidades básicas insatisfechas y con un aire contaminado que se distribuye de forma zonal sobre su territorio, afectando en mayor medida las zonas históricamente más desprotegidas y olvidadas por el Estado.

No es casualidad ni efecto único de las condiciones geográficas, climáticas y meteorológicas de la urbe la distribución de contaminantes en su espacio urbano, sino que ella corresponde a una serie de decisiones políticas, administrativas, económicas sociales y ambientales que la han determinado tanto cuanto los factores ambientales.



## **2. Transporte contaminante en la construcción de un aire malsano, 1884 – 2015.**

El mayor porcentaje de contaminantes que se deposita en la atmósfera de las ciudades proviene de emisiones relacionadas con los vehículos de combustión interna encargados del transporte de carga y pasajeros. En Bogotá, de acuerdo con datos de Ramírez (2019) y Pachón (2019) las emisiones de los vehículos Diesel representan el 42% del total, los de gasolina el 17% y juntos suman el 59% del Material Particulado menor de 2,5 micras ( $PM_{2.5}$ ) en la capital (Pachón, Gerena, Montealegre, & Vanegas, 2019; Ramírez, Pachón, Casas, & Faruc, 2019).

De acuerdo con los investigadores, el 100 % del  $PM_{2.5}$  en la ciudad, se completa con el 15% el polvo re-suspendido en las vías por el tránsito vehicular, el 6% proveniente de emisiones relacionadas con la construcción, 13% de origen en fuentes fijas (industrial) y 7% de formación secundaria de partículas en procesos químicos en la atmósfera el 7% (Pachón et al., 2019). Esta evidencia demuestra que en Bogotá las emisiones de los vehículos que tienen como matriz energética los combustibles fósiles son las más importantes fuentes de contaminación del aire, aportando el 59%, y de ellos en especial los de tecnología Diesel con el 46%.

La tecnología vehicular ha construido relaciones socio técnicas a través de la historia, interviniendo en la forma de uso suelo, en la forma de transitar en la ciudad y en la instalación de toda una cultura en relación con el automóvil que primó por encima de otras formas previamente establecidas de movilizarse en la urbe. Estas relaciones han traído consigo, además de las emisiones contaminantes, problemáticas asociadas (desplazamiento de las personas de las calles, el ruido, morbilidad y mortalidad en accidentes) donde los automóviles han puesto en tensión las relaciones entre los habitantes de las urbes con los vehículos desde su llegada a las ciudades a principios del siglo XX (Urry, 2004).

En este capítulo se argumentará cómo el transporte, en especial de personas, en Bogotá es el principal generador de los graves problemas de contaminación que aquejan a la ciudad, y cómo se ha *construido* el aire alrededor de él con el uso de gasolina y Diesel – sus fuentes energéticas- depositando, por más de un siglo, las emisiones de los motores de combustión la atmósfera urbana. Para ello se seguirán los procesos históricos de ajustes y cambios de la tecnología vehicular y las relaciones sociales entre ella y los habitantes de la urbe durante el siglo XX.

## **2.1 El papel de los automóviles de combustión interna**

### **2.1.1 El automóvil y sus relaciones con el territorio urbano**

El automóvil que funciona con motor de combustión interna de hidrocarburos derivados del petróleo ha sido un artefacto tecnológico exitoso desde su aparición en la historia humana a finales del siglo XIX. De acuerdo con McNeill (2000), la popularidad del automóvil fue tal que en Estados Unidos incluso desestimuló la construcción de trenes para el transporte entre ciudades en los años 1920's y en las urbes se convirtió en la elección “natural” para reemplazar la “contaminante e insalubre” forma de transporte halada por caballos, generadora de heces, exigentes en alimentación y dependientes de manutención especial para que estuvieran en buenas condiciones en espacios cada vez más confinados de las ciudades (McNeill, 2000, p. 190).

A Bogotá el primer automóvil llegó en 1901 y, de acuerdo con Zambrano (2007), sin tener espacios adecuados para transitar, se convirtió en un artículo extraño, que no encajaba, un motivo de curiosidad y de fiesta más que un medio adecuado para el transporte en ese entonces (Montezuma, 2000, p. 22; F. Zambrano, 2007b). Acomodándose paulatinamente en la vida urbana, el automóvil se fue consolidando como uno de los artefactos tecnológicos que más ha transformado la sociedad contemporánea. Considerado un ícono de la modernidad, se ha erguido como pilar fundamental en la economía global especialmente después de la Segunda Guerra Mundial, tanto así que Radkau (2008) lo considera, por sus impactos en la naturaleza y la sociedad, como el más importante actor tecnológico del siglo XX desde la perspectiva de la historia ambiental:

“...el sellado del suelo a través de la construcción y el asfalto equivale a una pérdida irreversible de tierra a mediano plazo. Gran parte de esto es un efecto



directo o indirecto de la motorización en masa, que ha avanzado sin cesar incluso en la era ecológica. Según parece, el automóvil ha sido el factor más importante en la historia ambiental desde mediados del siglo XX. No solo generó un nuevo tipo de problema de emisiones y condujo a una pavimentación del paisaje a gran escala, también creó una nueva mentalidad, una nueva forma de vida, que probablemente se ha vuelto tan irresistible en todo el mundo porque estimula en la humanidad un antiguo anhelo de movilidad” (Radkau, 2008, pp. 251–252).

La popularización de su uso transformó la forma la vida moderna<sup>41</sup>, hizo que los largos viajes se hicieran cotidianos, propició la existencia en las afueras de las ciudades acelerando su expansión, impulsó las salidas a grandes distancias con fines turísticos e incluso creó hábitos sedentarios en la población (Hormaeche et al., 2008, p. 12).

El estatus del que gozaba el poseedor del automóvil fue perdiéndose en las primeras décadas del siglo XX para popularizarse desde los años 50, siendo un elemento común e ícono del consumo capitalista, en especial en los países del mundo desarrollado, tener un vehículo en casa era necesario como cualquier otro electrodoméstico del hogar (Sheller & Urry, 2000).

Para el caso de Bogotá la tendencia fue similar. La flota circulante de automóviles creció despacio durante las primeras cuatro décadas del siglo XX, (Gráfica 2), multiplicándose el número de vehículos particulares, de carga y pasajeros que circulaban en la ciudad después de la segunda guerra mundial (El Tiempo, 1951).

Para este período, 1901 – 1950, todos los vehículos que circulaban en la ciudad eran movidos por la combustión interna en motores a gasolina, pero la matriz energética era compartida con el tranvía eléctrico, que fue el sistema dominante para el transporte de pasajeros entre 1884 y 1951 (EL Tiempo, 1951).

---

<sup>41</sup> Las ciudades se transformaron para darle paso al tránsito de los automóviles: la construcción de avenidas con puentes, autopistas, túneles y pasos a nivel, Parkways donde la naturaleza, en forma de jardines ornamentados, rodeaba grandes calzadas de asfalto cambiaron. En New York, después de la Primera Guerra Mundial, en medio del impulso industrial capitalista, la ciudad inició un proceso que Gandy (2002) denominó “La automovilización del paisaje americano” (Gandy, 2002, p. 118). Otras ciudades como Hamburgo desde 1909 y Colonia desde 1920 en Alemania, permitieron intervenir en la estructura para permitir la circulación vehicular (Gandy, 2002, p. 124).

El uso de los vehículos de combustión interna para pasajeros impulsó la expansión y creación de los nuevos espacios de habitar en los territorios urbanos. Los suburbios en las ciudades del primer mundo se desarrollaron en el periodo posterior a la segunda posguerra como lugares periféricos, distales a las zonas de producción industrial y del centro económico, habitadas por la emergente clase media capitalista, impulsados en su habitar en gran medida por la posibilidad de acceso en su automóvil particular o a través de los servicios de transporte de pasajeros que se estructuraron cada vez mejor más desde entonces <sup>42</sup> (Sheller & Urry, 2000).

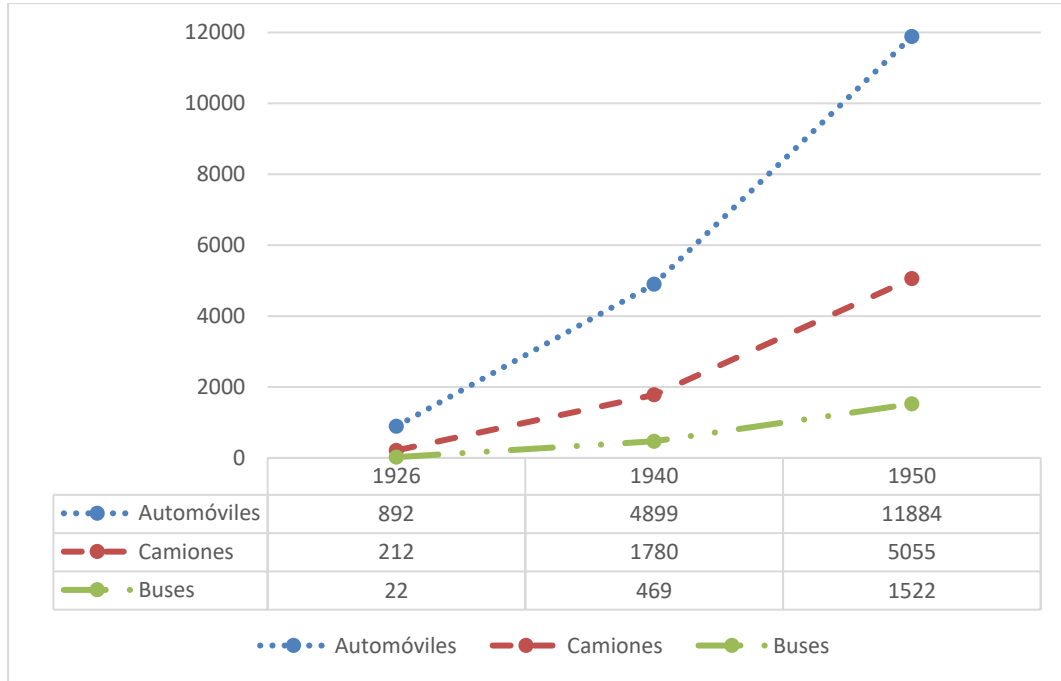
Esta nueva estructuración urbana, soportada en un proceso paulatino de cambios en el uso de la tierra, fue ampliando también desigualdades sociales entre zonas de la ciudad que determinaron patrones y riesgos de exposición a la contaminación atmosférica diferenciados que reflejaban en el aire, como se explica en el capítulo 1, las transformaciones que tenían lugar en el suelo.

Los riesgos para la salud humana, asociado con la automovilización en la ciudad fueron creciendo de forma constante durante todo el siglo XX, una dinámica que se comprende mejor si se conoce de cerca el funcionamiento contaminante del motor a combustión de hidrocarburos, como se explica en la próxima sección. Los olores a gasolina y el humo en la atmósfera se fue naturalizando en la sociedad bogotana a medida que se iba automovilizando su paisaje; las alarmas llegaron solo con las mediciones hacia finales de esta centuria.

---

<sup>42</sup> De esta forma el automóvil intervino en la estructura física y social de las ciudades co-determinando su crecimiento, Sheller y Urry (2000) se refieren a esta complejidad de la siguiente forma: “La automovilización es una compleja amalgama de máquinas entrelazadas, prácticas sociales y vías excavadas, no cuando esta estacionado en el hogar, pero sí cuando se mueve esta semi privada y altamente peligrosa cápsula... argumentamos que la automovilización ha cambiado la forma de las ciudades y del espacio público a través de la movilización en las sociedades modernas” (Sheller & Urry, 2000).

**Gráfica 3. Crecimiento del número de vehículos de combustión fósil en Bogotá en la primera mitad del siglo XX.**



Fuente: Elaboración propia con base en datos del periódico El Tiempo, marzo 1 de 1951.

### 2.1.2 Una tecnología contaminante del aire: combustión interna.

Los vehículos autónomos - “auto-móviles” - de combustión interna que, independientes de la fuerza humana o animal para su accionar, basaban su tecnología en la transformación calórica de destilados del petróleo en energía mecánica para el movimiento, han sido los protagonistas de la movilidad humana y de carga desde principios del siglo XX (John R McNeill, 2000, p. 92 y 110).

Estos artefactos funcionan por el uso de un motor de combustión que, a través de la fuerza generada por la quema del combustible que mezclan con aire (que toman del ambiente) en la cámara de combustión, mueven un pistón que transmite esa energía al mecanismo de las ruedas, permitiendo el movimiento. Los vehículos de esta clase se consolidaron como la mejor forma moverse desde

finales del siglo XIX, el primero que realmente tuvo éxito fue creado en Alemania en 1886 y desde entonces su producción no se ha detenido hasta ahora (Miguez Santos, 2018, p. 35)<sup>43</sup>.

Los refinados del petróleo se mostraban para entonces como menos contaminantes que el carbón y producían menor cantidad de “suciedad” en su uso final. Además los procesos de distribución eran más sencillos, por lo cual fueron extendiendo su uso; para 1930 lo reemplazaron como la fuente de energía en el transporte y para 1950 en la industria (John R McNeill, 2000, p. 185).

El mercado del automóvil se disparó, especialmente en los países industrializados. Para 1914 rodaban en el planeta cerca de un millón de vehículos a gasolina, pero con el modelo T que lanzó Henry Ford (1863-1947) en 1922 llegaron a 18 millones, en 1938 se contaban 40 millones, en 1956 la cifra llegó hasta 100 millones de unidades, 170 millones para mediados de la década de los 60’s y alrededor de 1000 millones construidos y 500 millones rodando para el año 2000. El automóvil se había consolidado como un importante ícono de la modernidad y de la globalización de la tecnología (Chow Pangtay, 2002; Hormaeche, Pérez de Laborda, & Antón, 2008, p. 12; Sheller & Urry, 2000).

Para la industria del automóvil las emisiones no constituían un problema: los retos tecnológicos más importantes estaban relacionados tanto con el diseño estético, que era lo que realmente impulsaba

---

<sup>43</sup> A pesar de ser la fuente de energía dominante, los hidrocarburos derivados del petróleo no han sido la única. En 1769 Cugnot en Francia inventó uno de los primeros vehículos autónomos impulsado por una enorme caldera de vapor que funcionaba con carbón, modelo desechado rápidamente por el gran tamaño y dificultades técnicas que representaba montar para entonces dicha maquinaria en de 3 ruedas (Lord Montagu of Beaulieu, 1986). Paralelo con los modelos alemanes de finales decimonónicos, la electricidad también se utilizó como sustrato para el funcionamiento de los coches; vehículos eléctricos circularon por las ciudades europeas y lograron alcanzar cantidades que competían con los de combustión interna, la compañía estadounidense Anderson Electric Car Company produjo entre 1906 y 1940 alrededor de 40.000 autos eléctricos (Redacción BBC, 2016). Más, para el fin de la Primera Guerra Mundial, esta tecnología se había extinguido, en relación con variables relacionadas con el mercado y el consumo individual<sup>43</sup> y el dominio de la combustión interna fue total desde entonces (Ivory & Genus, 2010).

las ventas, como con la búsqueda de una mejor eficiencia del proceso de combustión interna que fluctuaba apenas entre 10 y 30% de consumo de combustible efectivo por kilómetro recorrido (Laine, 2009; M. Rojas, 2007, p. 117). Por ello, el desarrollo tecnológico automotriz se volcó hacia mejorar la eficacia de los motores alimentados por los dos más utilizados derivados de la refinación del crudo: la gasolina y el gasóleo o Diesel (Laine, 2009).

La gasolina, el derivado más utilizado en la industria del automóvil, es uno de los productos más ligeros del proceso de refinación fraccionada del petróleo, compuesta por una mezcla volátil de varios subproductos como nafta, butano, butenos, alquilatos y etanol. Su baja densidad y su índice de octano elevado, entendido como la capacidad de compresión que puede soportar antes de explotar espontáneamente, los han posicionado como un producto confiable para el uso en los motores de combustión por chispa de bujía (Chow Pangtay, 2002).

El Diesel por otro lado es uno de los más densos productos de la destilación del crudo, con características físicas mucho más cercanas al aceite (gas-óleo). Se compone de cadenas pesadas de hidrocarburos parafinados más naftalenos y alcanos bencenos: este combustible funciona en motores donde, al inyectarse a presión en una cámara llena de aire comprimido caliente, se quema generando gran cantidad de energía. El Diesel tiene como ventaja que genera 11% más energía por unidad de volumen que la gasolina, lo que hace los motores que funcionan con este producto más potentes y eficientes para el trabajo, además de robustos y duraderos (Chow Pangtay, 2002; Mollenhauer & Schreiner, 2010, p. 18).

Con cualquiera de estos combustibles, como resultado del proceso de combustión, los motores generan subproductos secundarios, emisiones que salen del motor a través del exhosto o tubo de escape: oxígeno ( $O_2$ ), nitrógeno ( $N_2$ ), dióxido de carbono ( $CO_2$ ), monóxido de carbono ( $CO$ ), dióxido de nitrógeno ( $NO_2$ ), vapor de agua, compuestos orgánicos volátiles como el benceno, el tolueno, el benzopireno y otros hidrocarburos (HC) de la combustión incompleta. El Diesel produce, además de las emisiones ya nombradas, mayor cantidad de dióxido de azufre ( $SO_2$ ) y una elevada producción de hollín compuesta por núcleos de carbono y azufre a los que se adhieren hidrocarburos, agua, sulfatos, azufre y óxidos metálicos denominados Material Particulado (PM) (Chow Pangtay, 2002; European Council for Automotive R&D EUCAR, 2007; M. Rojas, 2007, p. 102).

Lejos de ser eficiente, la combustión interna muestra como el uso de hidrocarburos fósiles como matriz energética para el transporte ha llenado de contaminantes la atmósfera. La centralidad del rol de la combustión de gasolina y el Diesel en este proceso es tal, que vale la pena detenerse para entender exactamente cómo ocurre en los motores la producción de las sustancias contaminantes de la atmósfera. Se trata de un proceso socio-técnico, y no puramente químico o mecánico.

Empecemos por entender el papel del aire en el proceso, que es doble: sirve como insumo, especialmente el oxígeno como comburente, y como receptor de las emisiones de escape del motor. A través de la mezcla del oxígeno del aire con el combustible, se genera la llama en el motor. La tecnología utilizada en los motores a gasolina hasta los años '70 para lograr un adecuado proceso de mezcla era el carburador. Este dispositivo actuaba como una válvula que permitía la entrada del aire para que se mezclara con la gasolina a través de la presión propia de la atmósfera y de la succión de los pistones en el proceso de quema (F. Miranda, 2012, p. 6).

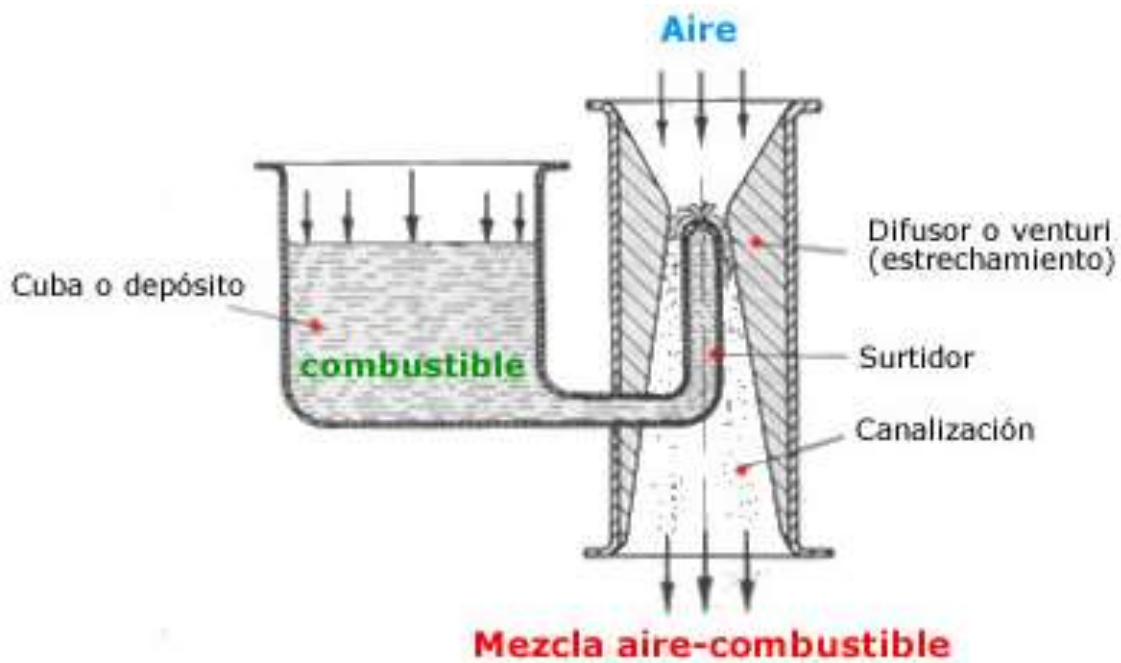
La característica volátil de la gasolina hacía preciso un mecanismo de entrada de aire adecuado para generar una mezcla homogénea que, al entrar en la cámara de combustión, generara una quema eficiente disminuyendo las pérdidas de combustible y con ellas bajas en la potencia en el motor. El carburador estaba lejos de lograr una razón de mezcla aire/combustible óptima, denominada mezcla estequiométrica, que cumpliera con el estándar de 14,6 partes de aire para cada parte de combustible. Por esto, los gases de escape de los motores con carburador contenían gran cantidad de residuos producto de esta ineficiente mezcla especialmente hidrocarburos (HC) no quemados (que hacían que el humo emitido oliera a gasolina), CO y NOx que contaminaban el aire (Lord Rothschild, 1971).

La Imagen 14 muestra como con mezclas bajas en aire se eliminan gran cantidad de HC y CO, mientras que con mezclas altas los HC y CO disminuyen considerablemente, pero aumentan los NOx, por la mayor disponibilidad de nitrógeno del aire. Llegar a mezclas perfectas durante todo el funcionamiento del motor era imposible con el uso de la tecnología del carburador (Autotécnica TV, 2015; Lord Rothschild, 1971).

Por otra parte, el mismo diseño abierto hacia la atmósfera de este dispositivo producía pérdidas de HC que contaminaban el aire, eliminados libremente en bajas cantidades por la exposición de la

gasolina volátil, siendo esta otra fuente de emisiones y contaminación. La imagen 16, en Rothschild (1971) muestra otros sitios de emisiones en los automóviles.

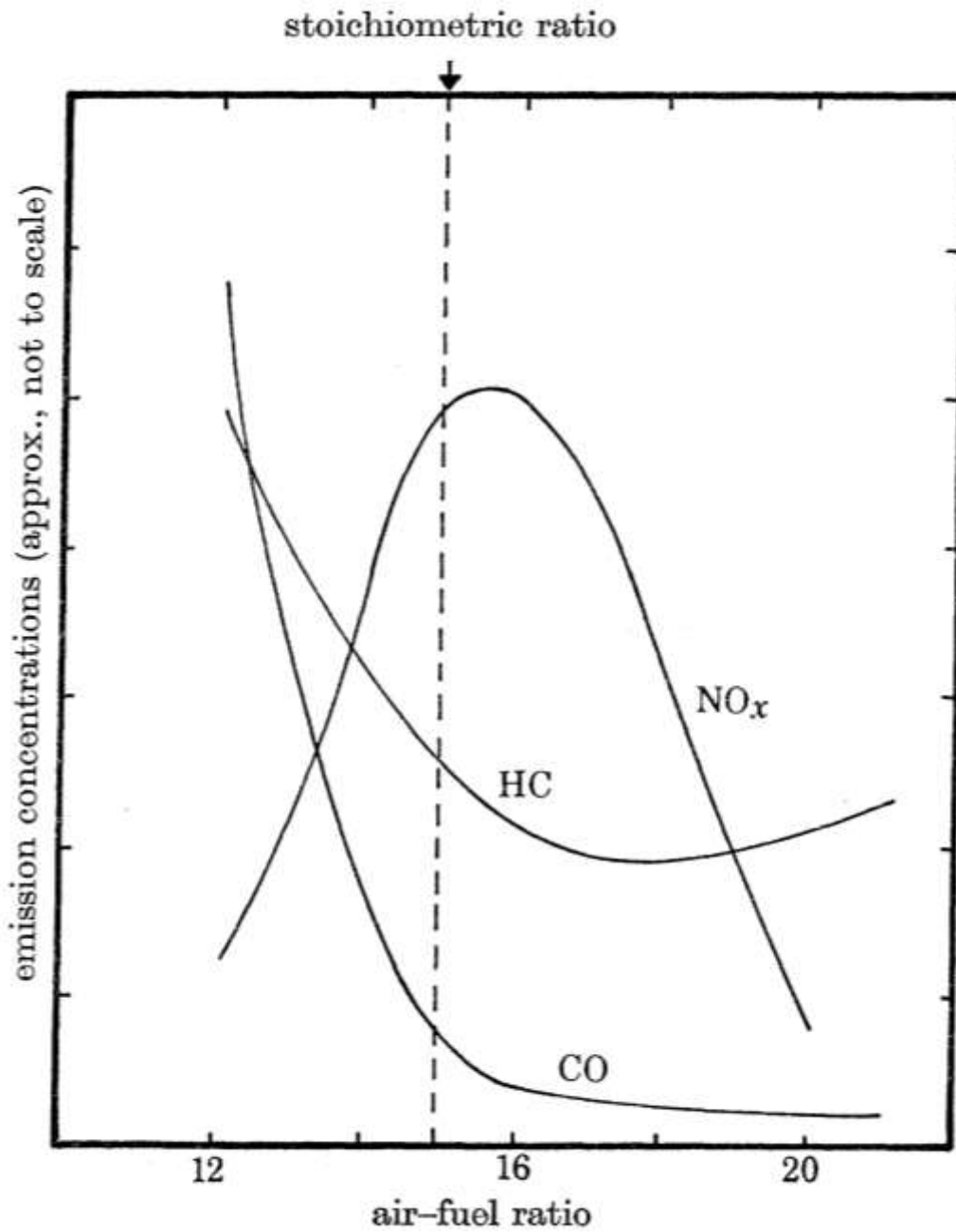
**Imagen 14. Esquema básico del funcionamiento del carburador**



Fuente: Miranda, F. (2012). *Los carburadores y la inyección de gasolina* (Universidad ICEL). Página 4.

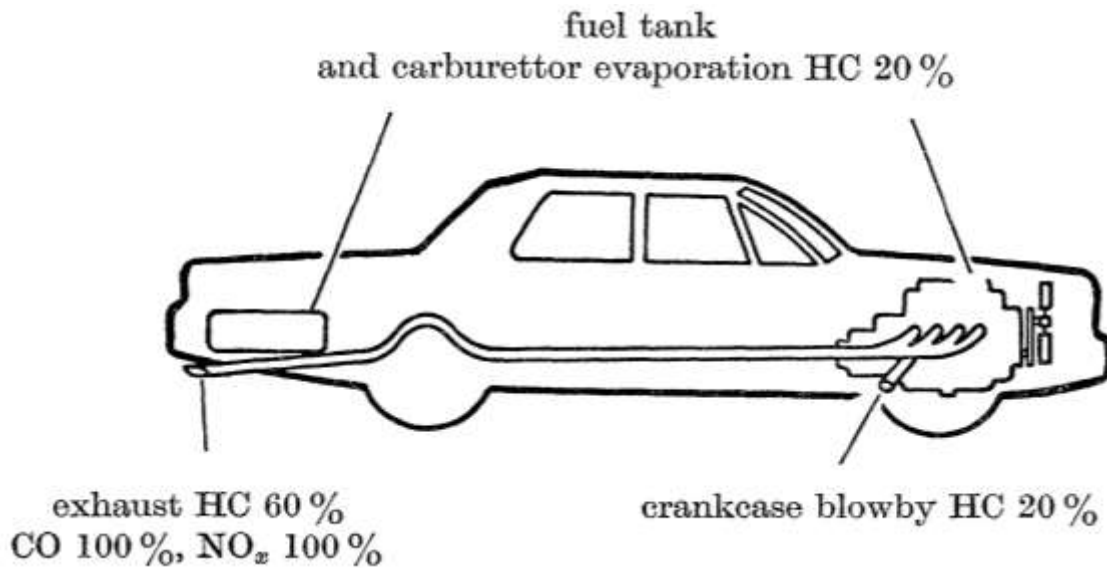
Otras vías de emisiones también contribuían a la contaminación del aire por la tecnología vehicular: el tanque de gasolina, donde se podían emitir HC por el mal sellado o fugas volátiles, y el cárter, por donde se podían filtrar contaminantes del proceso de combustión a través de los pistones o contaminación por filtrado y quema de aceite hacia la cámara de combustión, que se expresaba en humos de color blanco o negro. Este problema se corrigió con un sistema de auto circulación que, en vez de llevar los contaminantes a la atmósfera, los ponía junto con los gases de escape (Faiz, Weaver, & Walsh, 1996, p. 83).

Imagen 15. Producción de contaminantes en relación con la mezcla aire – combustible.



Fuente: tomado de Lord Rothschild. (1971). The Fourth Royal Society Technology Lecture Petrol and Pollution. Proceedings of the Royal Society of London. Series A, Mathematical and Physical Sciences, 322(1549), 147-163.



**Imagen 16. Otras fuentes de contaminación en un vehículo a gasolina, 1971.**

Fuente: tomado de Lord Rothschild. (1971). The Fourth Royal Society Technology Lecture Petrol and Pollution. Proceedings of the Royal Society of London. Series A, Mathematical and Physical Sciences, 322(1549), 147–163.

Faiz (1996) lista otros componentes del vehículo que también generaban contaminación: el aire acondicionado, el desgaste de las llantas, las emisiones del cárter -lugar donde se aloja el cigüeñal, artefacto que transmite el movimiento de los pistones a las ruedas- y del sistema de frenos especialmente las bandas (de asbesto) y campanas, que, aunque son importantes, no serán objeto de revisión en este trabajo, que se centrará en las emisiones del proceso de combustión que se eliminan por el escape del motor.

No fue sino hasta finales de los años 60's que se pudo estandarizar la relación aire/combustible en los vehículos de gasolina con la introducción de la inyección electrónica. Este proceso aportaba una mezcla estequiométrica al motor mejorando significativamente la eficiencia en la quema de combustible, disminuyendo el consumo de gasolina y los niveles de emisión de HC, CO y NO<sub>x</sub>. El uso de la inyección electrónica fue implementado de forma paulatina, en especial por los costos elevados frente al carburador. Solo hasta bien entrados los años 80's se popularizó esta tecnología y

logró ser la preferida por la industria desde entonces (BMJ, 1969; Faiz, Weaver, & Walsh, 1996, p. 1983).

Ya en los años setenta, la introducción del mecanismo de catalización de gases de salida para los vehículos a gasolina, como medida obligatoria para todos los automóviles nuevos, de acuerdo con la Ley del Aire Limpio de la Agencia de Protección Ambiental de los Estados Unidos (EPA) en 1975, inició un camino de regulación de tecnologías y combustibles a través de la legislación que, aunque emitida por la consultora norteamericana, se fue extendiendo a todo el mundo occidental en la búsqueda de disminuir la cantidad de contaminantes emitidos hacia la atmósfera (Faiz et al., 1996, p. 67; Kircher & Armstrong, 1973).

Más este trasegar de innovación tecnológica no se adoptó de forma sincrónica en Bogotá. Según datos de Misas Arango (2009), para 1978 rodaban 96% de vehículos para el transporte de pasajeros con matriz energética basada en gasolina, de los cuales el 48% tenían más de 10 años de operación y circulaban sin tecnologías de control de contaminantes alguna y con motores de mezcla por carburador. A pesar de que la tecnología de manejo de emisiones de escape y de inyección electrónica ya existía a nivel mundial, su llegada estaba lejos de ser una realidad en la ciudad en gran medida por los costos elevados de la actualización tecnológica y por la inexistencia de programas de incentivo fiscal o financiero a la renovación y chatarrización de automotores obsoletos (Misas Arango, 2009, p. 280). De esta forma, el desgaste propio de los materiales del motor hacía que los procesos de combustión fueran cada vez más deficientes, los modelos más antiguos y tecnológicamente desactualizados generan mayor cantidad de contaminación que emiten en la atmósfera.

La tecnología Diesel por otra parte, reservada para labores pesadas desde su invención, fue desplazando a los vehículos de transporte de pasajeros a gasolina especialmente en las últimas décadas del siglo XX. Estos motores, sin una necesidad de mezcla perfecta, introducen abundante aire al motor que, al comprimirse, se calienta y al entrar en contacto con el combustible, inyectado a presión en la cámara, genera la llama sin necesidad de chispa como en los de gasolina. La pérdida de HC en esta tecnología es menor, por las características de baja volatilidad del gasóleo, así como la emisión de CO. Más la producción de NO<sub>x</sub> y SO<sub>2</sub> son altas, esta última relacionada con el número

de partes por millón (ppm) presentes en la composición del combustible. Los motores Diesel forman partículas, de entre 10 y 70 nanómetros, por tres razones fundamentales: las bajas temperaturas dentro del motor, la baja disponibilidad de oxígeno o la presencia de aceites en la zona de quemado asociada al desgaste natural de los motores con el tiempo (Neeft, Makkee, & Moulijn, 1996; Néstor Rojas, 2004).

De acuerdo con Rojas (2004) las emisiones de partículas en los Diesel han disminuido sustancialmente desde los años 90's:

“la tecnología a los límites de emisión para vehículos a Diesel ha logrado reducir los factores de emisión en más de un 80% con respecto a los niveles de 1990. Los principales cambios introducidos han sido el mejoramiento de la inyección de combustible hacia mayores presiones, el rediseño de la cámara de combustión para mayor turbulencia [que genera mejores patrones de mezcla], el turbocargador con enfriamiento para el aire, tiempos de inyección flexibles, la introducción de dos válvulas, entre otros. Un vehículo a Diesel puede incluso emitir menores concentraciones en número de partículas que un vehículo similar a gasolina, cuando está equipado con una trampa o filtro de partículas” (Néstor Rojas, 2004).

Aun con estas intervenciones en los motores, las emisiones contaminantes de los vehículos Diesel siguen generando contaminantes abundantes en las ciudades. La robustez tecnológica de estos motores hizo que su vida útil se alargara, manteniendo automotores con tecnología obsoleta y contaminante más años rodando por las calles. A esto se sumó que la flexibilidad de las políticas públicas respecto al control de las emisiones en el país haya hecho muy difícil vigilar el perfil contaminante de estos vehículos. El resultado es que, en Colombia como en el mundo, esta tecnología, aunque ambientalmente insostenible ganó la posición como la mejor opción para el transporte de carga y pasajeros en las urbes modernas.

En Bogotá se introdujo el Diesel en el transporte de pasajeros desde la década de los 70's, pero no fue sino cuando el Transmilenio, transporte masivo de personas predominante en la ciudad en el siglo XXI, empezó a rodar, cuando este combustible dominó el mercado del transporte en la urbe (Redacción El Tiempo, 2000).

Además de los cambios artefactuales en los componentes del motor, otra forma de mejorar la eficiencia, que terminó generando impactos negativos en el aire, fue el uso de mezclar aditivos a los combustibles. Incluir o quitar sustancias en la composición de la gasolina y el Diesel se hizo popular como una forma de mejorar características de estos que redundaran en mejor combustión y menor desgaste del motor (Blumberg, Walsh, & Pera, 2003; Laine, 2009). Las mezclas se hicieron comunes considerándose un arte y marca propia de las refinerías, Rojas (2007) hace referencia a ellas de la siguiente forma:

“El arte de formular correctamente la gasolina que no cause que los motores cascabeleen, no causen vapores en verano pero que sean fáciles de prender en invierno, que no formen depósitos, que se quemem limpiamente sin residuos y que no se disuelvan o envenenen el catalizador del automóvil o al usuario, está basado en conocer la composición de la gasolina” (M. Rojas, 2007, p. 107).

Esta perspectiva para mejorar los combustibles, con el foco únicamente en la eficiencia, dejó de lado los impactos negativos que podían tener los aditivos en el ambiente y en la salud humana. El principal ejemplo de esto fue el uso del tetraetilo de plomo ( $C_8H_{20}Pb$ ), que se utilizó desde 1913 para disminuir el efecto del “cascabeleo” por la explosión violenta incontrolada de la gasolina. Este metal estabilizaba la explosión, aumentando el octanaje de la gasolina, con lo que se mejoraba el golpeteo en el motor, pero al mismo tiempo se eliminaba plomo a través del exhosto en grandes cantidades, que se acumulaba en la atmósfera contaminando el aire. Esta práctica tardó más de 80 años en desaparecer en el mundo, hasta cuando fue prohibida en la década de los Noventa, no sin antes dejar miles de personas afectadas por la bioacumulación de este metal pesado en su organismo (J. Arango & Arango, 2009; Chow Pangtay, 2002; Piver, 1977).

Para los Diesel, las altas concentraciones de azufre ( $S_2$ ) eran el problema mayor, ya que estos producían más partículas y aumento de emisión de  $SO_2$  que se convertía en niebla tóxica, causando problemas respiratorios agudos por su inhalación<sup>44</sup>. Además, el Diesel estaba involucrado en la

---

<sup>44</sup> Como lo documenta McDermott, W. (1961). Para casos en Norteamérica y en Inglaterra en su artículo Air Pollution and Public Health. *Scientific American*, 205(4), 49–57. <https://www.jstor.org/stable/24937102>

producción de lluvia ácida<sup>45</sup>, que genera impactos en la vegetación e infraestructura. Por esto, para este combustible las acciones se centraron en disminuir la cantidad de azufre (en ppm) en su composición (Blumberg et al., 2003; McDermott, 1961; Néstor Rojas, 2004). La meta desde la década de los 90' fue llevarlo a concentraciones por debajo de 50 ppm (Klaassen, 1993; Méndez Espinosa, Pinto Herrera, Galvis Remolina, & Pachón Quinche, 2017).

Desde 1992 tanto la Agencia de Protección Ambiental norteamericana (EPA) como las normas EURO, patrón de referencia de la Unión Europea para el control a la emisión de contaminantes de los vehículos que transitan por sus países miembros, se trazaron directivas en torno a controlar los gases de exhosto que se eliminan en la atmósfera por los vehículos de combustión interna (Faiz et al., 1996; Ocampo-Giraldo, Gonzalez-Calderon, & Posada-Henao, 2019; Willens, 1970).

En Colombia también se tomaron medidas al respecto: la Ley 948 de 1995 prohibió el uso de tetraetilo de plomo como aditivo para la gasolina (Presidencia de la República, 1995), y de la mano de la Empresa Colombiana de Petróleos (ECOPETROL) se impulsó la disminución de la concentración de azufre en el Diesel, que pasó 9000 ppm en los años 80's a tan solo 50 ppm en 2013 y a menos de 10 ppm en 2019 (Diaz, 2011, p. 55; ECOPETROL, 2014; Portafolio, 2019).

Aun con estas intervenciones, el uso de los vehículos de combustión interna en Bogotá siguió creciendo, hasta dominar, en especial los Diesel, el transporte masivo de pasajeros y de carga en la capital en la primera década del siglo XXI. Una vez lograda la hegemonía, se torna casi innatural recordar que no siempre la matriz energética bogotana ha sido fósil, y reconocer que el proceso de afianzamiento de esta tecnología requirió de casi todo el siglo XX. Por esto, ahondar en la historia de la consolidación de los vehículos de combustión interna como ejes de los servicios de transporte en la ciudad nos permite comprender porque el problema de contaminación atmosférica grave y complejo que Bogotá enfrenta hoy, y que trae consigo una alta carga de enfermedad y muerte para

---

<sup>45</sup> La lluvia ácida se refiere a la acumulación de óxidos de azufre y nitrógeno en la atmósfera que, siguiendo el ciclo del agua se acumulan en las nubes y precipitan en forma de lluvia generando impactos en la flora, fauna e infraestructura donde se depositan. Para McNeill (2000) la principal fuente ha sido el SO<sub>2</sub> de origen en combustibles fósiles el que ha alimentado la lluvia acida en el siglo XX (John R McNeill, 2000, p. 76)

sus habitantes, tiene explicación en la historia misma de la ciudad, su sociedad y su medio ambiente (Observatorio Nacional de Salud, 2018, p. 87).

## **2.2 La consolidación de un modelo basado en combustibles fósiles, siglo XX.**

### **2.2.1 Del tranvía a los automóviles y buses a gasolina.**

La relación entre el aire bogotano con la matriz energética utilizada para el transporte se comenzó a construir desde el inicio del recorrido del tranvía en 1884. El ferrocarril urbano se posicionó por más de 50 años como el principal medio de transporte de personas en la ciudad, y aunque era un sistema ruidoso y sucio en su interior, era limpio para la atmósfera de la capital por el uso de energía eléctrica como el insumo para su maquinaria. Sin ser impulsado por combustibles fósiles y sin emisión de gases y partículas contaminantes, el tranvía sería sin embargo el pionero en construir una relación cargada por emociones y sentimientos, en general negativos, entre los sistemas de transporte masivo y las personas en la capital.

Bogotá enfrentaba la llegada del siglo XX rompiendo su estructura aldeana, densificándose y aumentando su tamaño. La ciudad pasó de ocupar 260 hectáreas a final del siglo XIX a extenderse a casi 40.000 para el año 2018, con una población que pasó de 96.605 habitantes en 1900 a 7.181.000 en 2018, poniendo a esta centuria como el periodo de mayores y más estructurales cambios en la historia de la metrópoli (Departamento Administrativo Nacional de Estadística, 1975; Mejía Pavony, 1997).

En una ciudad todavía pequeña, a finales del siglo XIX moverse a pie era la mejor manera de transportarse, aunque también se usaban caballos y mulas. Cuando la ciudad se expandió hacia el norte, en las haciendas de Chapinero, el tranvía jalado por mulas apareció como una posibilidad de movilización más expedita y con ella se inauguraba el primer sistema de transporte “masivo” de personas en la capital (Baquero, 2009, p. 21). Recorriendo la ciudad en rieles de madera y tirado por “bestias”, el tranvía inició su funcionamiento en 1884, construido y concesionado a la empresa

---

estadounidense *J.G Brill Company*. El ferrocarril urbano se consideraba un ícono del progreso en la capital (Baquero, 2009; F. Zambrano, 2007b).

La compañía norteamericana fue la responsable de su manejo hasta el 7 de octubre de 1910, cuando lo vendió al Municipio, presionada en gran parte por las tensiones sociales relacionadas con la invasión y posterior venta de Panamá a los Estados Unidos en 1903. Inmediatamente después de la compra se inició el proceso de renovación expresado en el cambio de los rieles de madera por metal y la transición de su matriz energética hacia la electricidad (A. Zambrano, 2015; F. Zambrano, 2007b).

El trazado de las líneas del tranvía contribuyó a la distribución de la población urbana, para entonces confinada en el centro de la ciudad, llevando más personas hacia la periferia norte, sur oriental y occidental, con lo que la densidad poblacional cambió de 413 habitantes por hectárea en 1890 a 132 en 1938 (F. Zambrano, 2007b). Este medio de transporte también acercó la ciudad, permitiendo la incorporación de zonas de la periferia y municipios cercanos como el barrio Egipto, Las Aguas y Las Cruces, además del sector de las haciendas de Chapinero al norte al centro urbano de Bogotá. El barrio Ricaurte se consolidó como zona industrial en relación con las estaciones de la Sabana y Paiba, por el movimiento de carga del Ferrocarril de Occidente y Norte, y la acción del tren urbano en esa zona occidental de la ciudad (Mapa 5) (Zambrano, 2007)

La hegemonía del tranvía fue haciéndose insostenible en relación con las limitaciones propias en el funcionamiento de este sistema. La rigidez del recorrido generó una falta de cobertura en grandes áreas periféricas de la ciudad, puesto que se requería de una gran inversión económica para lograr el acceso a ellas, como lo registra la prensa de la época (Imagen 17).

La solución llegó con la introducción paulatina de vehículos a gasolina que, al principio de forma desorganizada e informal, transportaban pasajeros como una opción al servicio del tranvía (Montezuma, 2000, p. 22).

Mapa 5. Recorrido del Tranvía en Bogotá en 1913.



Fuente: Elaboración propia con base en el mapa “Plano de la ciudad de Bogotá” elaborado por la Oficina de Longitudes y Gregorio Hernández, georreferenciado por Luis Carlos Colón, disponible en: <http://mapwarper.net/maps/wms/8296?request=GetCapabilities&service=WMS&version=1.1.1>



La falta de adaptación a la ciudad creciente hizo que desde 1923 se desbordara la capacidad del tranvía, lo cual estimuló la entrada de vehículos para el transporte de carga, tipo camiones, modificados con sillas de madera en el platón donde movilizaban personas. Estos vehículos sirvieron primero como conectores con las líneas del tranvía para luego convertirse en sus competidores y ganadores desde 1951. La Empresa del Tranvía intentó reaccionar a esta competencia comprando 25 buses para incorporar a su flota desde 1925 (Baquero, 2009, p. 25), mas la abundancia y versatilidad de los servicios, especialmente en las zonas periféricas le impidió subyugarla, con lo que inició la transición de la matriz energética del transporte masivo urbano de pasajeros de electricidad, sin emisiones, a una de base fósil contaminante (F. Zambrano, 2007b).

**Imagen 17. Peticiones ciudadanas de acceso al tranvía en Bogotá, 1913.**

**El tranvía a San Cristóbal**  
Los vecinos de San Cristóbal y Las Cruces han elevado un memorial a la empresa del tranvía en que le piden que prolongue la línea del sur hasta el primero de esos barrios, pues ya ha adelantado mucho y con motivo de la colocación del acueducto será sin duda más importante que Chapinero dentro de unos años. Y la empresa ha respondido que hay que esperar que se solucione la consecución del empréstito de Londres, que desde hace dos años se viene gestionando, para ver si es posible el ensanche de las actuales líneas del tranvía, pues no se puede ir tendiendo líneas en una forma inconsulta.

Fuente: periódico El Tiempo, 13 de mayo de 1913

El crecimiento del servicio de los buses a gasolina como competidores directos del mercado del tranvía se empezó a notar en la cantidad de pasajeros transportados: según datos de Zambrano (2015) para 1927 los buses urbanos transportaron 4.534 pasajeros correspondientes al 21.19% de todos los

movilizados en la ciudad en ese año. Esta cifra fue aumentando de forma progresiva hasta llegar al 35% a 50% de participación para la década de 1950 (A. Zambrano, 2015).

Por otra parte, un sentimiento de insatisfacción creciente frente al ferrocarril urbano se fue haciendo manifiesto en la ciudad. Rodríguez (1929), en nota publicada en el periódico el Tiempo del 27 de febrero, hacía énfasis en especial en la suciedad, falta de decoro, ruido, lentitud de la marcha y grosería de los conductores del tranvía, condiciones que hacían que un sentimiento social de rechazo hacía este medio de transporte fuera cada vez mayor, creando una insatisfacción general frente a él que se mantendría hasta el fin de su funcionamiento (Rodríguez, 1929). La prensa de la época abunda de referencias al respecto.

**Imagen 18. Quejas acerca de los malos modos y suciedad en el tranvía de Bogotá, 1929.**

Verá usted: Los carros del tranvía se conservan en una suciedad repugnante y esto, a más de ser antihigiénico, es indecoroso. Pero el decoro falta de manera absoluta en las empresas municipales, y por eso he afirmado que mi reclamo se refiere a un defecto pequeñísimo, si se considera el decoro con el criterio de las autoridades municipales, y sobre todo, con las del tranvía.

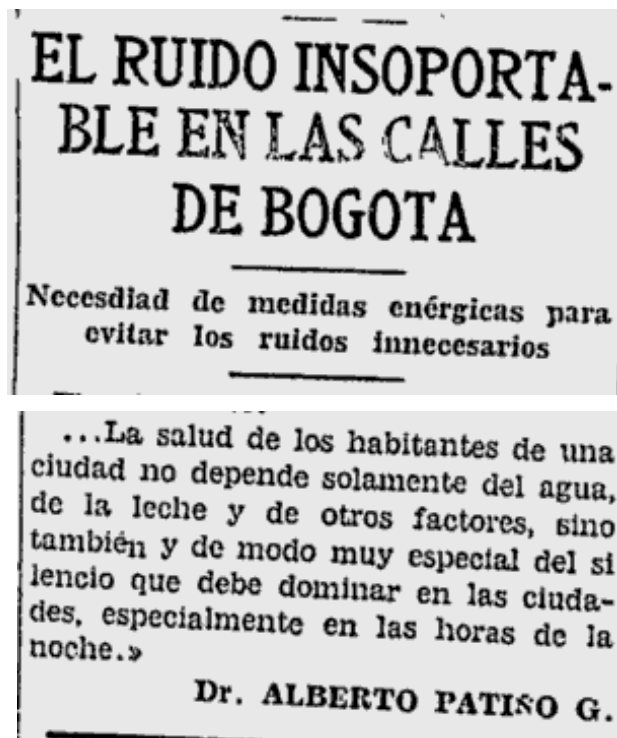
Para ser justo debo adelantarme a la defensa del defecto anotado, pues, seguramente depende de la falta de agua en el río Magdalena. Esta disculpa es, por lo menos la de más fundamento. En efecto, toda el agua del río Magdalena no alcanzaría para lavar el tranvía, pues la del acueducto de Bogotá no alcanza ni para el acueducto.

Del señor director, Atto, S. S.,  
**Héctor Rodríguez.**

Fuente: periódico El Tiempo, 27 de febrero de 1929

Sumado a esto, en nota publicada en el mismo diario el 27 de enero, el médico Alberto Patiño (1927) señalaba al tranvía como uno de los mayores aportantes de ruido en la ciudad, en sus palabras generando condiciones “insoportables” que causaban alteraciones del carácter, del oído y del sistema nervioso, proponiéndolo como un problema que impactaba la salud <sup>46</sup>, necesario de afrontar desde las instituciones municipales. El ruido, a pesar de no ser el objeto de este trabajo, es otro de los grandes ejes de investigación relacionados con la atmósfera urbana, convertido en un acompañante permanente que pasa inadvertido, pero que continúa generando estragos a la salud individual y colectiva (Carolina et al., 2000; Márquez Mayaudón, 1976; Orozco Medina, Figuero, & Orozco, 2015; Passchier-Vermeer & Passchier, 2000).

**Imagen 19. Imagen 6. Bogotá: una ciudad ruidosa**



Fuente: periódico El Tiempo, 27 de enero de 1927

<sup>46</sup> El ruido se ha convertido en las ciudades en un importante causante de malestar, alteraciones de la salud física y mental. El ruido se relaciona con trastornos de la audición que afectan a casi 1/3 de la población mundial, especialmente en las ciudades. Orozco Medina, M., Figuero, A., & Orozco, A. (2015). Aportaciones al análisis del ruido y salud en las ciudades. *Ixaya. Revista Universitaria de Desarrollo Social*, (9), 33–50. En: <http://www.revistascientificas.udg.mx/index.php/IXA/article/view/6776>. Márquez Mayaudón, E. (1976). El ruido y sus efectos. *Salud Pública de México*, XVIII(4), 685–791. En: <http://saludpublica.mx/index.php/spm/article/view/1277/1261>

Para completar esta percepción negativa, incluso se llegó a relacionar el hacinamiento en el ferrocarril urbano con la epidemia de tifo exantemático<sup>47</sup> de 1943 en Bogotá que, con 72 casos reportados durante el brote en el Hospital de la Hortua, encendió las alarmas sanitarias (El Tiempo, 1943).

**Imagen 20. El tranvía como fuente de infección, 1943.**

**72 CASOS DE TIFO EXANTEMÁTICO  
HAY EN EL HOSPITAL DE LA HORTUA**

Ha aumentado últimamente el brote epidémico en Bogotá.—La difteria también se ha venido propagando últimamente.—La campaña sanitaria oficial.

que la ciudadanía está a diario en contacto más o menos directo con gentes descuidadas, en los buses, en los tranvías, en los teatros, en las iglesias, en los mercados y en cuantos lugares de concentración pública hay en Bogotá. Como ya lo hemos publicado en anteriores ocasiones, debe procurarse, espontáneamente, la colaboración ciudadana en estas campañas, eliminando las ratas, las pulgas y evitando que se presenten los piojos entre la servidumbre. Un metódico empleo de elementales normas de higiene y de aseo, evita, en todo caso, el contagio.

Fuente: periódico El Tiempo, 22 de abril de 1943

Vehículo ruidoso, sucio y posible fuente de infecciones a pesar de haber sido limpio para la atmósfera bogotana, ese era el tranvía. La ciudadanía no se quejaba por las emisiones contaminantes, porque

---

<sup>47</sup> El tifo exantemático o tifo epidémico se transmite por la inoculación de las bacterias del tipo *Rickettsia prowazekii*, a través de las escoriaciones del rascado generado por la picadura de piojos *Pediculus humanus*. Esta enfermedad que predomina en sitios fríos y con mala higiene que permitía la transmisión del vector, fue muy común en las posguerras del siglo XX generando gran morbilidad poblacional pero que mejora fácilmente con el tratamiento antibiótico adecuado. Biblioteca Nacional de Medicina de los Estados Unidos. (2000). Tifus. MedlinePlus enciclopedia médica. <https://medlineplus.gov/spanish/ency/article/001363.htm>

que no existían, sino por las condiciones propias del servicio. El ferrocarril urbano durante su funcionamiento no emitió gases ni partículas contaminantes que se mantuvieran en el aire ya que funcionaba con energía hidroeléctrica, que ciertamente sí producía impactos ambientales y contaminación, pero en su sitio de generación, no en la ciudad.

Por todo esto, si en la atmósfera física el tranvía no tenía impacto significativo, en la *atmósfera afectiva* fue un poderoso contaminante. Tensas relaciones sociotécnicas se establecieron entre el sistema de transporte de pasajeros y la sociedad bogotana, que hicieron que el aire urbano se cargara con sentimientos de rechazo por la inoperancia e ineficiencia de este. Percepciones que sirvieron de antesala para posibilitar su reemplazado total a mediados del siglo XX.

El concepto de *atmósfera afectiva* que debuta en las ciencias geográficas en la primera década del siglo XXI, se relaciona según Gandy (2017) con un tipo característico de estado de ánimo o fenómeno compartido socialmente, percibido por comunidades que conviven en espacios territoriales comunes, donde emergen protagonismos y agencias que terminan llenando la atmósfera con emociones que son percibidas socialmente y que sirven para comprender, con mayor riqueza, formas colectivas de conciencia y experiencia urbanas (Gandy, 2017).

De acuerdo con Gandy (2017), la atmósfera tiene la capacidad de cargarse con las emociones y sentimientos de una gama de expresiones culturales y materiales, evocando respuestas afectivas y emocionales. Desde esta perspectiva el espacio geográfico y meteorológico que la define se complejiza con la expresión emocional humana, generando un *estado de ánimo* que es perceptible y actúa en la construcción territorial (Gandy, 2017).

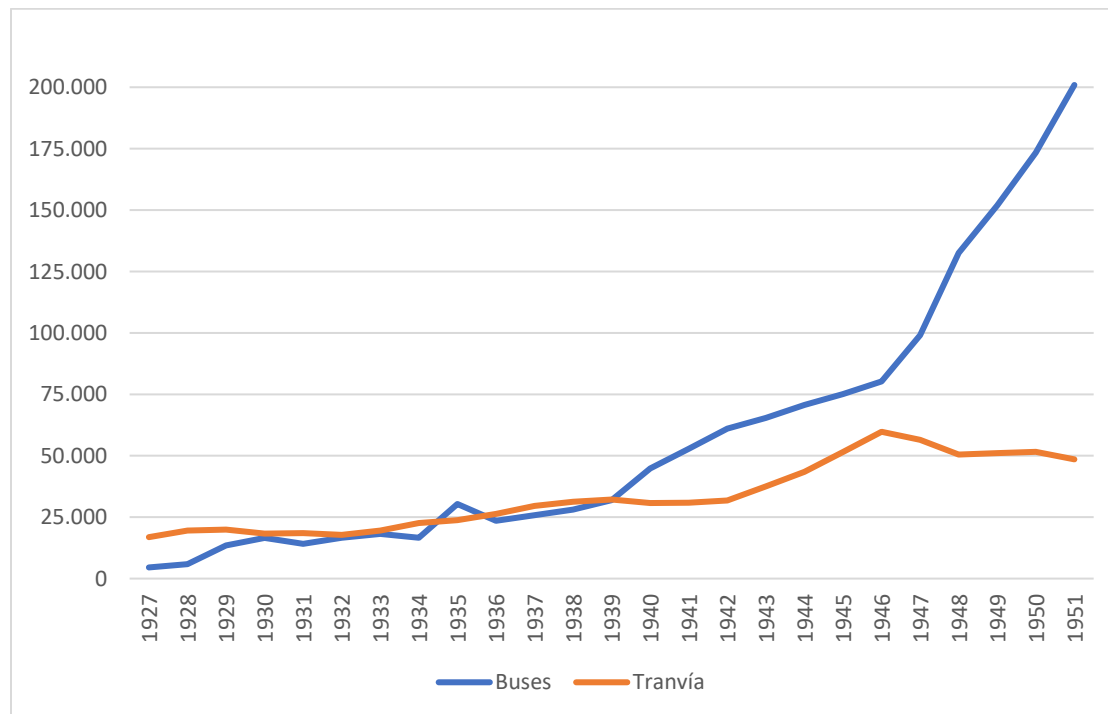
La atmósfera como espacio de construcción social se mezcla con la realidad cultural que en cada lugar geográfico se representa, Anderson (2009) propone cómo se podrían entender las relaciones entre esta forma de expresión del afecto y los espacios:

“las atmósferas [afectivas] pueden interrumpir, perturbar y perseguir a personas, lugares o cosas. Las atmósferas serían, en este sentido, versiones espacialmente difusas de los *afectos de vitalidad* que se entienden como las cualidades dinámicas de los sentimientos: *calmante, relajante, reconfortante, tenso, pesado o iluminado* que animan o amortiguan el sentido de la vida de fondo” (Anderson, 2009).

Desde esta perspectiva la construcción de una atmósfera afectiva tensa, con una carga emocional negativa en relación con el transporte en el tranvía de Bogotá, lo persiguió y definió, además de impulsar la necesidad de un cambio de modelo de transporte en la capital. El servicio de transporte de pasajeros en buses de gasolina, que para la década de los 40' ya se estaba organizado en cooperativas asociadas de propietarios, aprovechó este momento y, con mencionadas condiciones sociales y afectivas a su favor, impulsó la salida del ferrocarril urbano del mercado de la movilidad humana en la ciudad (Baquero, 2009, p. 146; Correa, Jimeno, & Villamizar, 2017).

El Bogotazo del 9 de abril de 1948 fue la excusa para poder vandalizar el servicio, quemando los carros del tranvía, pero no fue la causante de su salida del espacio urbano. El rechazo social y el fortalecimiento de los gremios privados de buses, lograron hacer la transición completa del tranvía eléctrico a los buses a gasolina (Baquero, 2009, p. 182), como muestra el paulatino aumento de pasajeros de los segundos y la disminución de los primeros.

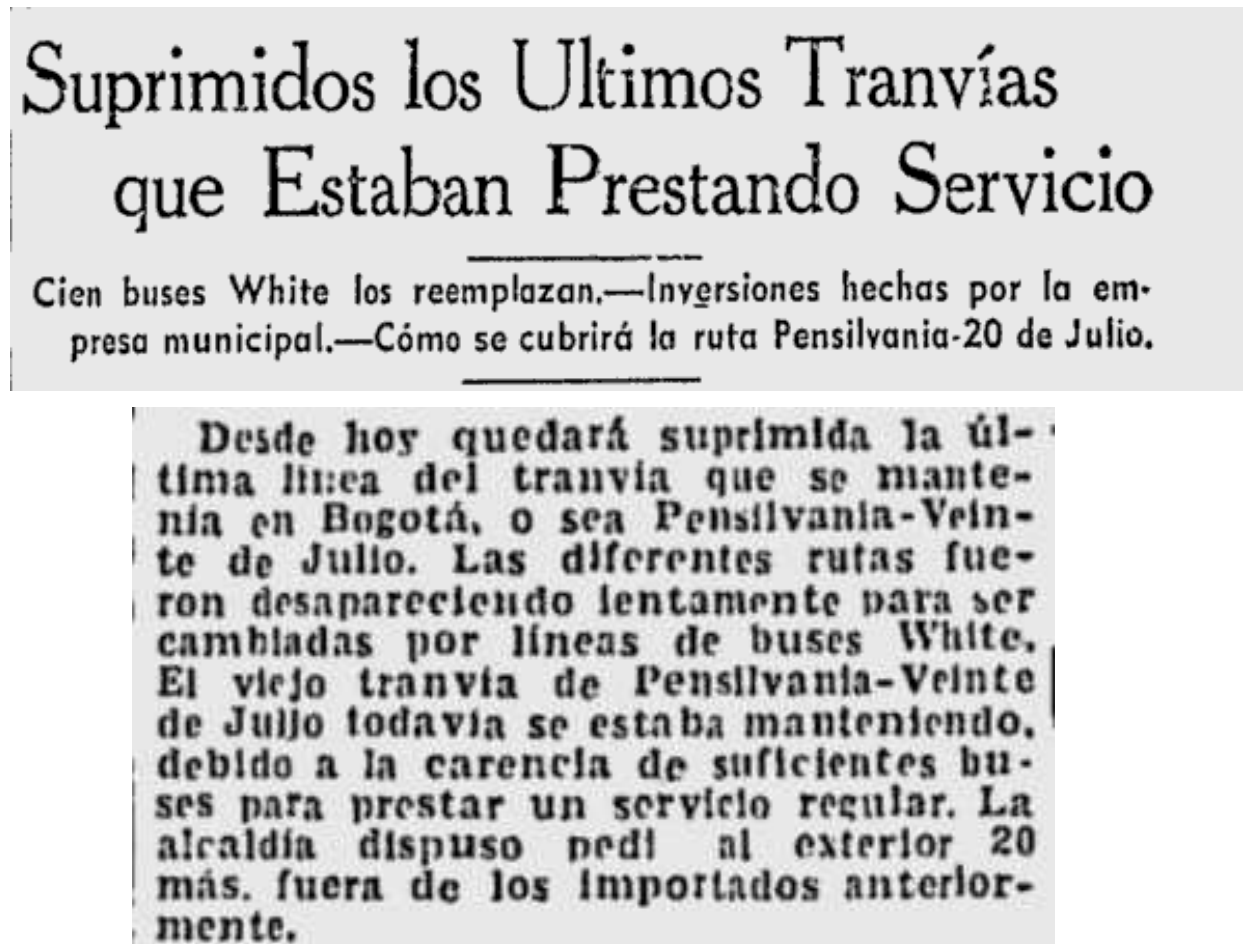
**Gráfica 4. Personas movilizadas por tranvía y buses 1927 – 1951**



Fuente: elaboración propia con base en Correa, Jimeno y Villamizar (2017) y Anuario municipal de estadística 1952 (Correa et al., 2017; DNE, 1952)..

Con la salida definitiva del tranvía, registrada emotivamente en la prensa (Imagen 21), la Empresa del Tranvía Municipal se mantuvo intentando competir en el nuevo mercado de buses a gasolina con la compra de 100 vehículos de la empresa norteamericana *White*, que mantuvieron las rutas del ferrocarril urbano (EL Tiempo, 1951).

**Imagen 21. Fin de un ciclo de transporte público cero emisiones en Bogotá, 1951.**



Fuente: periódico El Tiempo Julio 1 de 1951

Pero no fue suficiente esta inversión para mantener la posición de la Empresa, ya que el tranvía pasó de transportar el 75% del total de pasajeros en Bogotá en 1951, al 30% entre 1953 y 1960, cayendo de forma vertiginosa hasta el 8% en los años 80's y al 2 a 4 % en los 90's. Al contrario, los buses de las cooperativas de transporte privado pasaron del 25% de participación en 1951 hasta el 96% - 98% en los noventa desplazando claramente a la empresa estatal (Montezuma, 2000, p. 34).

Como un último esfuerzo de mantenerse en competencia con tecnología eléctrica, la Empresa Municipal del Tranvía introdujo en la capital la que sería una actualización del ferrocarril urbano: los trolebuses, trolley o troles (Díaz, 2010, p. 50). Estos vehículos tenían un diseño similar de carrocería a los de gasolina, pero se alimentaban con corriente eléctrica que tomaban directamente de cables aéreos conectados a los postes de la electricidad (Díaz, 2010, p. 10).

Esta tecnología se empezó a considerar como alternativa viable para la ciudad desde 1942 cuando el alcalde Carlos Sanz de Santamaría (1942-1944) inició los primeros estudios para el metro de la ciudad, proyecto que se descartó por sus elevados costos (El Espectador, 2019). Los troles iniciaron su recorrido por las calles bogotanas el 12 de abril de 1948 y, como en su momento lo había sido el tranvía, se mostraban como un paso adelante en la ruta del progreso y la modernización urbana (Díaz, 2010, p. 36; Prieto Páez, 2018).

El trole necesitaba una importante infraestructura propia, como postes y cableado, y era por su naturaleza un sistema fijo a una ruta específica. La flota de troles y sus rutas se fueron ampliando en la ciudad con esfuerzos significativos en la década de 1960s', en especial durante la alcaldía de Virgilio Barco (1966 -1969), cuando se intentaron implementar planes de recuperación de la empresa distrital inyectando dinero y tecnología para la construcción de nuevas rutas, en el denominado Plan Maestro Vial, bandera de la movilidad durante este periodo administrativo (El Tiempo, 1967).

A pesar de que el trole nunca tuvo el rechazo social que soportó el tranvía en su fase final, su incapacidad para adaptarse rápidamente a los nuevos espacios urbanos, por la necesidad de alta inversión en infraestructura, aun con los esfuerzos estatales y la cada vez mayor inoperancia administrativa municipal, hicieron que se fuera marchitando entre las décadas de los 70's y 90's como opción viable para el transporte en la ciudad (Chaves & Viviescas., 2001). Los troles murieron en 1990 con la liquidación de la Empresa Distrital de Transportes Urbanos (EDTU), que había reemplazado a la Empresa del Tranvía Municipal en 1959.



**Imagen 22. Troles en Bogotá en 1967, estertores finales de un transporte sin emisiones**

Ayer fue inaugurado por el alcalde Virgilio Barco, el servicio de buses Trole en la nueva línea al barrio Bravo Páez, después de haber inaugurado el Centro de Salud del Olaya. El alcalde aparece acompañado de la concejal Helena Páez de Tavera, de otros cabildantes y funcionarios. — (Foto El Tiempo, de Enrique Benavides).

Fuente: periódico El Tiempo, diciembre 17 de 1967.

Con la salida del sistema trolley de la ciudad se perdió la oportunidad de mantener una matriz energética eléctrica, o al menos opciones mixtas, en Bogotá cediéndole el pequeño porcentaje que faltaba del mercado a los buses de combustión a gasolina. Como ya lo había recibido el tranvía, a los troles también se les dio un “entierro de pobre”, como lo anotó el periódico El Tiempo en 1992:

“La falta de interés del Concejo capitalino hará que 250 troleys que fueron rescatados de la desaparecida EDTU continúen deteriorándose al sol y al agua en los garajes de la empresa, y que se desperdicie así un equipo que bien podría estar ayudando a solucionar el problema del transporte masivo y generando entradas para el Distrito” (Redacción El Tiempo, 1992b).

### 2.2.2 Hacia el dominio de la gasolina y el Diesel.

Para 1951 ya rodaban por la capital 752 buses de gasolina propiedad de particulares, que movían 1.327.344.772 pasajeros año (Baquero, 2009, p. 178). Estos compartían las calles bogotanas con 19.193 automóviles (entre particulares y oficiales) y 129 motocicletas, todos ellos con la misma matriz energética (DNE, 1952, p. 177). En cuestión de relativamente pocos años, la transición energética del transporte bogotano se había cumplido. ¿Cómo interpretar este tránsito a la era del vehículo a combustión fósil urbano en la ciudad? ¿Cuál es el aporte de estudiar esta transición, que nos permite comprender la complejidad de la relación entre contaminación del aire y salud humana?

Urry (2004) nos permite interpretar este cambio epocal a través del uso del concepto de *System of Automobility* (2004) para entender la forma en que se engrana la tecnología automotriz en un territorio, y se convierte en un *sistema de dominación social*. De acuerdo con el autor, juegan en este proceso de cambio seis características de esta tecnología: 1. Ser un *artefacto ícono de la industrialización*, 2. Consolidarse como *ítem del consumismo individual* además de símbolo de estatus social, 3. Impulsar complejas y poderosas *relaciones socio técnicas* y económicas locales - venta de accesorios, autopartes, autoservicios, montallantas y gasolineras por nombrar algunas- muy fuertes como ramas de la economía, 4. Permitir un patrón de *movilización cuasi-privada* que subordina otras formas de transporte, 5. Posicionarse como un *símbolo de buena vida* y una necesidad para trasladarse, 6. Tener la capacidad negativa de *apropiarse del ambiente* por dos vías: impulsando la transformación del paisaje urbano para su beneficio y utilizando la atmósfera como sitio de depósito de sus desechos de combustión (Urry, 2004).

En la misma línea se expresa Sennett (1976):

“Hoy, experimentamos una facilidad de movimiento desconocida para cualquiera previo a la civilización urbana y, sin embargo, el movimiento se ha convertido en la más cargada de ansiedad de todas las actividades diarias. La ansiedad proviene del hecho de que consideramos que el movimiento irrestricto del individuo es un derecho absoluto. El automóvil privado es el instrumento lógico para ejercer ese derecho, y el efecto sobre el espacio público, especialmente el espacio de la calle urbana, es que el espacio se vuelve sin sentido o incluso enloquecedor a menos que pueda ser subordinado a la libre circulación” (Sennett, 1976, p. 15). Traducción propia del original en inglés.

Estas aproximaciones teóricas, permiten entender mejor el alcance de la transformación urbanística que significó la llegada en masa de automóviles a las urbes Latinoamericanas <sup>48</sup> (Montezuma, 2000, p. 28).

Bogotá sufrió todo un proceso de transformación para abrirle espacio a la circulación vehicular, junto con una serie de cambios sociales, económicos y culturales para compartir con ellos el espacio. Entre 1948 y 1952 el parque automotor de la capital pasó de 15.000 a 25.000 vehículos de llantas neumáticas con motor de gasolina (sumando buses, camiones y vehículos particulares), que para 1952 consumían 51'026.531 litros anuales de este combustible (DNE, 1952, p. 3; Prieto Páez, 2018).

Los impactos de este proceso de adaptación a la “automovilización” se expresaron en tensiones sociales en la ciudad de mediados del siglo XX y en un cada vez más evidente caos del tránsito. En nota periodística en *El Tiempo* en 1951 se expresaban algunas de estas inconformidades: “La tragedia del peatón y la angustia del automovilista”, “La velocidad de la muerte” y “Las vías de la muerte” todas frases que representan la anarquía que se había tomado las calles de la Bogotá de mediados de siglo (*El Tiempo*, 1951).

En medio de este caos del transporte urbano, la conversión a combustible fósil se fue consolidando en el transporte de pasajeros de la ciudad con la entrada de los motores a Diesel como parte de la flota de la EDTU en 1974. La Empresa Distrital compró 250 buses de la marca española *Pegaso* que se vendían como el presente y futuro tecnológico para el transporte de carga y pasajeros (Misas Arango, 2009, p. 304).

---

<sup>48</sup> Transformar el espacio público para abrirle el camino a los vehículos impulsó el proceso de separación entre caminantes y vehículos, dándole espacios especializados: andenes para los peatones y calles con la amplitud necesaria para el tránsito a los autos (Montezuma, 2000, p. 23). A menudo, sin embargo, los vehículos sencillamente expulsaron a los peatones, como en América Latina donde ocurrieron procesos de apropiación del espacio público por parte de los vehículos como lo describe Miller (2018) para el caso de Rio de Janeiro a principios del siglo XX y Horta (2009) para Belo Horizonte en la primera mitad del mismo siglo (Horta Duarte, 2009; S. W. Miller, 2018).

Imagen 23. Caricaturización del caos del transporte en Bogotá, 1951



Fuente: periódico El Tiempo 3 de marzo de 1951.

La adquisición de esta tecnología fue impulsada en un intento por salvar la EDTU de la quiebra económica, en medio de la crisis del petróleo de los años 70, que hacía insostenible la competencia con la tecnología a gasolina por la diferencia de precios entre los dos combustibles<sup>49</sup>. Se propuso

<sup>49</sup> De acuerdo con McNeill (2000) la Organización de Países Exportadores de Petróleo (OPEP) restringió la producción, permitiendo cambios en el mercado de combustibles. Los precios del crudo se elevaron, y países no miembros empezaron a explotar más. Entre 1973 y 1985 estos altos precios moldearon la economía global, debilitando economías industriales importadoras (Unión Soviética) y fortaleciendo por otra parte a algunos

entonces la medida de *Dieselizar* el transporte masivo estatal para poder competir en este mercado. Con esto se buscaba mitigar los impactos de la crisis, y al mismo tiempo intervenir con políticas públicas para evitar incrementos en las tarifas del transporte que catapultaran el costo de vida en la ciudad (Misas Arango, 2009, p. 278).

**Imagen 24. Bus marca Pegaso de la EDTU Bogotá, 1982.**



Fuente: Museo virtual del transporte. <https://museovirtualdeltransporte.com/2019/02/24/empresa-distrital-de-transporte-1149/#jp-carousel-1850>

Utilizando como estrategia la entrega de subsidios diferenciados por modelo y por tipo de tecnología (gasolina o Diesel, Tabla 5), política inaugurada en 1975, se pretendía apoyar los transportadores en medio de la crisis e incentivar la renovación de la flota vehicular y la conversión hacia motores Diesel, que se consideraban de mejor eficiencia en cuanto a su rendimiento y economía, medido en kilómetros recorridos por galón. A partir de enero de 1977, solo se entregarían apoyos económicos a vehículos nuevos con esta tecnología (Misas Arango, 2009, p. 279).

---

exportadores. Además aumentaron los impactos ambientales asociados a la producción de petróleo en el mundo.

**Tabla 5. Vehículos subsidiados según modelo en Bogotá en 1978.**

Modelos	Número de vehículos	Porcentaje
Anteriores a 1959	245	4 %
Modelos 1960 a 1964	992	18 %
Modelos 1965 a 1969	1452	26 %
Modelos 1970 a 1973	914	16 %
Modelo 1974 a 1978	1980	35 %
Total	5583	100%

Fuente: Elaboración propia con base en Misas Arango (2009).

Los modelos más antiguos con tecnologías obsoletas eran menos eficientes y consumían más combustible; por ello, en búsqueda de actualizar la flota se establecieron tarifas diferenciales por modelos, los más antiguos eran los que menos podían cobrar por el servicio de transporte. El objetivo era estimular la compra de tecnologías nuevas y llevar a la obsolescencia voluntaria los vehículos de modelos más antiguos (Misas Arango, 2009, p. 281).

Ninguno de los incentivos logró conseguir el salto tecnológico deseado, ya que mientras las grandes cooperativas de transporte asociado, como la Sociedad Importadora y Distribuidora S.A. (SIDAUTO), que operaba en la ciudad desde 1952 (SIDAUTO, 2005), que era de las pocas empresas que tenían el capital suficiente para comprar buses nuevos, en su estrategia por conservar el poder económico en el gremio decidió mantener la tecnología vehicular obsoleta, vendiendo sus buses más viejos a los choferes, con ello estos buses viejos movidos a gasolina se mantuvieron en circulación congestionando las vías y contaminando cada vez más la atmósfera (Misas Arango, 2009, p. 281).

La obsolescencia de la flota de transporte de pasajeros en Bogotá se fue haciendo evidente (Tabla 5): para 1978 el 48% de la flota de transporte de pasajeros tenía más de 10 años de operación y el

22% más de 14. La ciudad se estaba llenando de buses con tecnologías que, aunque funcionales, ya estaban en desuso a nivel mundial especialmente en cuanto a control de emisiones, y que, por el desgaste mayor de los componentes del motor generaban más emisiones mientras competían en la calle, en la recordada “*guerra del centavo*” por transportar la mayor cantidad de pasajeros<sup>50</sup>.

Este panorama se evidencia en el *Informe de la Comisión para el estudio del transporte masivo en Bogotá de 1975*, que buscaba entender la problemática alrededor de este servicio público y tomar acciones al respecto. Este estudio partió de iniciativas individuales del concejo de la ciudad que encontraron apoyo del gobierno canadiense como entidad financiadora, consultora y científica (Valencia & Gaitán, 1975).

Según el informe, en Bogotá circulaba el 32% de todos los vehículos del país, que movilizaban juntos el 11.6% de la toda la población colombiana, unas 23.990.940 personas según proyecciones del DANE para 1975 (Manrique de Llinás, 1986, p. 91). Debido a esta congestión la ciudad permitía una velocidad promedio de circulación de apenas 18.9 kilómetros por hora. La flota vehicular de pasajeros era de 7.500 vehículos con motores a gasolina. De acuerdo con los autores, de las 352 rutas de transporte de pasajeros que tenía la ciudad, el 90% atravesaban el centro aun cuando tan solo el 50% de los viajeros tenían como destino final esta zona, lo que generaba más congestión y concentración de la contaminación (Comisión para el estudio del transporte masivo de Bogotá, 1975, p. 7).

---

<sup>50</sup> El pago de un porcentaje por cada pasajero transportado generó en la capital la denominada *guerra del centavo*, escenario donde los choferes de transporte público de la ciudad combatían en las calles día a día por llenar sus buses de usuarios, trabajando largas jornadas de entre 16 y 18 horas al día, con lo que buscaban lograr ingresos dignos. Esta *guerra* diaria los fue llevando a tomar un patrón de conducción agresivo, que los caracterizó, en la búsqueda de apropiarse de un mercado donde todos competían por cada persona que esperaba el transporte en la calle (Chaves & Viviescas., 2001; Correa et al., 2017). Esta fue una realidad incómoda con la que los bogotanos convivieron por cerca de 70 años, que se agudizó en las últimas décadas del siglo XX. El documentalista colombiano Ciro Durán (1937 -) la retrata en su obra “*La Guerra del Centavo*”, donde aborda este problema desde la perspectiva de los conductores de transporte urbano (buses y busetas) y de los empleadores, asociados poderosas cooperativas (Durán, 1985).

La mala planeación del servicio que evidenciaba la congestión del tránsito de carga y pasajeros intermunicipal por el centro de la ciudad fue uno de los principales aportes del informe, hallazgo que impulsó la creación de terminales de transportes periféricos para carga y pasajeros (Comisión para el estudio del transporte masivo de Bogotá, 1975).

Para este momento las emisiones no eran el problema fundamental sentido por la comunidad respecto a vehículos en la capital, fue el tráfico el que impulsó acciones para la regulación del transporte público en Bogotá. Con el fin de disminuir la congestión en 1984 se prohibió el tránsito en el centro de la ciudad de buses intermunicipales, que debían llegar ahora al nuevo Terminal de Transporte, en el barrio el Salitre, muy cerca de la periferia occidental entre la Avenida 68 y Avenida Boyacá (carrera 72). Por otra parte, todo el transporte de carga debía atravesar la ciudad a través de estas mismas vías, llevando la contaminación emitida por grandes vehículos de pasajeros a gasolina y de carga, estos últimos sí Diesel en su mayoría hacia el occidente de la ciudad (Terminal de Transporte S.A., 2018).

En cuanto al tema de la contaminación del aire, el informe le dedicaba una sección completa: *El transporte automotor y la contaminación urbana*. En ella registraba la magnitud del problema derivado de la matriz energética en uso - motores de combustión interna a gasolina, desactualizados en tecnología y con malas condiciones mecánicas:

“De unos 95,000 vehículos rodando en la ciudad de Bogotá, más o menos el 32% del total de vehículos en el país, el 71 % está en condiciones pésimas y funcionan gracias a los esfuerzos poco técnicos de unos cuantos centenares de mecánicos “made in Colombia”. Esto es demostrable en los vehículos por la calidad de los humos visibles: azules, blancos, negros y sin humos que indican estados de deficiente carburación de paso de aceites y otras anomalías graves que agudizan el problema expuesto” (Comisión para el estudio del transporte masivo de Bogotá, 1975, p. 162).

La habilidad de los mecánicos locales se tornaba, en el diagnóstico de la Comisión, en un incentivo a la contaminación, pues buses, busetas y colectivos con desperfectos mayores en el motor por el sobreuso seguían rodando y contaminando la ciudad, impulsados por las necesidades económicas de sus dueños y amparados en la falta de control a su tecnología por parte de las autoridades distritales.



El informe señalaba también que los automóviles particulares, que eran el 72% del parque automotor, aportaban el 54% de la contaminación del aire. Los buses, con 7.500 vehículos para entonces ( 94% privados y 6% de la EDTU) emitían 26.7% de los contaminantes a la atmósfera bogotana y el transporte de carga un fluctuante 10.9% de las emisiones, con un 18.5% del total de vehículos en la ciudad (Comisión para el estudio del transporte masivo de Bogotá, 1975, p. 164).

Los vehículos a gasolina eran los principales generadores de contaminación de acuerdo con la evidencia técnica para la época especialmente por la alta generación de gases como el CO, CO<sub>2</sub> e hidrocarburos volátiles, NO<sub>x</sub> y SO<sub>2</sub>, así como por la producción de metales pesados de los aditivos como el plomo en las emisiones de escape. Los humos de la combustión del Diesel se consideraban como menos contaminantes y se relacionaban con efectos estéticos y funcionales por su depósito en el paisaje urbano (Valencia & Gaitán, 1975, p. 168).

El informe guardaba coherencia con el pensamiento generalizado respecto a las implicaciones en salud de las emisiones Diesel, especialmente en relación con las partículas. Para el periodo entre los años 70's y 80's se consideraba que los gases emitidos por los vehículos a gasolina eran los peores contaminantes que podían encontrarse en el aire, a pesar que era desde 1956 que habían aparecido evidencias que relacionaban este tipo de contaminantes con problemas de salud tan graves como el cáncer de pulmón, como bien muestra un informe de ese año en el reconocido *British Medical Journal*:

“ Sin embargo, incluso si no hay evidencia disponible en este momento para incriminar el motor diésel como una causa contribuyente de cáncer de pulmón, no hay duda de que los gases de escape de un número cada vez mayor de vehículos Diesel y motores de gasolina contaminan la atmósfera con una amplia gama de sustancias tóxicas descargadas a nivel del suelo, y que la densidad del tráfico por carretera en este país [Reino Unido] es una de las más altas, si no la más alta, del mundo”(BMJ, 1956).

La ciudad estaba inundada de vehículos con tecnologías viejas que emitían gases contaminantes de sus motores a gasolina, pero Bogotá estaba muy lejos de lograr pronto la actualización tecnológica necesaria para la mitigación de los gases de escape.

En la ciudad existía un desconocimiento total de las condiciones atmosféricas relacionadas con las emisiones contaminantes del transporte, ya que, a pesar de contar con la Red Panamericana de Muestreo Normalizado de la Contaminación del Aire (REDPANAIRES) desde 1967, esta no permitía hacer seguimiento a emisiones de fuentes móviles (vehiculares). Así lo expresaba Haddad (1976):

“Los contaminantes determinados en la REDPANAIRES corresponden principalmente a las emisiones de subproductos de combustiones en instalaciones fijas y, en parte, a contaminación de origen natural. La REDPANAIRES no incluye mediciones de contaminantes producidos por vehículos automotores. Lamentablemente no existen métodos sencillos que permitan determinarlos. El problema del monóxido de carbono y los oxidantes fotoquímicos puede ser importante en ciertas ciudades, y algunas autoridades han iniciado ya su medición adquiriendo para ello instrumentos de costo relativamente alto y compleja operación, sin los cuales es muy difícil obtener resultados aceptables” (Haddad, 1976, p. 10).

La red de monitoreo se basaba, para esta exclusión, en que en la mayoría de las ciudades de América Latina el número de automóviles era reducido y no creaba un problema importante. Y aunque el tránsito en algunas ciudades ya era intenso y suficiente para elevar los niveles de contaminantes, la Organización Panamericana de la Salud (OPS) aún no estaba en capacidad económica ni técnica de medir estos agentes a través de su red (Haddad, 1976).

Para la década de los 80's la ciudad enfrentaba un problema de contaminación del aire que venía creciendo, sin posibilidad de ser cuantificado y con un número cada vez mayor de vehículos de transporte público de pasajeros, desactualizados en tecnología, que mantenía estas condiciones por la presión de los intereses del gremio del transporte privado. Las cooperativas de transportadores soportaban su poder en la representatividad e intermediación que tenían con el Distrito (Misas Arango, 2009, p. 220).

Las cooperativas eran dueñas de una parte de la flota, más el grueso del negocio estaba en la afiliación de pequeños propietarios de buses a quienes les cobraban el derecho del rodamiento por usar las rutas que el Distrito les asignaba en concesión (Misas Arango, 2009, p. 220). Como era de esperar, a más afiliados, más ingresos, por lo que no era para ellos un buen negocio disminuir la cantidad de vehículos en las calles.

A pesar del notorio caos vehicular, la creciente contaminación por emisiones y la evidente congestión, estos no eran los problemas que preocupaban a la población de la ciudad respecto con el transporte urbano. La revisión de las quejas ciudadanas registradas en los Fondos del Instituto Distrital de Transportes Urbanos y del Instituto Distrital de la Participación y Acción Comunal en el Archivo de Bogotá muestran para el periodo 1970 – 1990 que estas estaban relacionadas con deficiencias en la conectividad a la red de transporte de pasajeros de la ciudad y a las condiciones de las vías que dificultaban el acceso.

Los habitantes de barrios como Las Cruces en 1979 y Molinos Sur en 1978, por ejemplo, solicitaban acciones estatales para la mejoría de las calles sin pavimentar para con ello poder acceder de mejor forma a soluciones de transporte público de pasajeros en sus territorios (Fondo del Instituto de Participación y Acción Comunal, Archivo de Bogotá, 2018). Por otra parte, en el barrio Marco Fidel Suarez del sur oriente de la capital en 1986 se solicitaba a la Secretaría de Tránsito el traslado del paradero de la Empresa Universal de Transportes, cooperativa de transporte concesionaria de la ruta hacia este sector, con el objetivo de formalizar la ruta, y también se pedía que se hiciera permanente para garantizar el servicio para los habitantes de este sector (Fondo del Instituto de Participación y Acción Comunal, Archivo de Bogotá, 2018).

La revisión documental demuestra así que para la época no existía una conciencia colectiva en Bogotá con respecto al aire, ni al depósito de contaminantes en el espacio atmosférico, puesto que estaban presentes otros tipos de necesidades, elegidas socialmente como prioridades a solucionar a pesar del riesgo creciente ambiental. En palabras de Lezama (1993):

“...la gente selecciona aquello de lo que decide ocuparse y preocuparse de acuerdo con un modo particular de vida... En este mismo contexto, para entender las actitudes de la gente hacia el riesgo es necesario alejarse de la interacción entre naturaleza y tecnología y explicar cómo la gente acuerda ignorar la mayor parte de los peligros potenciales que los rodean y cómo interactúan para concentrarse únicamente en aquellos problemas seleccionados” (Lezama, 1993, p. 410).

Una serie de problemas de subsistencia básica, como acceso al agua, pobreza, inseguridad alimentaria, vivienda digna y violencia hacían que la mala calidad del aire fuera puesta en un reglón muy por debajo de las prioridades sociales y ambientales a las que se enfrentaba la población bogotana.

### **2.2.3 Mediciones atmosféricas: una nueva forma de entender el impacto fósil.**

Solo hasta la década de los 80's se inició la "construcción tecnológica" del aire urbano, con base en las reglamentaciones de la EPA, que fueron haciéndolo visible como un problema ambiental (Luengas, 2018). Esta construcción social y tecnológica, basada en la racionalidad científico-técnica es tan compleja que se profundizará en ella en el capítulo 3, aquí se hará relevancia a la relación que existe entre las mediciones de contaminantes en las redes de monitoreo y los gases de escape vehiculares que conformaron una atmósfera contaminada.

En resonancia con el *Clean Air Act* de la EPA de 1972, se introdujo el término de "*contaminantes criterio*", entendidos como estándares mínimos de agentes medibles en la atmósfera que garantizaban tener lo que se denominaría desde entonces "*calidad del aire*", que no es más sino una estandarización de concentraciones mínimas de contaminantes en el ambiente que permitan el menor impacto (sanitario y ecosistémico) soportado en la evidencia científica disponible, sin afectar en gran medida las actividades económicas que lo generen<sup>51</sup> (Ministerio de Salud, 1982; D. Williams, 1993)

Al finalizar el periodo de vigilancia atmosférica, administrada por la OPS, a través de la REDPANAIRES, en el informe final se reportaba como las excedencias, valores por encima de los niveles máximos permitidos, de los contaminantes de referencia (Partículas Totales en Suspensión (PTS) y Dióxido de Azufre (SO<sub>2</sub>)) durante todo su funcionamiento, 1967 -1980, fueron apenas del 5% en Bogotá (CEPIS, 1980). Estos contaminantes se centraban en fuentes fijas industriales sugeridos en la legislación previa por los *Clean Air Acts* británicos de 1956 (Brimblecombe, 2011; L Crombie & Clifton, 1964). Estos constituyeron la mayor problemática en el norte industrial, y hasta entonces apenas se estaba conociendo acerca del impacto de las emisiones vehiculares. En Bogotá, a cargo del Servicio de Salud del D.E la red de monitoreo atmosférico heredada de la OPS

---

<sup>51</sup> Se entiende como "contaminante criterio", de acuerdo con el IDEAM: "aquellos que son regulados con base en suficiente evidencia científica de sus efectos en la salud, además que son objeto de evaluaciones y medición específicas en las guías de calidad del aire, con el objetivo de establecer niveles permisibles que protegieran la salud, el medio ambiente y el bienestar de la población" (IDEAM, 2016; OMS, 2005).

---

inició su trabajo de vigilancia del aire en 1980, actualizando algunos componentes de la red de acuerdo con la legislación norteamericana (Sección de Protección del Medio Ambiente, 1987).

En entrevista para esta investigación, el ingeniero Camilo Luengas, quien participó directamente en los procesos de implementación de la red de monitoreo, luego de la salida de la OPS en la década de los 80's, recuerda que la gasolina en las fuentes móviles y la combustión del carbón en las fuentes fijas eran los principales problemas del aire en la ciudad (Luengas, 2018). Refiere que para entonces “gran cantidad de vehículos de pasajeros que circulaban por la capital eran de gasolina... muchos de ellos con tecnologías viejas [modelos antiguos de incluso antes de los 70's] más contaminantes... cuando uno se montaba a un bus, siempre se bajaba oliendo a gasolina” por las emisiones provenientes del carburador y del tanque de gasolina (Luengas, 2018).

La gasolina se consolidó como el rey de los combustibles fósiles en la década de los Noventa para el transporte de pasajeros en la ciudad, y el norte de regulación se fijó en encontrar evidencias de su impacto y controlar sus emisiones. Aun con la incapacidad técnica local para entender este impacto, a nivel mundial los efectos nocivos en el aire relacionados con el transporte a gasolina se empezaron a hacer más evidentes y se inició con la expedición de reglamentación para el control de emisiones y estandarización de estas (Rothman, 2017). Consecuente con la normatividad internacional, Colombia reguló la vigilancia del aire con el Decreto 02 de 1982 del Ministerio de Salud, que operativizaba las pautas técnicas para las mediciones atmosféricas e incluía los contaminantes criterio sugeridos por la OMS y la EPA (Ministerio de Salud, 1982).

Óxidos de nitrógeno (NO<sub>x</sub>) y ozono (O<sub>3</sub>) entraron en los inventarios de emisiones con esta legislación, mas solo el primero era medible con la tecnología de las estaciones de monitoreo de entonces (Sección de Protección del Medio Ambiente, 1987, p. 46).

Fue así como apareció en 1987 el documento “La contaminación del aire en Bogotá 1983 – 1986”, realizado por el Servicio de Salud de Bogotá y primer informe técnico basado en evidencias empíricas acerca de las condiciones atmosféricas de la ciudad incluyendo algunos de los contaminantes provenientes de los tubos de escape. La base tecnológica que dejó la red de la OPS permitía conocer los valores de PTS que se reportaron como “ligeramente elevadas con respecto a la norma sanitaria”, relacionados especialmente con la actividad industrial. Estos valores fueron

encontrados elevados hacia el sur de la ciudad y alrededor de las zonas industriales (Ricaurte y Puente Aranda). Para los vehículos se iniciaron las mediciones de las concentraciones de NOx, que no se encontraron fuera de la normatividad, aun con las condiciones del tránsito de la ciudad y de la flota vehicular para la época. La posible causa, según el informe, era que:

“...debido a que las técnicas de muestreo y análisis presentan algunos problemas para su correcta ejecución, no se rechaza la posibilidad de encontrar valores que realmente presenten niveles de interés y cuidado [para estos contaminantes]”(Sección de Protección del Medio Ambiente, 1987, p. 46)

Con estas mediciones y a través de redes tecnológicas, la ciudad entró en la vía de la aproximación instrumental a la atmósfera urbana que se posicionaría con el tiempo como la única y científicamente válida. Pareciera que el aire se hubiera materializado en el momento en que se expidió la norma técnica, como una cosa que no conocíamos -o más bien que se había pasado por alto- apareció ante los ojos de la sociedad y la ciencia a través de las mediciones de las estaciones de monitoreo, y con esta información, la contaminación atmosférica se empezó a posicionar como un problema en Bogotá.

Y es que a pesar de que la sensibilidad individual permitía reconocer el mal estado del motor a través de los humos y los olores, esto se consideraba más como un problema estético que sanitario. Los ciudadanos ponían en manifiesto su sensibilidad como expresión de los problemas del aire relacionados con las emisiones de los vehículos de combustión. Reinaldo Sarria, por ejemplo, directivo de la Unión de Trabajadores de Colombia (UTC), el 23 de enero de 1983 enviaba una carta al alcalde mayor de la ciudad Augusto Ramírez Ocampo (1982-1984), quejándose de las pésimas condiciones de este servicio en la ciudad, en especial de la suciedad interna, las fallas mecánicas frecuentes y de que “por donde pasan van dejando el olor y porquería del humo...” (Fondo documental Transportes Urbanos. Archivo de Bogotá, 1983).

Esta evidencia perceptiva permite afirmar, como había referido Luengas anteriormente, que los ciudadanos sí podían apreciar a través de los sentidos, el olfato especialmente, el efecto de las emisiones de los humos e hidrocarburos volátiles que colmaban el aire de olores provenientes de la actividad vehicular en la ciudad.

## 2.2.4 Indicios de la relación entre salud y emisiones de motores de combustión

Aun con la falta de capacidad de las redes de monitoreo para censar el riesgo, y sumado a las quejas ciudadanas reiteradas al respecto, la relación cada vez más evidente entre alteraciones de la salud en relación con la exposición a gases de escape de los vehículos de combustión interna fue tomando fuerza en el discurso sanitario y ambiental. Para los años 80's ya se reportaban algunas de estas con valores de morbilidad y mortalidad atribuible, que han servido desde entonces como los pilares para valorar el riesgo que trae consigo la mala condición del aire bogotano y la necesidad de su regulación.

En el informe de la División de Salud Ambiental del Servicio de Salud del Distrito de 1987 se hacían ya básicas relaciones epidemiológicas entre el aumento en los niveles de contaminantes que reportaban las redes y el aumento de casos de enfermedades respiratorias, en el periodo entre 1983 a 1986.

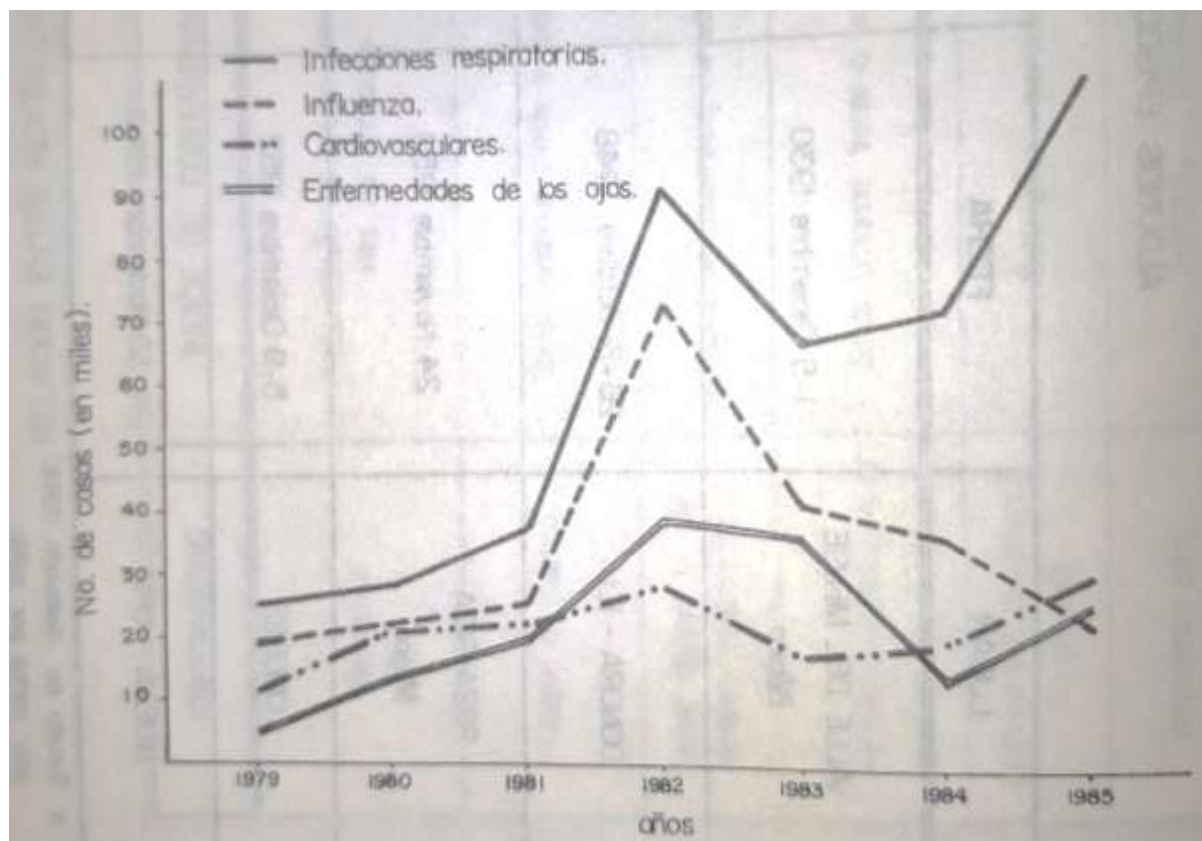
Con esta gráfica se pretendió poner en aviso acerca del aumento de las enfermedades respiratorias agudas como la influenza y las infecciones respiratorias, y otras como las enfermedades cardiovasculares y de los ojos, en relación con las excedencias de contaminantes criterio medidas en las estaciones de monitoreo en la ciudad. Es interesante ver cómo varios factores afectan la relación propuesta aquí: primero, una red desactualizada que afrontaba procesos administrativos y técnicos de renovación de su tecnología; segundo, los nuevos datos arrojados que siendo novedosos, permitían hacer todo tipo de correlaciones a partir de ellos entre aumento de la incidencia, morbilidad, mortalidad; tercero, el “Fenómeno del Niño”<sup>52</sup>, evento intermitente de variabilidad climática que afectó al país, entre 1982 y 1983, modificando la atmósfera bogotana con una persistencia de tiempo seco. La relación de cada uno de ellos con la calidad del aire urbana y los impactos sanitarios merecería toda una investigación individual, muy interesante desde la historia

---

<sup>52</sup> El fenómeno de El Niño es originado por el aumento en la temperatura media del Océano Pacífico, que afecta los regímenes de lluvias y provoca sequías y heladas (en las regiones de la Sabana de Bogotá) que aumentan el riesgo de incendios forestales, erosión y deslizamientos de tierra, así como dificultades para la precipitación húmeda de contaminantes y la buena mezcla atmosférica por los fenómenos de inversión térmica frecuentes IDEAM. (2014). Precipitación y temperatura durante los fenómenos del Niño y la Niña en Bogotá-Cundinamarca (1951 - 2012). Elementos para la acción institucional. Disponible en: [http://www.minambiente.gov.co/images/AsuntosMarinosCosterosyRecursosAcuatico/NiNO\\_Y\\_NiNA.pdf](http://www.minambiente.gov.co/images/AsuntosMarinosCosterosyRecursosAcuatico/NiNO_Y_NiNA.pdf)

ambiental, que supera el alcance de este texto (IDEAM, 2014, p. 5; Sección de Protección del Medio Ambiente, 1987, p. 34).

**Imagen 25. Morbilidad en relación con mala calidad del aire en Bogotá, 1983-1986.**



Fuente: Servicio de Salud de Bogotá (1987): “La contaminación del aire en Bogotá 1983 – 1986”, pg. 34.

El origen de la contaminación fue haciéndose más claro a través de las mediciones. De acuerdo con datos del Ministerio de Salud reportados en el periódico El Tiempo, en 1992 se emitieron en todo el país 4.216.000 toneladas de contaminantes, de los cuales 2.500.000 están relacionados con el parque automotor, cifra que corresponde al 61% de la totalidad de emisiones. Entre 1980 y 1992 las enfermedades respiratorias se posicionaron como la segunda causa de enfermedad y muerte para los colombianos, después de la violencia, un dato que, asociado a los anteriores, sugiere la contaminación atmosférica como un importante factor de riesgo (El Tiempo, 1993).



Esta evidencia sanitaria sirvió de plataforma para intervenir con regulaciones más estrictas que permitieran controlar las emisiones de fuentes fijas y móviles en la década de los 90's. En 1991, por orden de la Secretaría de Salud, encargada también de temas ambientales en la ciudad para entonces, se cerraron la mayoría de las ladrilleras del sur oriente de la ciudad, fuentes de contaminación proveniente de la biomasa (carbón y madera) necesaria para la cocción de los ladrillos, y con ello se inició la vía de control a las fuentes fijas (Redacción El Tiempo, 1991a).

En ese mismo año, la Procuraduría Delegada para Asuntos Agrarios y del Ambiente detectó que 77 de las 154 empresas evaluadas, muchas de ellas clandestinas y sin personería jurídica, incumplían las normas de calidad del aire del Decreto 02 de 1982 y fueron selladas; otras, con documentación en regla, debían ajustar sus estándares de acuerdo con esta normatividad para seguir funcionando (Redacción El Tiempo, 1991b). Para entonces se consideraba que la intervención en fuentes fijas podía ser más eficiente, por la naturaleza precisamente estable de las mismas y por ser cuantitativamente limitadas.

El año siguiente la Procuraduría General de la Nación solicitó sanciones para 50 empresas contaminantes en Bogotá; entre ellas estaban productoras de alimentos y bebidas, ladrilleras en el sur y otras empresas que habían continuado incumpliendo las normas de emisiones. Todas fueron cerradas en la ciudad. Por otra parte el Instituto Nacional de Transportes (INTRA) acordó también hacer vigilancia estricta y retirar de circulación los vehículos que contaminasen el aire (Redacción El Tiempo, 1992, 1997a).

Estas medidas buscaban controlar las zonas detectadas de riesgos en las relaciones territoriales construidas con la industria en la ciudad. Las personas que vivían en las zonas cercanas a las emisiones asumían un riesgo aumentado que la administración distrital empezó a controlar regulando las emisiones o cerrando a quienes incumplieran. Sin embargo, aún no se tomaban medidas efectivas para el control de las emisiones vehiculares a gasolina y tan solo desde mediados de los años 90's se dirigió la mirada del planeta de forma estructurada a encontrar relaciones entre las partículas grandes  $PM_{10}$ , hasta entonces consideradas menos contaminantes que los gases de motores a gasolina, con problemas para la salud humana. Morgan y colaboradores (1997) encontraron evidencia que permitía relacionar este contaminante con problemas respiratorios, mas, en ese entonces todavía descartaban su potencial carcinogénico:

“Aunque ha habido varios documentos que sugieren que los vapores de Diesel pueden actuar como carcinógenos, el peso de la evidencia está en contra de esta hipótesis. Finalmente, el papel de las partículas pequeñas, de menos de 10  $\mu\text{m}$ , que con frecuencia están presentes en las emisiones de Diesel, requiere un estudio adicional, ya que existe evidencia limitada de que pueden ser en parte responsables de algunas de las exacerbaciones del asma”(Morgan, Reger, & Tucker, 1997).

La relación entre el cáncer y las partículas Diesel se propuso tan solo desde la segunda década del siglo XXI, cuando Silverman y sus colaboradores (2012) lograron encontrar evidencia clínica suficiente para relacionar la exposición de los humos emitidos por esta tecnología con el cáncer de pulmón, lo que los llevó a clasificarlo como carcinógeno Grupo 1 para los seres humanos en la escala de la International Agency for Research on Cancer<sup>53</sup> (IARC) (Silverman, Samnic, & Lubin, 2008).

La abrumadora evidencia sanitaria al respecto, acumulada desde finales del siglo XX, permitió ejercer presión para impulsar los cambios en las regulaciones para emisión de contaminantes. Mas el papel de las organizaciones sanitarias y las autoridades de salud en Bogotá ha sido más bien lejano y apático, limitándose a seguir las acciones tomadas por las autoridades ambientales y centrándose en la investigación más que en acciones de atención primaria y políticas de Salud Pública para intervenir en este problema. Caso similar sucedió en la ciudad de México, como menciona el director del Departamento de Salud Ambiental del Instituto Nacional de Salud Pública de México, Horacio Riojas (2020), quien en entrevista para esta investigación refiere que:

“la autoridad ambiental de la ciudad [México] se centró en mejorar las emisiones en los 90’s... y salud por el inicio de los estudios epidemiológicos [de impacto de los contaminantes en la salud, especialmente del plomo para

---

<sup>53</sup> Las categorías de la IARC se pueden resumir así: Grupo 1: “carcinógeno para el ser humano”, hay pruebas suficientes que confirman que puede causar cáncer a los humanos. Grupo 2A: “Probablemente carcinógeno para el ser humano”, hay pruebas suficientes de que puede causar cáncer a los humanos, pero no son concluyentes. Grupo 2B: “Posiblemente carcinógeno para el ser humano”, hay algunas pruebas de que puede causar cáncer a los humanos lejos de ser concluyentes. Grupo 3: “No puede ser clasificado respecto a su carcinogenicidad para el ser humano”, no hay ninguna prueba de que cause cáncer a los humanos. Grupo 4: “Probablemente no carcinógeno para el ser humano” hay pruebas suficientes de que no causa cáncer a los humanos (OPS, 2012). Gases de escape de los motores Diesel son carcinógenos. [https://www.paho.org/hq/index.php?option=com\\_content&view=article&id=6903:2012-iarc-diesel-engine-exhaust-carcinogenic&Itemid=135&lang=es](https://www.paho.org/hq/index.php?option=com_content&view=article&id=6903:2012-iarc-diesel-engine-exhaust-carcinogenic&Itemid=135&lang=es)

entonces], pero solo hasta principios del siglo XXI se están haciendo conexiones entre autoridades sanitarias y ambientales. El sector de salud solo ha hecho intervenciones explícitas después de la última crisis ambiental por ozono de febrero de 2015” (Riojas, 2015).

Situación similar ha sucedido en Bogotá, pero con más de una década de retraso frente a México. Aquí las redes se actualizaron especialmente desde los últimos años del siglo XX, y aún hoy (2020) no hay un plan de descontaminación del aire en ejecución que contenga apreciaciones sanitarias y ambientales para mejorar el aire de la ciudad de forma clara y ordenada hacia el futuro, sino una serie de medidas desacopladas originarias en distintas entidades distritales.

### **2.2.5 Control de emisiones contaminantes: del olvido al pánico.**

En una ciudad colmada de necesidades básicas sin atender como Bogotá, la calidad del aire era un punto que ni siquiera se tenía en cuenta en las esferas políticas de la capital, a pesar de la creciente evidencia empírica al respecto. En la crucial (para la historia de la contaminación y sus políticas) década de los Noventa, referencias a las “cuestiones de contaminación aérea” no se encuentran en la agenda electoral de los candidatos a la Alcaldía Mayor de Bogotá en el periodo 1994 – 1997: ni Antanas Mockus, luego ganador de la contienda, ni su principal contrincante, Enrique Peñalosa, tenían en sus cuentas los problemas del aire (Redacción El Tiempo, 1994).

No obstante, la escasa visibilización en la agenda política, las acciones de las entidades de tránsito se volcaron a controlar las emisiones de gases de los vehículos a gasolina siguiendo la normatividad nacional. A partir de 1995, el INTRA obligaba a agregar dispositivos para el control de las emisiones (Imagen 26): cánister (dispositivo que recoge los HC volátiles que se emiten en el carburador y tanque de combustible y los pone en el ciclo de combustión), derivaciones para recuperación de gases del cárter y catalizadores de gases de combustión en el exhosto, a los vehículos a gasolina nuevos para evitar que se emitieran a la atmósfera. Estas medidas precisan que:

“[a partir de 1995] los importadores y ensambladores tendrán que incorporarles a los vehículos convertidores catalíticos. De esta forma se buscaba que los gases producidos por la combustión interna del motor se ajustaran dentro de las especificaciones técnicas señaladas por las autoridades” (Redacción El Tiempo, 1993).

Estas decisiones, aunque necesarias, eran tardías puesto que, como refiere Casas (1994), las válvulas de recirculación del cárter ya eran obligatorias en Europa, Estados Unidos y Japón desde 1966, los controles de evaporación tipo cánister desde 1968 y los convertidores catalíticos desde 1970 (Casas, 1994). Este desfase temporal demuestra, de acuerdo con José Luis Lezama, investigador del Colegio de México entrevistado para esta investigación, que “las tecnologías automotrices que se comercializan en los países en vías del desarrollo no son las mismas que en los desarrollados, aquí [América Latina] tenemos autos que no cumplen con las normas internacionales, solo con las locales que han sido históricamente más flexibles” (Lezama, 2020).

El marco normativo de la ciudad se fue adaptando de acuerdo con la necesidad de intervenir en las emisiones provenientes de fuentes móviles: las resoluciones 3002 de 1991 y 1969 de 1992 de la Secretaría Distrital de Salud de Bogotá reglamentaron los niveles permisibles de contaminantes producido por los automóviles con motor a gasolina y Diesel respectivamente, las cuales sirvieron de soporte para iniciar con el proceso de *Revisión Técnico Mecánica y de Gases* desde mediados de la década de los Noventa (Secretaría Distrital de Salud, 1991, 1992).

Este procedimiento buscaba obligar a pasar por un escrutinio anual a toda la flota vehicular de la ciudad con el fin de garantizar el cumplimiento tecnológico en cuanto a emisiones contaminantes. (Ministerio de Transporte y Ambiente, 1996; DAMA, 1999; Congreso de la República, 2002). Nacido de las recomendaciones de la Ley 948 de 1995 de la República, por la cual se establecían mecanismos para la “prevención y control de la contaminación atmosférica y la protección de la calidad del aire” en el país, el procedimiento establecía la necesidad de realizar, en Centros de Diagnósticos Automotrices (CDA) especializados, el análisis de las condiciones generales de estado mecánico de los vehículos y de las emisiones de escape (Presidencia de la República, 1995).

Imagen 26. Tecnología para limpiar el aire en Bogotá

**Vehículos del país tendrán dispositivo anticontaminante**

# Aire puro desde 1995

*Una nueva norma del INTRA aplazó por una año la medida que regiría a partir de 1994. Fabricantes y ensambladoras deberán colaborar.*

A partir de 1995 los vehículos del país no podrán ser fuente de contaminación y, en consecuencia, los importadores, fabricantes o ensambladores deberán acondicionarlos sistemas que controlen su emisión de gases.

Así quedó establecido en el Acuerdo 062 expedido por la Junta Liquidadora del Instituto Nacional de Transporte (INTRA). La norma indica que los vehículos con motor a gasolina tendrán que disponer, a partir del primero de enero de 1995, de un sistema que controle la evaporación proveniente del tanque de combustible.

Con la adaptación de un "cámbi" o su equivalente, se busca la disminución de gases contaminantes por el tanque de gasolina y el carburador.

De igual forma, los automotores equipados con motor a gasolina deberán contar con un sistema para el control de las emisiones de gases originados en el depósito del aceite o "cárter".

El Acuerdo establece también que "un año después de publi-

cados los niveles de contaminación permitidos por el Ministerio de Salud, los importadores y ensambladores tendrán que incorporarle a los vehículos convertidores catalíticos".

De esta forma se busca que los gases producidos por la combustión interna del motor se encuentren dentro de las especificaciones técnicas señaladas por las autoridades sanitarias.

Se pretende frenar el problema de contaminación que

afecta al país y que, cada año, le aporta al aire de los colombianos 2,5 millones de toneladas de gases contaminantes, según cifras del MinSalud.

Finalmente, el INTRA recordó cómo en el mes de mayo de este año se había determinado que la norma regiría a partir de enero de 1994. Sin embargo, luego de varias reuniones entre el Instituto y los representantes de las compañías privadas, se decidió aplazar por un año la vigencia de la disposición.



Fuente: periódico El Tiempo, noviembre 20 de 1993.

Sin decreto reglamentario, la revisión de gases se empezó a realizar en la ciudad de acuerdo con pautas propuestas por el DAMA, y solo fue con la Ley 769 de 2002 del Congreso de la República, con la que se expidió el Código Nacional de Tránsito Terrestre, que se dieron las directrices precisas para hacer este procedimiento (Congreso de la República, 2002).

Además de la revisión de gases, la Ley 948 de 1995 del Legislativo sentó pautas referentes frente a emisiones de fuentes móviles, como el uso del turbocargador obligatorio para recircular gases de escape en los Diesel con el fin de disminuir las emisiones a partir de 1997 y a tener una altura de mínimo 3 metros de las chimeneas de escape en estos vehículos pesados para ayudar en la mezcla

de humos en la atmósfera y evitar la exposición a ellos de los transeúntes. En ella se prohibía el uso de tetraetilo de plomo como aditivo para la gasolina y se introducía el concepto de obsolescencia de la flota vehicular con el cual se da pie a los procesos de chatarrización de principios del siglo XXI (Presidencia de la República, 1995).

La revisión de gases, al cumplir los estándares, generaba un permiso de circulación o su prohibición. Durante los primeros seis meses de 1998 se revisaron 28.996 vehículos que asistían a los CDA de forma voluntaria, antes de entrar en vigor la obligatoriedad, de los cuales se encontró que 5.185 vehículos emitían descargas contaminantes en valores por encima de los permitidos por la norma ambiental (Redacción El Tiempo, 1998a).

En muchos casos las malas condiciones de los buses, busetas y colectivos viejos de la ciudad no les permitían cumplir con esta prueba, con lo que emergieron procesos de corrupción y falsificación de certificados y calcomanías que eran las que acreditaban el permiso de tránsito por la ciudad. De acuerdo con el DAMA “aproximadamente 90.000 vehículos deben cumplir con el requisito de la revisión en Bogotá, pero la empresa [CDA], única autorizada para realizarla atiende solo la mitad. La mayoría sencillamente circulan sin la calcomanía de revisión” (Redacción El Tiempo, 1997b).

Los procesos de revisión de gases se basaron en mecanismos punitivos: comparendos y restricción de la circulación, mas la corrupción a su alrededor no permitió un impacto significativo en la mejoría de la flota ni de particulares ni de vehículos de transporte de carga y pasajeros, y mucho menos en el servicio hacia los usuarios.

El problema de fondo del servicio del transporte de pasajeros en la capital no se había intervenido hasta entonces: persistía la congestión, la circulación de modelos antiguos y el desorden del tráfico, en especial por responsabilidad de las empresas privadas de transporte urbano dueñas del 100% del servicio para la década de los Noventa.

La *Japan International Cooperation Agency* (en adelante JICA) así lo confirmaba en 1996. Por solicitud del Gobierno de la República de Colombia esta agencia internacional realizó un estudio denominado *Plan Maestro para el Transporte Urbano en Santa Fe de Bogotá*, que hacía un

diagnóstico de las problemáticas y proponía posibles soluciones para el caos del transporte capitalino de la década de los 90's (JICA, 1996).

De acuerdo a ello, de los 14,9 millones de viajes al día en 1995, 80% se hacían en transporte público (buses, busetas, colectivos y taxis) (JICA, 1996, p. 47). La ciudad contaba con 631 rutas autorizadas donde se prestaba el servicio con buses viejos, 18.6% de los vehículos tenían más de 20 años de uso, mucho más contaminantes por su deterioro. Además, el aumento de los vehículos de baja capacidad 10.3% de “colectivos”, que apenas podían transportar de 9 a 15 pasajeros, hacía menos eficiente la movilización de personas (JICA, 1996, p. 51). El parque automotor de la ciudad se componía, para septiembre de 1995, de unos 500 mil automóviles particulares, alrededor de 21.000 unidades de vehículos de transportes de pasajeros (buses, busetas y colectivos) y 39.000 taxis, todos, movidos por gasolina (JICA, 1996, p. 79).

**Tabla 6. Vehículos para transporte público en el parque automotor de Bogotá, 1995.**

Tipo de vehículo	Cantidad
Buses	10980
Busetas	6589
Colectivos	4126
Taxis	39014

Fuente: Plan Maestro de Transporte Urbano de Santa Fe de Bogotá, JICA (1995), página 80.

Estos datos refuerzan la evidencia encontrada por Diaz (2011), quien muestra como Bogotá alcanzó un pico de consumo de 23.907 barriles promedio día consumidos (BPDC) de gasolina en 1984, con una leve disminución en los siguientes dos años, para llegar a la mayor cifra de consumo histórica en 1995 con 35.000 BPDC, cifra que, con los procesos de recambio tecnológico a Diesel, se redujo hasta los cerca de 16.000 BPDC de principios de siglo XXI (Diaz, 2011, p. 64).

Mientras el caos reinaba en las calles y la corrupción hacía difícil las regulaciones, las malas condiciones del aire de la capital ganaban visibilidad en la agenda ciudadana. Para 1997, en la

encuesta “Bogotá cómo vamos”, llevada a cabo por el periódico El Tiempo y que se convertiría en la serie de investigaciones anuales que buscaba medir las problemáticas bogotanas más preocupantes para cada año, el medio ambiente emergió en el séptimo lugar, siendo la contaminación del aire la primera preocupación de este rubro (Redacción El Tiempo, 1997c).

Con esta base ciudadana y la evidencia técnica que mostraba los crecientes niveles de contaminación y tránsito urbano, aparecieron las primeras decisiones estatales desde la propia Alcaldía al respecto. Una de las primeras que tocaba a toda la población fue la implementación desde el 18 de agosto de 1999, durante la alcaldía de Enrique Peñalosa (1998 – 2000), de la restricción diaria escalonada vehicular, ordenada por el último número de la placa del vehículo, denominada “*Pico y Placa*”. La medida inició aplicándose sólo a vehículos particulares, para luego extenderse a taxis y posteriormente a vehículos de carga con el llamado “Pico y Placa ambiental” de principios de siglo XXI, todo esto en búsqueda primero de mejorar la congestión vial y en consecuencia también la calidad del aire en la ciudad (Redacción El Tiempo, 2009).

Bogotá tocó el techo de la contaminación del aire medible en 1998, cuando datos del DAMA publicados en nota del diario El Tiempo mostraron que los niveles de HC y el gas CO estaban en límites muy por encima de la norma de calidad del aire. El DAMA relacionaba entonces aquellos datos con “*la falta sincronización de los vehículos*” a gasolina, que demostraba de nuevo la obsolescencia vehicular en la ciudad, ya que este problema aplicaba básicamente para los automotores que tiene carburador (F. Miranda, 2012)<sup>54</sup>. La desincronización del motor redundaba en mayor consumo de combustible, pérdida de fuerza y aumento en las emisiones de escape de estos contaminantes (Redacción El Tiempo, 1998b).

Hidalgo (2001) afirma que, para finales de la década de los 90’s, el 70% de las partículas emitidas en la atmósfera tenían como fuente el transporte público a gasolina y se podrían relacionar con hasta

---

<sup>54</sup> Este proceso, en especial para los vehículos a gasolina, se orienta hacia optimizar el consumo de combustible haciendo que coincidan en el tiempo: la mezcla de aire y gasolina, la compresión y la chispa de la bujía. Los vehículos con carburador son los que tienen más problemas con este proceso, en ellos se hace de forma mecánica, los nuevos con tecnología electrónica de inyección lo hacen de forma más eficaz, pero también tienen que hacer ajustes en relación con el desgaste usual de la maquinaria aunque con menos frecuencia



1.200 muertes al año por neumonía a través de estudios epidemiológicos de carga de enfermedad (Hidalgo, 2001).

La evidencia daba claridad entorno al grave riesgo sanitario y ambiental que representaba la contaminación del aire asociada a las fuentes móviles en la ciudad: los motores de combustión a gasolina aportaban hasta el 60% del total de emisiones de CO, hidrocarburos volátiles y NOx, mientras que para entonces las fuentes fijas eran las responsables del 99% del PM y del SO<sub>2</sub> según datos del Ministerio del Ambiente en 1997 (Ministerio del Medio Ambiente, 1997). Este crítico panorama urbano estaba a punto de cambiar, con el drástico proceso de reestructuración que trajo consigo la introducción del Transmilenio como el servicio más importante para el transporte de personas en Bogotá en el siglo XXI.

### **2.2.6 Dieselización del transporte de pasajeros: Transmilenio 2000 - 2015.**

La primera alcaldía de Enrique Peñalosa (1988 – 2000) cambiaría la forma de moverse en la ciudad, reorganizando el tránsito caótico de colectivos, buses y busetas obsoletos en Bogotá con la introducción del sistema Transmilenio, que empezó a rodar el 18 de diciembre de 2000 (Sección Bogotá, 2014).

Este sistema, basado en recomendaciones que desde 1975 se estaban haciendo para la ciudad, iniciaría un proceso de migración del transporte de la gasolina al Diesel. Con grandes buses articulados que circularían en carriles exclusivos con estaciones fijas, Transmilenio rompería con el sistema de porcentaje de pago por pasajero garantizando a los conductores un salario fijo mensual, acabando con la guerra del centavo, y sacando progresivamente de circulación la tecnología obsoleta de la capital, en la medida que ampliaba su cubrimiento (Hidalgo, 2001; Redacción El Tiempo, 2000). Esta transformación del transporte, así como lo hicieron los sistemas previos, también cambiaría la fisionomía urbana de la capital<sup>55</sup> (Aparicio, 2010).

---

<sup>55</sup> Transmilenio no solo llegó a transformar la movilidad, también impulsó transformaciones en la estructura urbana. Aparicio (2010) relaciona este sistema masivo con cambios en el uso del suelo, de residencial a comercial, alrededor de las líneas por donde circulan los articulados y también con aumentos en el valor del precio de los terrenos. Esta autora problematiza acerca de la imposibilidad de descentralización de la ciudad

El objetivo era crear un sistema integrado de transporte urbano donde rutas alimentadoras llevaran los pasajeros hacia los portales, ubicados en zonas periféricas. Con el tiempo este sistema lograría desplazar a la totalidad de las rutas urbanas existentes, reemplazándolas con buses integrados a este modelo, con lo que culminaría el proceso de transición y unificación del servicio siendo el eje central las troncales de carril de bus exclusivo (Andrade, 2003, p. 23; A. Martínez, 2003).

La administración del transporte pasaba de nuevo a estar en manos del Distrito, pero la operatividad dependía todavía de las grandes empresas de buses quienes serían las encargadas, a través de licitaciones públicas, de comprar buses articulados, ponerlos en servicio y operar los alimentadores. Quienes sí saldrían definitivamente del mercado serían los pequeños propietarios, quienes reaccionaron, a través de paros y protestas, intentando boicotear la llegada del sistema. Hidalgo (2014) en nota para el periódico El Tiempo así lo refiere: “Entre 1998 y el 2000, tuvimos 17 paros de transporte, especialmente de los pequeños propietarios, que querían mantener la guerra del centavo” (Sección Bogotá, 2014).

A pesar de la oposición, el sistema logró ser llevado a cabo. La primera línea conectaba, a través de la Autopista Norte y la Avenida Caracas, el Tunal con la Calle 170 y atravesaba la ciudad hacia el occidente por la calle 80 hasta la Carrera 95 donde se ubica el portal (Imagen 27). Con vehículos modernos, modelos 2000 en adelante, adquiridos por las empresas de transporte particular, apoyados en los procesos de chatarrización que impulsó el Distrito, la flota de buses viejos fue disminuyendo y los niveles de contaminación del aire mejoraron por la apropiación de la tecnología EURO 2 de 1996 como estándar de emisiones (Andrade, 2003, p. 28).

Por cada bus articulado debían salir 7 obsoletos de circulación, que entrarían en procesos de chatarrización: la primera fase requirió de 470 vehículos en el sistema para cubrir la demanda que representaban 3290 buses obsoletos a gasolina menos rodando por la ciudad (Sección Bogotá, 2014).

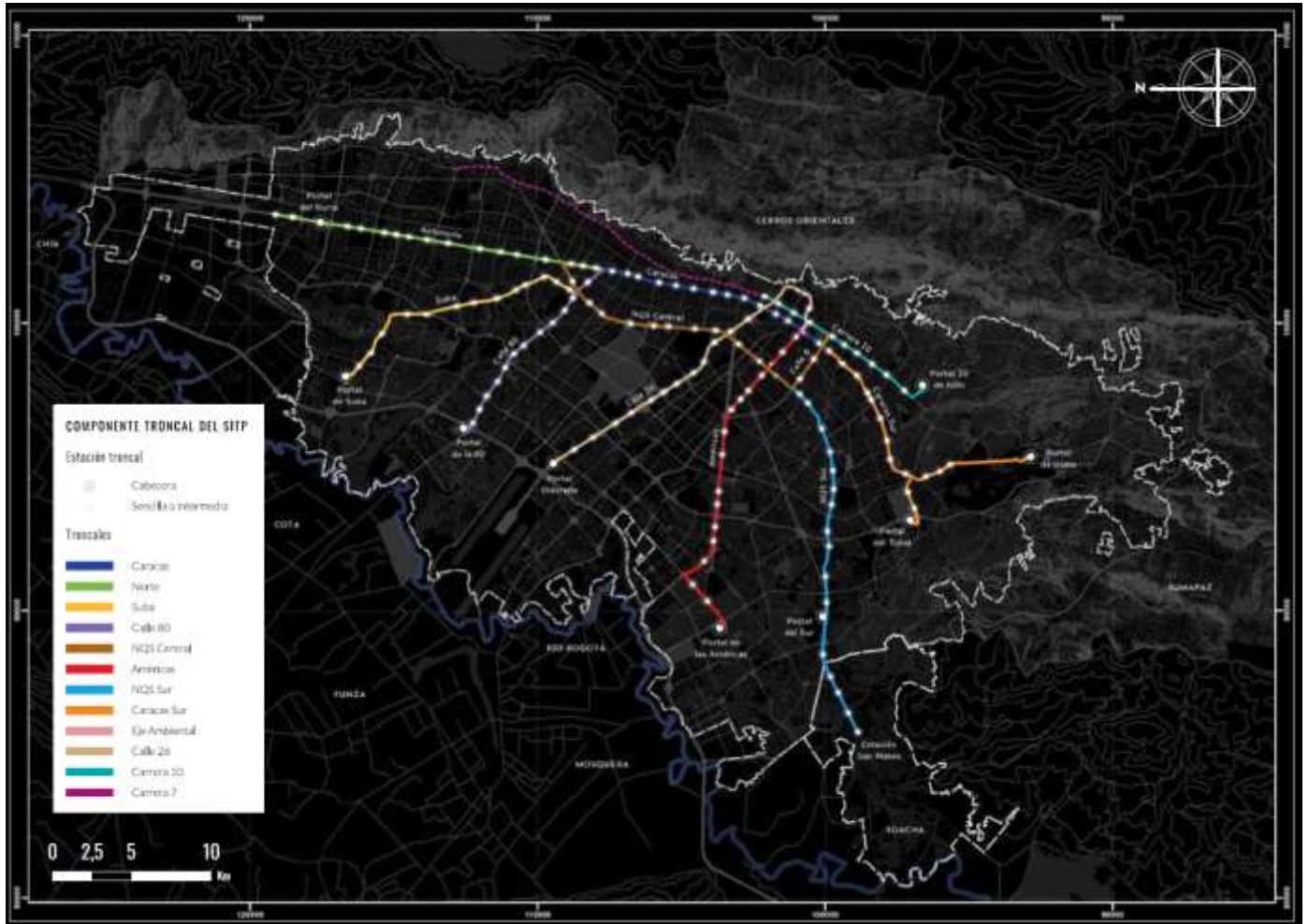
Realmente lo que se dio fue un cambio en el inventario de emisiones de la ciudad: para 2008, de acuerdo con datos de Peñaloza (2010), luego de casi una década de funcionamiento del sistema

---

que trae consigo el sistema, ya que este patrón se mantendrá con la forma en que se proyectó este medio de transporte priorizando la demanda por encima de reordenar la planeación urbana (Aparicio, 2010).

masivo movido con Diesel, el perfil de los contaminantes emitidos ya había cambiado, aumentando el nivel de PM10 hasta 1.594 toneladas/año (Peñaloza, 2010, p. 65).

**Imagen 27. Troncales de Transmilenio, 2019.**



Fuente: imagen tomada de “El SITP en mapas” (Transmilenio S.A, 2019, p. 13)

El control a las emisiones vehiculares provenientes de los automóviles particulares y la salida de buses viejos a gasolina mejoró los niveles de CO, NOx e HC y el PM empezó, desde la primera década del siglo XXI, a posicionarse como el principal contaminante en la ciudad.

El Plan Decenal de Descontaminación del aire para Bogotá (2010), un esfuerzo conjunto entre la academia (universidades de La Salle, Nacional y los Andes) y la Secretaría de Ambiente durante la

alcaldía de Samuel Moreno (2008-2011), propuesto con el fin de ser la hoja de ruta para las futuras intervenciones en la calidad del aire urbano, ponía en manifiesto la problemática del PM<sub>10</sub> en la ciudad y las excedencias permanentes de los niveles normativos en estaciones del sur y occidente en relación con zonas industriales y tráfico (Secretaría Distrital de Ambiente, 2010).

Para entonces Transmilenio, que ya había cumplido una década, con una flota de buses nuevos y con estándares de emisiones desactualizado, aportaba de forma moderada a los inventarios en la capital colombiana, mientras que camiones, buses escolares y de turismo (muchos de ellos a Diesel), buses y busetas del sistema de transición, así como una creciente cantidad de motocicletas<sup>56</sup> se volvieron protagonistas de este nuevo perfil contaminante (Secretaría Distrital de Ambiente, 2010, p. 70).

A pesar del carácter “no discriminatorio” que por definición tiene la atmósfera para distribuir los contaminantes, los patrones de tránsito de los vehículos de carga y pasajeros Diesel y el Transmilenio, crearon, junto con las condiciones meteorológicas de los vientos en la ciudad, zonas de mayor congestión de partículas al sur occidente, donde se soportaba un peso mayor de emisiones y un riesgo aumentado ambiental y sanitario para sus habitantes.

Las zonas de color naranja a rojo de la Imagen 28 corresponden a los territorios urbanos que más cargan riesgo ambiental y donde los niveles de PM<sub>10</sub> sobrepasaban la norma, Resolución 910 de 2008 del Concejo para entonces. Ubicadas al sur occidente, en estos espacios territoriales se ha focalizado el tránsito de carga y pasajeros creando un riesgo sanitario y ambiental persistente para las personas que allí habitan y laboran (Goossens & Gómez Meneses, 2015; Moncada, 2007).

Esta territorialización del aire cargada de desigualdades sociales y ambientales en la ciudad, sumada al impacto de las emisiones de la tecnología usada en los motores de carga y pasajeros, son las causas

---

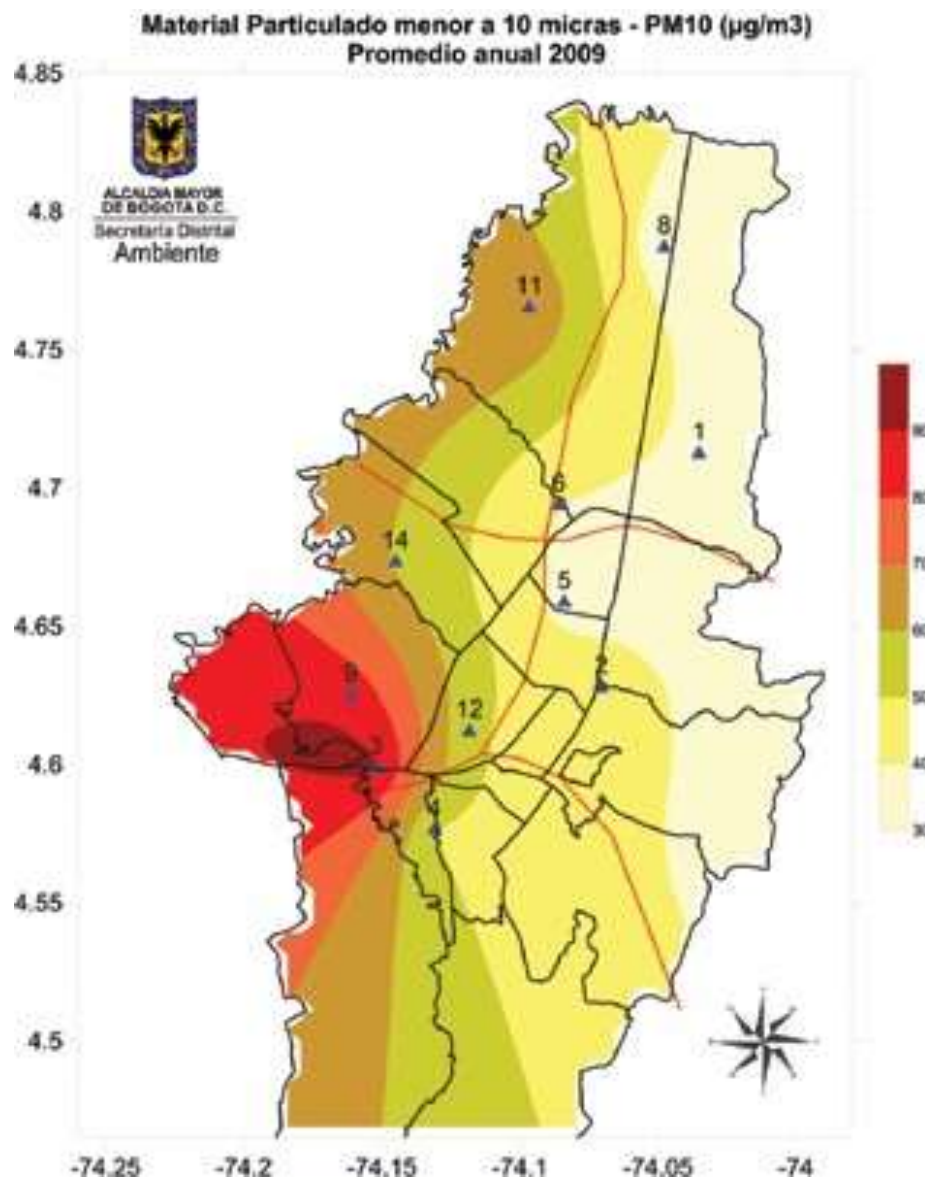
<sup>56</sup> La ciudad se fue invadiendo de motocicletas desde principios del siglo XXI, en especial por la falta de restricciones (no tenían pico y placa), las dificultades del transporte público (en especial la sobredemanda de Transmilenio) y la accesibilidad de precios que hacía fácil adquirirlas, según datos del informe de la Veeduría Distrital de Bogotá acerca de la movilidad en 2013: “el incremento del parque automotor de motocicletas ha sido del 2300%, pasando de 16 mil motos a más de 385 mil entre 2003 y 2013”. El aporte de estos vehículos, también de combustión interna amerita ser investigado a fondo en la capital del país.

para que en el sur occidente de la ciudad se localice la región más contaminada del país entero: en la zona monitoreada por la estación Carvajal – Sevillana de la red de vigilancia atmosférica de la ciudad, donde confluyen dos grandes avenidas con permanente tránsito vehicular de carga y pasajeros (Mapa 6) (IDEAM, 2016). Y es que, a pesar de las fuentes fijas industriales allí presentes, es el tráfico Diesel el responsable de la contaminación del aire en esta zona.

Los datos de las redes de monitoreo reflejan en este caso una disminución de las concentraciones medidas de SO<sub>2</sub>, secundarias a la mejoría de la concentración en ppm del azufre en el Diesel que se distribuye en la ciudad. El O<sub>3</sub>, contaminante que se forma en la atmósfera, tampoco representa un problema mayor asociado a las intervenciones en emisiones de NO<sub>x</sub> para vehículos a gasolina y las características de radiación solar en la capital (Secretaría Distrital de Ambiente, 2010, p. 81 y 77).

Se puede afirmar que desde las primeras décadas del siglo XXI el crecimiento permanente del PM, originado en vehículos de carga y pasajeros con motores Diesel, es el mayor problema para el aire de la capital. La falta de regulaciones acerca del límite en la vida útil de la tecnología de carga ha hecho que automotores con más de 20 años de trabajo continuo sigan rodando y contaminando las vías a su paso. Los trámites legislativos relacionados con la necesidad de fijar estándares de obsolescencia para esta tecnología no han dado fruto y tampoco los procesos consensuados de chatarrización individual entre propietarios y autoridades por las presiones de los gremios transportadores que, sustentados en el poder de ser los facilitadores del transporte de bienes y mercancías en Colombia, ejercen su influencia a través de mecanismos de protesta (Umaña, 2014).

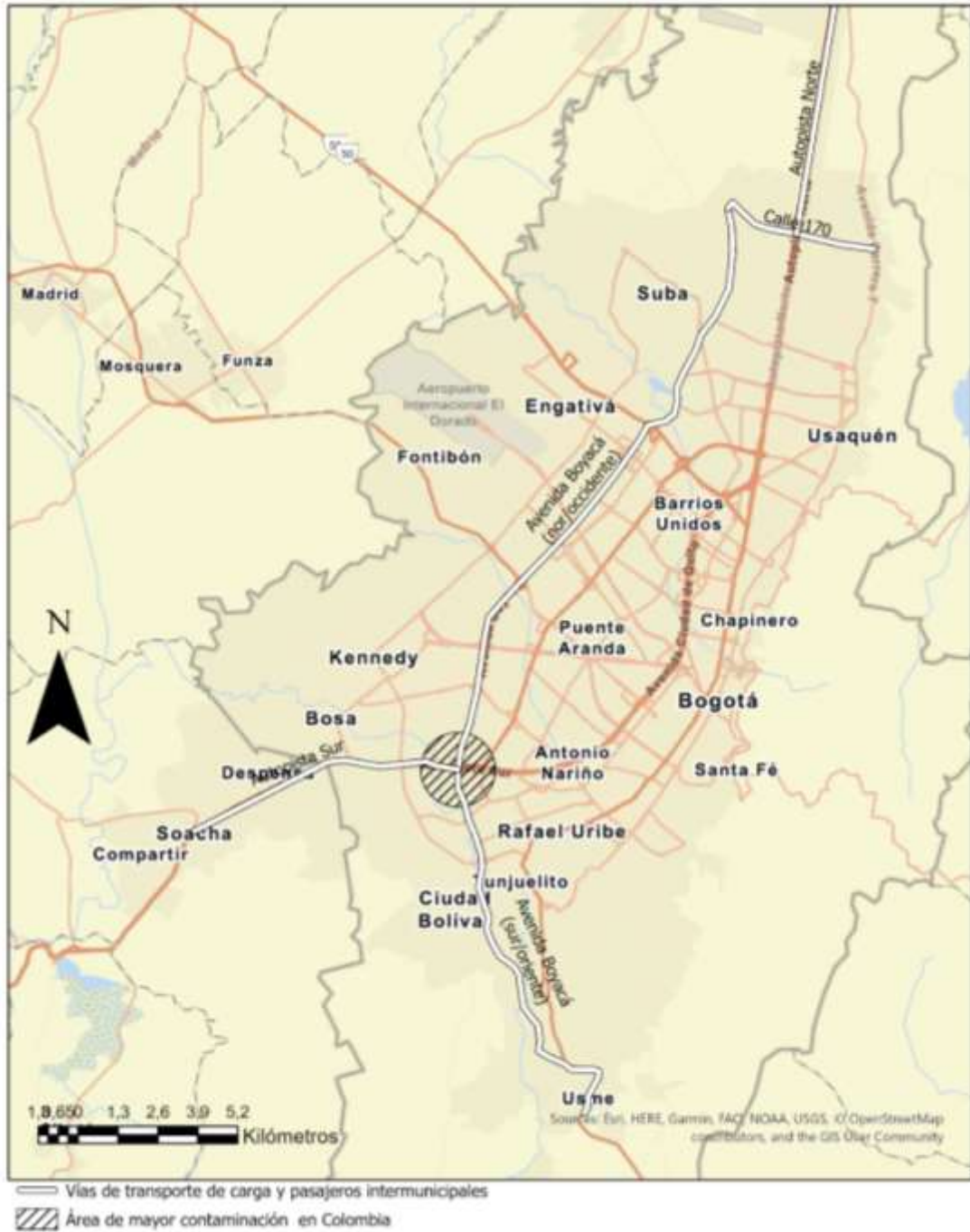
Imagen 28. Distribución zonal anual del PM10 en 2009.



Fuente: tomado del Plan Decenal de Descontaminación<sup>57</sup> (2010) página 71.

<sup>57</sup> El Plan Decenal de Descontaminación (2010) fue la primera gran apuesta de la Secretaría Distrital de Ambiente de Bogotá para intervenir en la calidad del aire urbano con base expresado en un reporte multidisciplinar e intersectorial soportado en datos científicos que permita tomar decisiones objetivas y costo eficientes al respecto. Desafortunadamente hasta el año 2020, este plan no se había puesto en marcha en la ciudad. Secretaría Distrital de Ambiente. (2010). *Plan Decenal de Descontaminación del Aire para Bogotá*.

**Mapa 6. Área de mayor contaminación del aire por el tránsito vehicular en Bogotá.**



Fuente: Elaboración propia, sobre mapa base tomado de Google Earth en ArcGis pro. 2020.

De acuerdo a Chacón (2013), las asociaciones de transportadores (Asociación Colombiana de Camioneros (ACC), la Asociación de Transportadores de Carga (ATC) y Asecarga) en el año 2013 aseguraban que poner como límite 20 años de uso para estos vehículos haría que “cerca de 100.000 automotores debieran salir del mercado, lo cual tendría consecuencias negativas para las familias que viven del transporte” (Chacón, 2013).

Estos vehículos viejos Diesel, que no se ajustan ya a ninguna posibilidad de control tecnológica de emisiones contaminantes, son los que mayor peligro representan para la salud humana por la alta cantidad de PM que producen en relación con el desgaste de su motor.

De forma similar, en el año 2013, las demoras administrativas en la renovación de la flota del Transmilenio obligaron a que los articulados extendieran su vida útil estimada, llevándolos hasta 1.240.000 kilómetros, 240.000 más de lo que inicialmente se había pactado como límite para su uso. Estas acciones fueron sustentadas en la necesidad de sostener la oferta del servicio de transporte de pasajeros mientras se lograban concretar los procesos de compra para llegada de nuevos buses. El desgaste natural de los motores hizo que se generaran elevadas emisiones de contaminantes con el uso de estos en la ciudad (V. Téllez, 2013).

Behrentz (2007) afirma que es erróneo “concluir que Transmilenio por utilizar el mismo combustible Diesel de mala calidad, es un promotor de la contaminación”, señalando además que la Carrera 7<sup>a</sup>, en la que no circula Transmilenio, es una de las vías más contaminadas de la ciudad. Esta afirmación puede ser cierta, puesta en la lógica, antes mencionada, de que buses nuevos y ajustados a las normas internacionales claramente emiten menos contaminantes (Behrentz, 2007). Mas el mismo Behrentz ya en 2009 afirmaba que:

“Los niveles de contaminación sobre una troncal del sistema Transmilenio fueron significativamente superiores a los encontrados en la vía dominada por la actividad del transporte particular, así como a los encontrados en el sitio ubicado en las afueras de la ciudad. Sin embargo, las concentraciones de PM10 en la troncal de TM fueron significativamente inferiores a las concentraciones encontradas en varios sectores sobre la Carrera Séptima”(Behrentz, 2009).



Mientras que en vías dominadas por el tránsito de vehículos particulares a gasolina las concentraciones medidas en calle de PM10 fluctuaron entre 10 y 70  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ , en la vía del Transmilenio llegaron a valores cercanos a 150  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  y en las de pleno dominio del modelo de transporte de buses, busetas y colectivos llegó hasta valores de 500  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  durante el tiempo de monitoreo (Behrentz, 2009). Estos datos demuestran que, a pesar de los aspectos negativos que sin duda tiene, el Transmilenio es menos malos que el modelo de transporte previo contaminante con tecnologías obsoletas, y aunque emite contaminantes, lo hace en menor proporción ya que cuenta con un sistema de estaciones fijas que limitan las interrupciones y arrancadas frecuentes, momento en que mayores emisiones se liberan.

Vale la pena aclarar que, aunque los valores umbrales, expresados en la legislación de calidad del aire, representan límites establecidos por las autoridades ambientales y sanitarias, esta definición de “valores mínimos de emisión” se asocian desde mediados del siglo XVIII a intentos de control que permiten el mantenimiento de las actividades económicas en “equilibrio” con los efectos que los procesos contaminantes puedan tener en la salud y los ecosistemas (Crosby, 1998, p. 22; Jasanoff, 2013; MacLeod, 1965). Esta perspectiva se explica en profundidad en el capítulo 3 de este documento.

Los umbrales se han ido acortando de acuerdo con evidencias sanitarias que demuestran impactos de los contaminantes en la salud humana. Con ello se puede afirmar que no existen niveles de contaminación deseados o “saludables” en la actualidad y se sabe que a cualquier valor de PM presente en el aire se generan distintos riesgos y efectos en la salud humana, y que estos, de acuerdo con su intensidad de exposición pueden afectar diferencialmente a grupos vulnerables (personas con patologías de base, menores de 5 años y mayores de 65 años) o a la población general.

El tránsito lento por las vías, asociado a la congestión generada por cada vez más vehículos particulares y motocicletas, aumentan las emisiones de arranque y ponen a los camiones, e incluso al Transmilenio en horas pico, en marchas lentas, a esparcir mucho más humo y PM por kilómetro recorrido.

Las dinámicas complejas del transporte público y el tránsito en la ciudad son las características que hacen que los vehículos logren aportar el 59% de PM<sub>2,5</sub> en la ciudad para 2019.

El Diesel es el rey en el transporte de carga y pasajeros en las primeras dos décadas del siglo XXI en la ciudad, soportado en una flota obsoleta, desactualizada en tecnología de control de emisiones contaminantes. Este contaminante es el más importante también, en términos de impacto sanitario para la OMS en el planeta y en Bogotá llevándose consigo miles de vidas y aumentando la carga de enfermedad en la población de la ciudad (Observatorio Nacional de Salud, 2018, p. 87; OMS, 2005; Pachón et al., 2019).

### **3. Materialización del aire: la red de monitoreo atmosférico en la construcción del concepto de “calidad del aire”, 1960 – 2016<sup>58</sup>**

Las redes de monitoreo de la calidad del aire en las ciudades se han posicionado como la tecnología necesaria para hacer el seguimiento e intervenir sobre el riesgo que trae la contaminación atmosférica en las urbes modernas (Marcelo Korc & Sáenz, 1999). Las redes tecnológicas, como sistemas de vigilancia, están conformadas por equipos especializados que, instalados en estaciones de monitoreo localizadas en sitios específicos, permiten la medición de contaminantes y de características meteorológicas. Operadas por personal especializado en captura y manejo de la información, los datos obtenidos se han utilizado para la elaboración de los inventarios de emisiones y la evaluación de la exposición poblacional a riesgos ambientales (Secretaría Distrital de Ambiente, 2017).

La necesidad de hacer vigilancia al aire se ha fundamentado en la consolidación histórica de la contaminación atmosférica como un problema importante para la salud pública. El impacto poblacional de este riesgo ambiental ha dejado de ser principalmente agudo y causante de efectos inmediatos para ganar terreno en la producción de afecciones crónicas, acumulativas y globales (M Korc, 2000; WHO, 2016).

Desde esta óptica, los sistemas de monitoreo – junto con los modelos teóricos de dispersión de contaminantes criterio y el inventario de emisiones de fuentes contaminantes, tienen como objetivo

---

<sup>58</sup> Una versión preliminar de este texto se publicó con anterioridad en formato de artículo de revisión: Ángel Macías, M. A., & Gallini, S. (2019). Cooperación técnico-científica internacional en la construcción de redes de monitoreo atmosférico. El caso de Bogotá (1960-2016). *Letras Verdes. Revista Latinoamericana de Estudios Socioambientales*, (25), 143–167. <https://doi.org/10.17141/letrasverdes.25.2019.3619>

aportar información útil que ayude a construir el puente de evidencia entre la emisión, la inmisión<sup>59</sup>, la exposición y el impacto en salud de la contaminación del aire, en el marco de una aproximación y reconstrucción instrumentada atmosférica (Gaitán et al., 2007b; IDEAM, 2002).

Las redes tecnológicas de medición se fueron conformando en el mundo a partir de la segunda posguerra, en un contexto histórico en el cual América Latina ocupaba una posición subordinada en las relaciones internacionales, y como muchos países en el sur global buscaba alcanzar el prometido desarrollo desde mediados del siglo XX (Escobar, 1998; M. A. L. Miller, 1992; M. Williams, 2005). Impulsadas por un sistema de gobierno internacional, los primeros esfuerzos de vigilancia del aire fueron liderados por agencias sanitarias internacionales y regionales, la OMS y la Organización Panamericana de la Salud (OPS)<sup>60</sup>, financiadas por organizaciones económicas mundiales, Banco Mundial (BM)<sup>61</sup> y la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos (OCDE), y además respaldadas técnicamente por instituciones gubernamentales norteamericanas, y en especial por la *Environmental Protection Agency* (EPA) estadounidense (Haddad, 1972; Liu, 2010; Obregón, 2020; Rothman, 2017; Soto Coloballes, 2018, p. 424).

Sería tentador interpretar este caso de instalación de una red tecnocientífica en una región periférica del sistema mundial, sin que ésta respondiera propiamente a dinámicas y necesidades locales, como la ejemplificación de la dependencia tecnológica y política del país frente a la cooperación internacional en temas de vigilancia ambiental y salud pública (Albornoz, 2001; Escobar, 1998; SELA, 2013). En sentido opuesto, se podría resaltar como las apuestas de cooperación internacional en materia ambiental y de salud pública, como la de este caso, han servido para impulsar la formación de personal calificado local, creando espacios de desarrollo profesional nativo para su mantenimiento y control (García, 2007).

---

<sup>59</sup> Entendido como el proceso fisicoquímico atmosférico que sufren de los contaminantes luego de ser emitidos (Seinfeld & Pandis, 2016)

<sup>60</sup> La OPS ha tenido toda una historia de cooperación con los países del tercer mundo -en la posguerra-, o en vías de desarrollo desde las décadas finales del siglo XX; para Colombia ver “La OPS y el Estado Colombiano” de Mario Hernández y Diana Obregón, escrito con motivo de los 100 de años de las relaciones entre esta entidad y el país (M. Hernández & Obregón, 2002)

<sup>61</sup> Obregón (2020), ofrece una clara exposición acerca de la decadencia de la OMS y las relaciones con el Banco Mundial en: La OMS y el paradigma global: los determinantes sociales de la salud o la retórica de la inclusión. *Revista Facultad Nacional de Salud Pública*, 38(2), 1–10. <https://doi.org/10.17533/udea.rfnsp.e341524>

Aun reconociendo valor heurístico a estas interpretaciones, la perspectiva que aquí se adopta se relaciona con la posibilidad de comprender el caso de la RMCA en Bogotá como la adaptación a este territorio de un sistema tecnológico<sup>62</sup> importado e instalado en la ciudad, en el marco de interacciones diacrónicas entre artefactos, individuos, organizaciones, ciencia, academia, leyes y recursos naturales, que termina por consolidar una forma instrumental de entender la atmósfera.

Este engranaje interdependiente, en la búsqueda de la solución para un problema social común, en su consolidación, termina construyendo una nueva realidad de aire en la ciudad: mediado por la instrumentación, que ha reemplazado la sensibilidad y subjetividad individuales, levantándose como la única e impuesta vía para la valoración de los riesgos y la toma de decisiones de política pública entorno a este riesgo sanitario.

¿De dónde surge esta aproximación a la atmósfera mediada por instrumentos de medición?, responderemos a esto a continuación.

### **3.1 Antecedentes y surgimiento de las mediciones del aire.**

Entender y medir las características del aire ha sido un objetivo para la ciencia desde el inicio de la ciencia moderna. La teoría del flogisto impulsó en el siglo XVIII la creencia en la existencia de sustancias combustibles especializadas en el aire<sup>63</sup>; este pensamiento desató fuertes dudas, soportadas especialmente en las mediciones que llevaron a Lavoisier (1743 – 1794) a refutarla en 1776 basado en la ganancia mínima de peso de los materiales durante la quema, condición que reñía con la pérdida de flogisto (Johnson, 2010, p. 111).

---

<sup>62</sup> Propuesta teórica del historiador norteamericano de la tecnología Thomas Parke Hughes (1923-2014). Este concepto intenta comprender la construcción social de la tecnología, ubicándola como un actor adicional en el entramado social, político y cultural; Hughes también incorpora la Teoría de Sistemas en su propuesta e intenta debatir en contra del determinismo tecnológico reinante en este área del conocimiento (Hughes, 1983).

<sup>63</sup> Según la teoría del flogisto existe en los cuerpos una sustancia que les da la capacidad de arder, la combustión se daba por la pérdida del flogisto de los cuerpos. También se relacionaba con la fracción de “aire inflamable”, ya que la reacción la llama necesitaba de aire para producirse (Lecaille, 1994).

Para llegar a esta conclusión, Lavoisier se basó entre otras en la teoría propuesta por Joseph Priestley (1732 – 1804), investigador que, en el primer quinquenio de la década de 1770, a través de la experimentación y las mediciones instrumentales, descubrió la capacidad de las plantas de aportar “aire desflogistizado” a la atmósfera, hallazgo que relacionó directamente con la vida de los animales quienes lo tomaban de la atmósfera a través de la respiración. Debido a este hallazgo, a Priestley se le denominó, en palabras de Johnson (2010), “el inventor del aire” y se le atribuiría posteriormente el descubrimiento del oxígeno como resultado de sus estudios (Johnson, 2010, Capítulo II).

Fue así como, por intermedio de las mediciones, se empezó a construir desde el siglo XVIII, pieza por pieza como en un rompecabezas, una noción experimental de un elemento natural: el aire. Sin embargo, guiado por el interés en los problemas que afectaban la salud humana, relacionados con aire contaminado de origen antropogénico (calefacción, cocina e industria), había surgido el deseo de escudriñar acerca de su composición y características mucho antes, desde el siglo XII. Para entonces, se describieron las primeras consecuencias de la exposición al hollín resultante del uso del carbón en la salud humana (Brimblecombe, 2011; Hester & Harrison, 2009; Mosley, 2014).

En el siglo XVI, “*Fumifugium: los inconvenientes del aire y del humo diseminados en Londres*”, escrito por John Evelyn (1620 – 1706) documentó, los problemas relacionados con las emisiones provenientes del uso del carbón como combustible en la ciudad (Evelyn, 1661; Foster, 1999; Staniforth & Getty Conservation Institute., 2013).

Con la consolidación de la Primera Revolución Industrial en el siglo XIX el problema se acentuó: residuos tóxicos emitidos por las empresas de producción de insumos químicos<sup>64</sup> provocaron la pérdida de grandes plantaciones de cereales y de cientos de animales en Inglaterra, causando también enfermedades y muertes en los campesinos residentes en cercanías a ellas (MacLeod, 1965). Este impacto sanitario y ambiental impulsó la organización y movilización ciudadana que, luego de intensas presiones ante el gobierno inglés, logró en 1863 la aprobación de los *Alkali Acts*, que sería

---

<sup>64</sup> Las plantas de producción de carbonato de sodio, importante insumo para las industrias del vidrio, textil, jabón y papel, a partir de sustratos de cloruro y sulfato de sodio en reacción con carbonato de calcio, generaban grandes cantidades de ácido clorhídrico gaseoso en la atmósfera, junto con residuos sólidos de sulfuro de hidrógeno -compuesto responsable del olor característico del huevo podrido- (MacLeod, 1965).

la primera regulación oficial de emisión de contaminantes del aire en la historia global (Jasanoff, 2013; MacLeod, 1965).

A través de mediciones del impacto de los residuos tóxicos en las tierras vecinas a las fábricas, se propuso regular los vertimientos de gases en la atmósfera, introduciendo el concepto de “límite máximo permitido” como una medida “objetiva”, obtenida a través de instrumentación científica, de la cantidad de contaminantes posibles de emitir sin afectar la producción económica industrial y que causara la menor proporción de daños a los residentes y ecosistemas aledaños (MacLeod, 1965).

La medición instrumental apareció entonces como la solución necesaria para entender e intervenir en las relaciones ecosistémicas que traían consigo las emisiones atmosféricas aumentadas de origen industrial. El hecho en sí de poner límites a las emisiones industriales en el siglo XIX no era una novedad y encontraba el sustento en las prácticas científicas y tecnológicas imperiales europeas que, ya desde el siglo VI, buscaban comprender la realidad: dividiéndola en partes uniformes, cuantificándola e intentando aproximarse a ella de forma objetiva a través de los instrumentos de medición (Crosby, 1998).

Desde esta perspectiva, la “realidad” era aquello que se podía entender a través de artefactos (metros, pesas y balanzas entre otros), corroborada de forma experimental, aislada y reproducible en el laboratorio, dejando de lado la percepción y sensibilidad individuales consideradas subjetivas (Crosby, 1998). Lo medible se presentaba como justo e imparcial, además intentaba conseguir estándares de los fenómenos con el fin de controlar y ordenar la naturaleza a través de reglas que permitieran explicar los procesos. De acuerdo con Gooday (2004) esta forma de ofrecer datos cuantitativos en el discurso técnico científico lo hacía “más confiable” para los interlocutores, sacándolo del terreno de la subjetividad y considerándolo objetivo, “real”; y es que eso es lo que aportan las mediciones instrumentales y que no tenían las percepciones: datos (Gooday, 2004, p. 1).

Siguiendo esta tradición, las mediciones y en consecuencia la legislación decimonónica respecto del aire, iniciaron el tránsito a través de un camino que iría construyéndolo como una realidad objetiva y medible, sobre la que se podía intervenir con herramientas tecnológicas, poniendo y quitando componentes, de acuerdo con observaciones y experimentación científica.

Estas medidas se orientaron básicamente hacia la protección de la producción industrial, sin embargo, durante el siglo XX, que fue pródigo en tragedias ambientales relacionadas con la contaminación atmosférica, se requirió impulsar el proceso de estandarización y vigilancia del aire<sup>65</sup>. De allí en 1956 se elaboraron en Gran Bretaña los *Clean Air Acts*, legislación que buscaba disminuir los niveles de emisiones tóxicas de las industrias y los hogares para prevenir nuevas catástrofes, en especial por el uso del carbón como fuente de energía y que sirvieron de modelo para las legislaciones posteriores en este campo en muchos otros países (Brimblecombe, 2011; Mosley, 2014).

Con la aplicación de estas regulaciones, el aire se fue aclarando, dejando atrás la nube tóxica que caracterizó las calles de las ciudades industriales, lo que permitió la no repetición de fenómenos de corto plazo severo relacionados con el smog, pero al mismo tiempo instauró una barrera que dificultaba la percepción del peligro a través de los sentidos (olor y color), con lo que el riesgo pasó de ser explícito a ser mediado por expertos y necesariamente instrumentado. En palabras de Jasanoff (2013):

“Traerlas a la luz [las amenazas del aire] requería de nuevas prácticas para discernir, nombrar, ordenar y clasificar, y cada una de estas precisaba a su vez de nuevas formas de construcción de significados. La ciencia, que ocupó el asiento trasero durante los primeros años de la preocupación por la calidad del aire, adquirió una importancia cada vez mayor en el establecimiento de las líneas de base para la regulación” (Jasanoff, 2013).

La fuerte relación de las emisiones con el modelo de desarrollo industrial puso en la agenda política mundial de la segunda posguerra los problemas asociados a la contaminación del aire, volviéndolos una prioridad. Las organizaciones sanitarias internacionales fueron las encargadas de liderar estas iniciativas creando espacios de discusión respecto a la contaminación atmosférica desde mediados de la década de los Cincuenta (Haddad, 1974); la OMS y OPS se hicieron responsables de las primeras acciones globales de estructuración de estaciones instrumentales para el medir y monitorear el aire en las ciudades de los países miembros (Haddad, 1974).

---

<sup>65</sup> Entre ellas están la nube tóxica de hollín que mató a 4 mil londinenses en diciembre de 1952 y las 25 personas fallecidas en Donora Pensilvania en 1948 por la nube de contaminación de Pittsburg (Brimblecombe, 2011; Mosley, 2014).



Para entonces la política sanitaria internacional se entendía en el contexto del discurso dominante del *desarrollo*, concepto útil para continuar con una relación neocolonialista con los países del “Tercer Mundo”. Con una serie de acciones coordinadas, este gobierno internacional en cabeza de Estados Unidos (EEUU), propuso acciones de cooperación y apoyo a los países “subdesarrollados”, que tenían como finalidad sacarlos de su atraso (Escobar, 1998; D. Rojas, 1987).

La representación técnica de esta presencia en cuanto a la vigilancia atmosférica se expresó en la conformación de la Red de Monitoreo Parametrizado de la Calidad del Aire (Red PANAIRES) en América Latina, inaugurada en 1965, y que surgió precisamente como resultado de las recomendaciones de la OMS y OPS para el continente (Haddad, 1974, 1976).

Esta red, financiada y controlada por el Centro Panamericano de Ingeniería Sanitaria y Ciencias del Ambiente (CEPIS) con sede en Lima y perteneciente a la OPS<sup>66</sup>, propuso en 1965 la instalación de estaciones de medición, comenzando con 18 puestos de vigilancia, en igual número ciudades de toda América Latina<sup>67</sup>. Esta apuesta tecnológica tenía la finalidad de medir de forma normalizada y estandarizada, los contaminantes más importantes de acuerdo con las recomendaciones europeas derivadas de los *Clean Air Acts* británicos de 1956: polvo sedimentable, Partículas Sedimentables Totales (PST) y Dióxido de azufre (SO<sub>2</sub>), todos relacionados con las emisiones de fuentes fijas industriales (Haddad, 1976; Marcelo Korc & Sáenz, 1999; Sedrez & Horta, 2018, Capítulo 6).

En 1967 inició formalmente labores la Red PANAIRES con dos objetivos:

- “(i) Subsanan la escasez de información cuantitativa recogiendo datos básicos que permitiesen estudiar comparativamente la situación en las ciudades incluidas y contribuyesen a determinar las tendencias del problema.
- (ii) Despertar un mayor interés en las ciudades participantes con el objeto de contribuir a la formación en cada una de ellas de una estructura administrativa bien organizada, dotada de los profesionales capacitados necesarios para

---

<sup>66</sup> Oficina creada en la OPS en 1965 en Lima con el fin de dar asesoría en cuanto a temas ambientales en Latinoamérica (CEPIS, 1980).

<sup>67</sup> Las primeras estaciones fueron ubicadas en: Buenos Aires y Córdoba (Argentina), La Paz (Bolivi), Belo Horizonte, Porto Alegre, Recife, Rio de Janeiro y Sao Paulo (Brasil), Bogotá (Colombia), San José (Costa Rica), La Habana (Cuba), Santiago (Chile), San Salvador (El Salvador), Kingston (Jamaica), Ciudad de México (México), Lima (Perú), Montevideo (Uruguay) y Caracas (Venezuela) de acuerdo con el primer informe de la REDPANAIRES (Haddad, 1972).

tomar a su cargo las actividades de evaluación, prevención y control” (Haddad, 1972).

En los países latinoamericanos donde se instalaron las redes, para la década de los 60's, no existía una problemática real relacionada con las emisiones industriales, que en cambio en los países industrializados había sido históricamente la fuente principal de contaminación atmosférica por el uso de carbón como fuente de energía. Soto Coloballes (2018) lo expresa para la Ciudad de México:

“...hasta entonces [inicio del funcionamiento de la red], lo que con mayor frecuencia se identificaba como contaminación eran las *tolvaneras*, remolinos de polvo levantados por el viento procedentes del lecho lacustre del desecado lago de Texcoco” (Soto Coloballes, 2018, p. 425).

En Bogotá ocurría un caso similar al de la Ciudad de México: para los años Sesenta la capital colombiana estaba en proceso de expansión, con alrededor de 600 mil habitantes y llena de problemas relacionados con la pobreza y deficiencias en infraestructura sanitaria. Sin grandes industrias, apenas contaba con fábricas para consumo regional<sup>68</sup> por lo que, diferentes a los países del mundo industrializado, el aire contaminado no era entonces un sentido problema ambiental.

De forma simultánea con la instalación de las redes, y como importante impulso para la legislación acerca del monitoreo del aire, entre los años 50's y 60's, a nivel mundial se empezaron a alzar voces en contra de las acciones contaminantes de los países industrializados; la degradación de las condiciones sociales, políticas, ambientales y económicas llegó a límites que rompieron la tolerancia colectiva motivando la conformación de grupos organizados de protesta ciudadana y académica<sup>69</sup> que cuestionaban al sistema productivo destructor de la naturaleza, en especial el relacionado con la consolidación del modelo de crecimiento económico capitalista y las guerras colonialistas extractivas en el Tercer Mundo (Leff, 2012; Lochead & Naredo, 2008).

Estas nuevas dinámicas sociales, sobre todo en la parte del planeta que el vocabulario de esas décadas llamaba Primer Mundo, ejercieron la presión necesaria que llevó a la fundación, durante el mandato

---

<sup>68</sup> Como lo documenta Acebedo (2006): “Las industrias en el proceso de expansión de Bogotá hacia el occidente”. Bogotá: Universidad Nacional de Colombia. Facultad de Artes.

<sup>69</sup> Un ejemplo de este movimiento ambientalista en la academia fue la publicación del libro ícono de Rachel Carson “*Silent Spring*” en 1962 (Carson, 1962)

de Richard Nixon (1969 -1974)<sup>70</sup>, de la Agencia de Protección Ambiental Norteamericana (EPA) (Dowdey, 2007; Jasanoff, 2013; Liu, 2010; Rothman, 2017; D. Williams, 1993)<sup>71</sup>.

Este ente asesor del gobierno norteamericano le dio el soporte institucional a la *National Environmental Policy Act* de 1969, normatividad resultado de la necesidad de controles ambientales al modelo destructivo económico agrario norteamericano<sup>72</sup>. La EPA apoyaría las labores del gobierno en la regulación medioambiental en Estados Unidos, sacando las responsabilidades ambientales del ámbito del Departamento de Salud, Educación y Bienestar, en lo que sería el inicio del proceso de traslado generalizado de las competencias ambientales de las instituciones sanitarias a otras de perfil técnico y especializado en el manejo del ambiente (Liu, 2010).

En este mismo momento histórico las propuestas de control, medición y límites lograron plantear que el planeta poseía un umbral máximo de tolerancia a la degradación ambiental de origen antrópico. “Límite” se convirtió en una palabra central del debate político ambiental internacional, soportada por la evidencia aportada en 1972 en el informe *The Limits to Growth*<sup>73</sup> (Dobson, 2007; Meadows & Meadows, 1972).

Las preocupaciones sociales ambientalistas lograron manifestarse en la primera Conferencia de Naciones Unidas sobre el Medio Ambiente Humano celebrada en Estocolmo en 1972, reunión que

---

<sup>70</sup> El presidente Nixon en su discurso de oficial para creación de la EPA el 1 de enero de 1970, sustentó su propuesta diciendo: “...vamos a convencernos de que los años setenta deben ser los años en que Estados Unidos paga su deuda con el pasado reclamando la pureza de su aire, sus aguas y su medio ambiente. Es literalmente ahora o nunca” (Liu, 2010)

<sup>71</sup> Su creación, además de la necesidad de tomar acciones de protección del medio ambiente, tuvo importantes motivaciones políticas y económicas -locales y globales-: por un lado quitar el foco angular de la guerra de Vietnam dándole importancia al movimiento ambientalista y tratar de proteger a la industria, de forma discreta, de las acusaciones contaminantes que se posaban sobre ella, y por otro iniciar una nueva iniciativa de poderío ambiental internacional en plena la Guerra Fría.

<sup>72</sup> Basado en la producción en masa con grandes necesidades de pesticidas contaminantes (Dowdey, 2007).

<sup>73</sup> El informe fue el resultado de una simulación matemática acerca del posible futuro del planeta, corrida en el programa *World3* por un grupo de investigadores del Massachusetts Institute of Technology (MIT) liderados por la biofísica y científica ambiental Donella Meadows, financiados por el *Club de Roma*, un pequeño grupo de hombre de negocios, científicos y políticos preocupados por temas de desarrollo global. Las conclusiones del estudio eran catastróficas: “si el actual incremento de la población mundial, la industrialización, la contaminación, la producción de alimentos y la explotación de los recursos naturales se mantiene sin variación, alcanzará los límites absolutos de crecimiento en la Tierra durante los próximos cien años” (Meadows & Meadows, 1972; Robin, Sörlin, & Warde, 2013).

inauguró las grandes cumbres de la gobernanza ambiental global. El poder y hegemonía norteamericana logró, posicionar a la EPA como la agencia idónea para “apoyar” la toma de decisiones en materia medio ambiental, esta entidad se encargó entonces de proponer los límites permitidos para el depósito de contaminantes en el ambiente, utilizando para ello la misma perspectiva instaurada a mediados del siglo XIX que buscaba el equilibrio entre la exposición con el mínimo daño a la salud y el mantenimiento de la producción industrial (Liu, 2010; Palamar, 2008).

De esta forma, el *Clean Air Act* norteamericano emitido por la agencia norteamericana en 1972 sirvió de guía para establecer límites permitidos de emisiones de contaminantes en el aire y la metodología y además tecnología para hacerlos cumplir en su territorio, consolidándose posteriormente también como la legislación clave a cumplir en los países firmantes de los compromisos de Estocolmo 72, incluido Colombia que, como documenta López Vargas y colaboradores (2019), adoptó estas propuestas como normas supranacionales que determinarían desde entonces los principios de protección y uso ambiental en el país (Dowdey, 2007; Jasanoff, 2013; López Vargas, Hernández Albarracín, & Méndez Castillo, 2019).

El cumplimiento de las normas sugeridas por la EPA, sin embargo, implicaba grandes inversiones económicas en investigación, invención, innovación y desarrollo de nuevos instrumentos de medición y control, además de la formación de expertos para implementarlas junto con enormes campañas de divulgación para el público en general y la industria; alrededor de estas decisiones técnicas, desde la década de 1970, se han movilizad variedad de intereses políticos y económicos, jaloados por el lobby de la industria, productores de emisiones, que con el soporte de la investigación científica, han hecho puja permanente entorno a sus fallos<sup>74</sup> (D. Williams, 1993).

Así, por vía de la política internacional y la diplomacia tecnocientífica, se han ido estandarizando las mediciones y los instrumentos de medición, los requerimientos técnicos, los métodos y los

---

<sup>74</sup> De ejemplos al respecto está llena la investigación de Sheila Jasanoff, por ejemplo, relacionados con la emisión de PM 2,5 (transportadores vs EPA) y gases de efecto invernadero (Estado de Massachusetts vs EPA) ver Jasanoff, S. (2013). *Ensamblando el aire. Proyecto Ensamblando En Colombia Tomo 1*, 465–477.

valores de referencia, así como los modelos teóricos y la formación del personal calificado que conforman las redes contemporáneas de medición de contaminantes (Landy, Roberts, & Thomas, 1990; Liu, 2010). El resultado final es un grupo de sustancias consideradas clave a medir, “contaminantes criterio”, que han ido entrando, o saliendo, en los últimos 50 años, en la lista de la agencia internacional. Cada uno de ellos aparece allí en medio de luchas de poder entre emisores y grupos de personas afectadas, con el soporte en datos científicos técnicos, en distintos momentos históricos. Con estos datos aportados por la medición de contaminantes se construyó una “realidad” atmosférica medible.

**Imagen 29. Contaminantes criterio en las Guías del Aire Limpio de la EPA, 1970-2009**



Fuente: Traducción propia de Doniger, David. “The Clean Air Act: 40 Years of Science-Based Public Health Protection”, NRDC Legislative Facts, 12 April 2010, p.1.

<https://www.nrdc.org/sites/default/files/caapollutant.pdf>

Cada uno de los contaminantes mencionados arriba se asocia con fuentes de emisiones específicas, y se han ido incluyendo en la lista de acuerdo con criterios técnicos, políticos y económicos. Al ser incluidos en ella se hacía obligatoria su medición en todo lugar donde se adoptaran los estándares, sin siquiera generar cuestionamientos acerca de las condiciones locales. La guía servía como mandato de obligatorio cumplimiento por parte de los países firmantes de los acuerdos internacionales (Ángel Macías & Gallini, 2019).

Para los países desarrollados el problema de contaminación generado por las fuentes fijas industriales, que los azotaba en especial en las primeras décadas del siglo XX, se fue complejizando con el aumento de las fuentes móviles, vehículos para el transporte de carga y pasajeros de combustión interna, alimentados por gasolina y Diesel (Mollenhauer & Schreiner, 2010; Seinfeld & Pandis, 2016). Este grupo de emisiones industriales y de escape automotor son los más representativos en la actualidad; alguno, como el plomo y los CFC's, salieron de las cuentas por su gran impacto negativo sanitario y ambiental, mientras que otros, como los gases de efecto invernadero y diferentes tipos de partículas se han ido añadiendo (Liu, 2010).

**Tabla 7. Relación de contaminantes criterio y fuentes de emisión**

<b>Contaminante Criterio</b>	<b>Origen</b>	<b>Fuente</b>
<b>Dióxido de azufre SO<sub>2</sub></b>	Fundición de metales, plantas eléctricas, refinerías.	Industria
<b>Óxidos de Nitrógeno NO<sub>x</sub> y Dióxido de Nitrógeno NO<sub>2</sub></b>	Vehículos y maquinaria de motor a gasolina.	Vehículos
<b>Monóxido de Carbono CO</b>	Combustibles fósiles	Vehículos – Industria
<b>Ozono Troposférico O<sub>3</sub></b>	Contaminante secundario resultado de la reacción entre NO <sub>2</sub> y la luz solar	Vehículos + Luz Solar
<b>Material Particulado PM<sub>10, 2.5</sub>, menor de 1 µm</b>	Combustión incompleta de energía de fuente fósil. Re-suspensión de materiales por el paso de vehículos	Vehículos – Polvo – Cristales de sal marina

Fuente: Elaboración propia con base en el Informe del Estado de la Calidad del Aire en Colombia 2011 – 2015,

[http://documentacion.ideam.gov.co/openbiblio/bvirtual/023637/Informe\\_del\\_estado\\_de\\_la\\_Calidad\\_del\\_Aire\\_en\\_Colombia\\_2011-2015\\_vfinal.pdf](http://documentacion.ideam.gov.co/openbiblio/bvirtual/023637/Informe_del_estado_de_la_Calidad_del_Aire_en_Colombia_2011-2015_vfinal.pdf)

Así pues, se fue conformando una forma legal e instrumental para construir el aire, que buscaba darle orden a la complejidad que representaba (y representa) el entendimiento de los fenómenos atmosféricos. La “calidad del aire”, representada en el modelo a seguir por las guías y sistemas de

mediciones, no es otra cosa que una selección de componentes específicos presentes en la atmósfera, a los que se tiene la posibilidad de acceder de acuerdo con las limitaciones técnicas de cada momento histórico, y que han sido ofrecidos por la ciencia como los más importantes a monitorear para entender el riesgo que el aire contaminado representa para la salud humana. Los reportes arrojados por los artefactos de medición construyen un relato, una retórica, como lo refiere Soto Coloballes (2018) “que por un lado desaparece lo turbio de la medición, lo caótico e irregular del fenómeno, y por otro presenta una realidad estable” y científica (Soto Coloballes, 2018, p. 429).

Las mediciones se muestran como la realidad completa del aire, son obtenidas bajo el rigor de la ciencia, a través del uso de instrumentos estandarizados, imparciales, sin filiación política, ni lugar en los juegos de poder y que, además, están basados en operaciones técnicas especializadas que las elevan a un nivel de verdad irrefutable (Soto Coloballes, 2018, p. 429).

Se olvidan, sin embargo, que los hechos científicos por una parte y los artefactos por otra encarnan formas de poder y autoridad específicas, que se evidencian en cada sistema social o económico donde se insertan (Winner, 1980). Callon (1986) apoya este concepto, cuando afirma que ni el conocimiento científico ni los sistemas tecnológicos pueden ser comprendidos a menos que se reconstruyan los factores sociales y naturales de los que forman parte y en los que actúan (Callon, 1986).

Con toda esta complejidad a cuestas, esta forma de entender el aire urbano aterrizó en Bogotá como un sistema tecnológico estándar importado, insertado sin tener en cuenta las condiciones de la atmósfera urbana a finales de los 60's, para posicionarse a través del tiempo como la principal herramienta para comprenderla en la ciudad y construir, a partir de sus mediciones, una realidad de “calidad” del aire moderno en ella.

Las particularidades de este proceso de afianzamiento de las mediciones atmosféricas en la ciudad serán el objetivo argumental en las páginas venideras.

### **3.2 La imposición de un modelo de monitoreo atmosférico: relaciones locales e internacionales.**

El inicio de las redes de monitoreo de la calidad del aire a nivel local se inscribe en la historia de la cooperación científica y técnica de los Estados Unidos (EEUU) hacia América Latina en su liderazgo internacional luego de la Segunda Guerra Mundial, por intermedio de la Oficina Sanitaria Panamericana, posteriormente la OPS, bajo la figura de acciones civilizatorias, modernizantes e higienistas en sur del continente (Cueto, 2004; M. Hernández & Obregón, 2002).

Las acciones de la cooperación médica y tecno-científica de EE. UU. en la segunda posguerra tenían como objetivos enfrentar las necesidades sanitarias y de fortalecimiento del recurso humano de los países del Tercer Mundo, especialmente de su área de influencia en el continente latinoamericano, un acometido que, después de la Revolución cubana de 1959 y con la creciente tensión de la Guerra Fría, encontró su marco político y económico en la Alianza para el Progreso:

“un programa de ayuda externa propuesto por Estados Unidos para América Latina con el fin de crear condiciones para el desarrollo y la estabilidad política en el continente durante los años sesenta. Con este programa Estados Unidos inaugura un tipo de intervención sistemática, a largo plazo y a escala regional, con miras a orientar el cambio social en América Latina e impedir el avance del comunismo en el marco de la guerra fría” (D. Rojas, 1987).

En el país, como lo señalan Hernández y Obregón (2002): “el Estado colombiano reconoció en la OPS un instrumento útil y pertinente para adelantar la labor de coordinación de la acción sanitaria nacional y continental que traía consigo la Alianza para el Progreso, mientras que la presencia de la OPS se constituyó en un legitimador del Estado colombiano y de sus políticas de salud” (M. Hernández & Obregón, 2002).

El marco de estas relaciones entre EEUU y América Latina, se promocionó el desarrollo a través de una política de asistencia tecnológica a los gobiernos latinoamericanos, que permitieron intervenciones como la implementación de programas de vigilancia y control ambiental, entre ellos el de diagnóstico y monitoreo permanente a la calidad del aire en varias ciudades de la región a través de la *Red de Monitoreo Parametrizado de la Calidad del Aire* (RedPANAIRES) (Haddad, 1972; Horta, 2015).

El objetivo para entonces era seguir de cerca tres contaminantes importantes para las regiones del mundo industrial: el Polvo Sedimentable, las Partículas Totales en suspensión (TSP) y dióxido de



azufre (SO<sub>2</sub>)<sup>75</sup>, relacionados con la contaminación por fuentes fijas -industria especialmente- (CEPIS, 1980; Haddad, 1974). En 1967 la iniciativa PANAIRE aterrizó también en Bogotá.

Cómo ya se mencionó, en la década de 1960s el impacto contaminante de las industrias en el aire no era el problema ambiental de mayor gravedad ni preocupación social en Bogotá, a diferencia de ciudades como Sao Paulo y Buenos Aires, que habrían abrazado modelos de desarrollo diferentes y estaban enfrentando problemas atmosféricos con crecimiento significativo (Acebedo, 2006; Haddad, 1972; Preciado et al., 2005), para Bogotá las dificultades eran distintas: asentamientos urbanos ilegales, alta inmigración interna a causa de la violencia y pobreza del campo, densificación urbana y miseria, todas situaciones que venían acompañadas de problemas como la carencia de vivienda y el hacinamiento humano, inadecuados o inexistentes servicios públicos básicos y la falta de asistencia social.

El apoyo internacional permitió que en Bogotá se instalaran cinco estaciones de medición durante el periodo 1967 -1974 y seis más entre 1974 -1980. La ubicación espacial inicial de la red se hizo en las zonas del centro de la ciudad (Haddad, 1972 p 7), expandiéndose luego intentando mantener una distribución uniforme en el área urbana (Haddad, 1972).

Esta lógica inicial de ubicación de las estaciones fue tomada por parte de los representantes del Ministerio de Salud pública, responsables del convenio con la OPS, buscando zonas de probable emisión de contaminantes, sino también protegiendo la novedosa y costosa tecnología del vandalismo o del hurto, tal caso lo expone Haddad (1972) en el primer informe técnico de la red para el periodo 1967-1970<sup>76</sup>. De esta forma, predios ocupados por edificios de la administración municipal y universidades, en lugar de calles cercanas a industrias contaminantes o de intenso tráfico, resultaron sedes de las estaciones de medición (Haddad, 1972).

---

<sup>75</sup> El Polvo sedimentable se medía mensual recolectándolo en una vasija de plástico, las PST a través del paso de aire en 24 horas a través de un papel de filtro que se medía luego por medios fotoeléctricos la pérdida de reflectividad del papel, el SO<sub>2</sub> se obtenía haciendo burbujear el aire que pasaba después del filtro de papel, en una solución de peróxido de hidrogeno que retiene el anhídrido sulfuroso y lo oxida a ácido sulfúrico que luego se determina volumétricamente (Haddad, 1972).

<sup>76</sup> El ingeniero Ricardo Haddad se desempeñó como Asesor en Contaminación Atmosférica en el Centro Panamericano de Ingeniería Sanitaria y Ciencias del Ambiente, oficina de la OPS en Lima entre 1958 y 1980.

De acuerdo con Luengas (2018) estas estaciones, que abarcaban la gran mayor cantidad de área de la ciudad como se aprecia en el Mapa 7, tenían como objetivo medir el fondo de la contaminación en la atmósfera, es decir, los contaminantes luego de sufrir un proceso de mezclado en el aire. El ingeniero recuerda también como un gran problema la falta de mediciones meteorológicas para lograr hacer análisis completos atmosféricos (Luengas, 2018).

Los instrumentos y el personal para esta primera red fueron traídos por la OPS, artefactos de referencia de acuerdo con las normas de aire limpio vigentes. Esta decisión estaba sustentada en las debilidades técnicas y la falta de personal en la región, como lo expresaba el ingeniero Haddad:

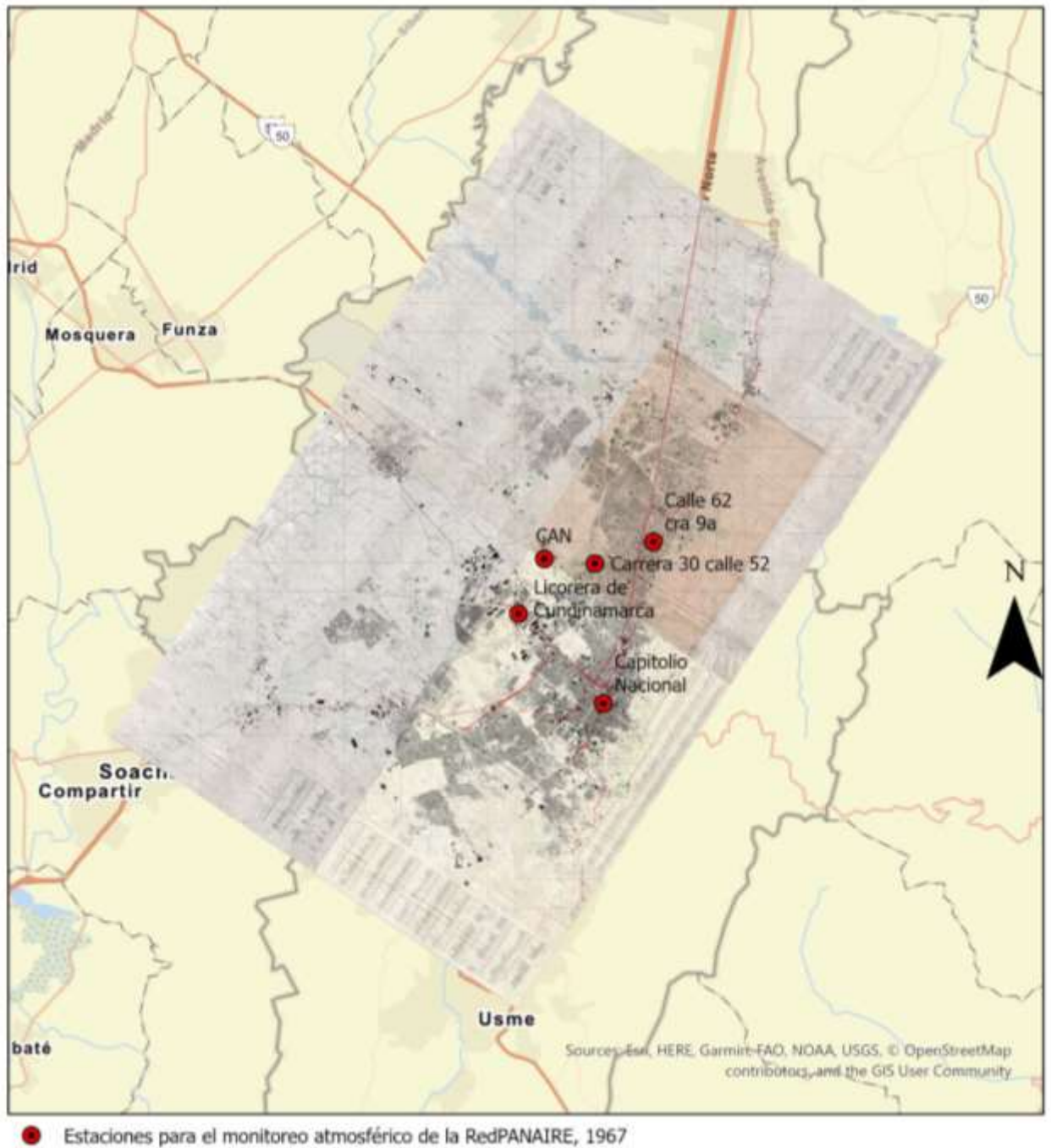
“El problema más grave que afecta en forma general a todos los países latinoamericanos es la falta de personal y la ausencia de una estructura administrativa apropiada que permita realmente atacarlo y controlarlo [el problema del aire contaminado] [...] se decidió adaptar los [instrumentos y estándares] empleados para Inglaterra y otros países europeos, estudiados y patrocinados por el Comité Técnico de la Comisión Económica para Europa. Estos presentan la ventaja de su bajo costo y gran sencillez en su montaje y manejo, lo que los hace especialmente apropiados para las etapas iniciales de nuevos programas [de monitoreo]” (Haddad, 1972)<sup>77</sup>.

Este se constituyó como una transferencia tecnológica, que sirvió de origen para la red de monitoreo del aire en la ciudad de Bogotá y en general en toda América Latina (Albornoz, 2001; Sedrez & Horta, 2018). Tanto el personal técnico como la instrumentación, junto con la financiación para este programa fue provista por la OPS, con patrocinio de origen europeo y norteamericano. Instituciones sanitarias locales eran las encargadas de administrar las relaciones de cooperación con la OPS. En Colombia se designó para esta función al “Grupo de Sanidad del Ambiente del Instituto de Programas Especiales de Salud”, dependiente del recién creado, en 1953, Ministerio de Salud Pública (Haddad, 1972; M. Téllez & Quevedo, 2011).

---

<sup>77</sup> Sobre la falta de personal Haddad añadía: “El personal que a la fecha trabaja a tiempo completo en todo el continente, con excepción de los Estados Unidos y el Canadá, probablemente no alcanza a 20 personas, con otras 70 a tiempo parcial, algunas de las cuales dedican solo unos pocos minutos diarios a estas actividades. Estas cifras incluyen tanto a los profesionales como a sus colaboradores” (Haddad 1972, pg 34).

**Mapa 7. Distribución de las estaciones de medición de la RedPANAIRES en Bogotá, 1967.**



Fuente: elaboración propia con base en datos de ubicación de estaciones del IDEAM (2002) y aerofotografía de Bogotá en 1967, georreferenciada por Luis Carlos Colón disponible en

<http://www.mapwarper.net/layers/wms/297?request=GetCapabilities&service=WMS&version=1.1.1>

Como podría esperarse, los resultados finales de la RedPANAIRES, determinaron que hasta el final de su funcionamiento en 1980, para los tres contaminantes medidos: polvo sedimentable, polvo en suspensión y anhídrido sulfuroso, los más altos valores se encontraron en Sao Paulo, Ciudad de México y Buenos Aires, mientras que Bogotá tan solo de forma ocasional -en 5 a 10% del total de las mediciones- superaba los valores de referencia para la época (CEPIS, 1980; Haddad, 1972).

Luengas (2018) recuerda en efecto como, para finales de la década de los 70's, la ciudad no registraba valores elevados de los contaminantes medidos. De acuerdo con su análisis esto se daba "porque los procedimientos, los flujos y los métodos de análisis no eran tan precisos [no estandarizados]" como lo son ahora, aunado esto a un perfil atmosférico de ciudad pequeña sin un fuerte patrón industrial y con un parque automotor en proceso de consolidación que, sin embargo, no medía su impacto en esta red (Luengas, 2018).

El final de la red de la OPS llegó en la década de 1980's, cuando los cambios en la política internacional global en medio de la Guerra Fría hicieron que se volviera insostenible la inyección eterna de capitales que soportaran cooperaciones en países del Tercer Mundo (Gudynas, 2011). El mantenimiento externo que tenía RedPANAIRES terminó en 1980 y las acciones de vigilancia internacional pasaron a ser parte del Programa Global de Monitoreo de la Calidad del Aire (GEMS), establecido por la OMS en 1976 y manejado por el Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente (PNUMA) (M Korc, 2000). La OPS puso en manos del Ministerio de Salud la infraestructura de su red en Bogotá en 1980, entidad que tomó las riendas de este sistema tecnológico para la vigilancia atmosférica en Bogotá en ese entonces.

### **3.3 Entre el abandono y la renovación: la red de vigilancia atmosférica entre los 80's y 90's.**

En medio de la crisis económica y social latinoamericana de los convulsionados años 80's la ciudad dejó de lado la tecnología de la OPS para el monitoreo del aire urbano. Se necesitó un lustro para la puesta en marcha del nuevo modelo de vigilancia con el denominado Sistema de Información Sobre la Calidad del Aire (SICA) o también llamado Red Bogotá.

La herencia tecnológica de la RedPANAIRES continuó, en hombros del Ministerio de Salud. La nueva red mantuvo los parámetros técnicos y contaminantes a medir de su antecesora (Polvo sedimentable, TSP y SO<sub>2</sub>) y actualizó su inventario para monitorear también óxidos de nitrógeno (NO<sub>x</sub>) originados de la combustión interna de motores a gasolina, problema creciente en las ciudades. La responsabilidad del funcionamiento de la Red Bogotá recayó en la Secretaria de Salud de la ciudad, entidad encargada de su operación por más de una década, hasta 1996. Sus actividades de vigilancia se reglamentaron a través del Decreto 02 de 1982 del Ministerio de Salud (Ministerio de Salud, 1982), política pública que introdujo en el país las acciones de seguimiento y control de las emisiones atmosféricas, ajustadas de acuerdo con los compromisos firmados en la Conferencia de Estocolmo de 1972 según los estándares del *Clean Air Act* norteamericano emitidos por la EPA (IDEAM, 2002; Sección de Protección del Medio Ambiente, 1987).

Esta renovada red bogotana intentó mantener las características técnicas y administrativas que le heredó la RedPANAIRES, ampliando a 13 las estaciones de monitoreo, en una estrategia orientada a darle cobertura de área a una ciudad que se había expandido muchísimo y además añadiendo los contaminantes criterio de la época en sus mediciones (Preciado et al., 2005).

Las nuevas estaciones se ubicaron siguiendo una distribución espacial geográfica, con base en una cuadrícula de 1 km por 1 km dibujada en el área urbana. Al tiempo se empezó a tener en cuenta el régimen de vientos con datos entregados entonces por el Instituto Colombiano de Hidrología, Meteorología y Adecuación de Tierras (HIMAT), y las zonas de mayor presencia de sitios de emisión industrial (Luengas, 2018).

Para entonces las redes ya eran operadas por talento humano local, ingenieros sanitarios, civiles y químicos al principio, quienes tenían en su pensum de pregrado la cátedra de ingeniería y ambiente, materia presente desde los años 70's en las universidades más importantes del país. Esta perspectiva fue asumida por docentes formados en el exterior, Estados Unidos, Japón y Europa. Camilo Luengas es un ejemplo de este nuevo grupo de profesionales: ingeniero sanitario de formación, el entrevistado para esta investigación trabajó como jefe de control de la Contaminación de Bogotá con el Ministerio y la Secretaría de Salud desde el año 1986 hasta 1994 (Luengas, 2018). A pesar de la disponibilidad profesional idónea en el país, la red soportada en instituciones de salud hacía que los coordinadores

administrativos fueran personal sanitario (médicos, nutricionistas y odontólogos) con lo que se dificultaba la comunicación y toma de decisiones “técnicas” como lo refiere el ingeniero Luengas.

En esta misma década se creó la especialización en Ingeniería Ambiental en la Universidad de los Andes de Bogotá, que asumiría la formación de profesionales idóneos en el campo posicionándolos como los responsables de la administración y la operación de las redes desde mediados de los años 90's (García, 2007).

La Red Bogotá actualizó el perfil de los contaminantes, integrando las emisiones de los vehículos a gasolina, que sí que eran un problema ambiental para la ciudad en ese entonces, sin embargo, la decadencia de esta red tecnológica de vigilancia ambiental en manos de entidades sanitarias, sumado a las dificultades de adaptación de los equipos a las condiciones geográficas (altitud especialmente) de la ciudad fueron problemas que impidieron su adecuado funcionamiento.

Los artefactos estándares de la EPA para hacer vigilancia atmosférica estaban probados para su trabajo a nivel del mar, pero como recuerda Luengas (2018), los equipos HighVol, encargados de medir las partículas suspendidas no lograban llegar a los volúmenes necesarios de 40 pies cúbicos por minuto para poder lograr un muestreo adecuado en los 2640 msnm de altura de Bogotá. Los ingenieros locales los adaptaron, modificando su estructura, poniéndoles una aguja de inyección, para uso sanitario, del diámetro 27G en el tren de muestreo, innovación que les permitió proveer el flujo aéreo necesario para una mejor toma de muestras (Luengas, 2018). Este comportamiento demuestra una adaptación tecnológica necesaria, en un sistema técnico que fue implantado sin tener en cuenta las características geográficas especiales de la ciudad.

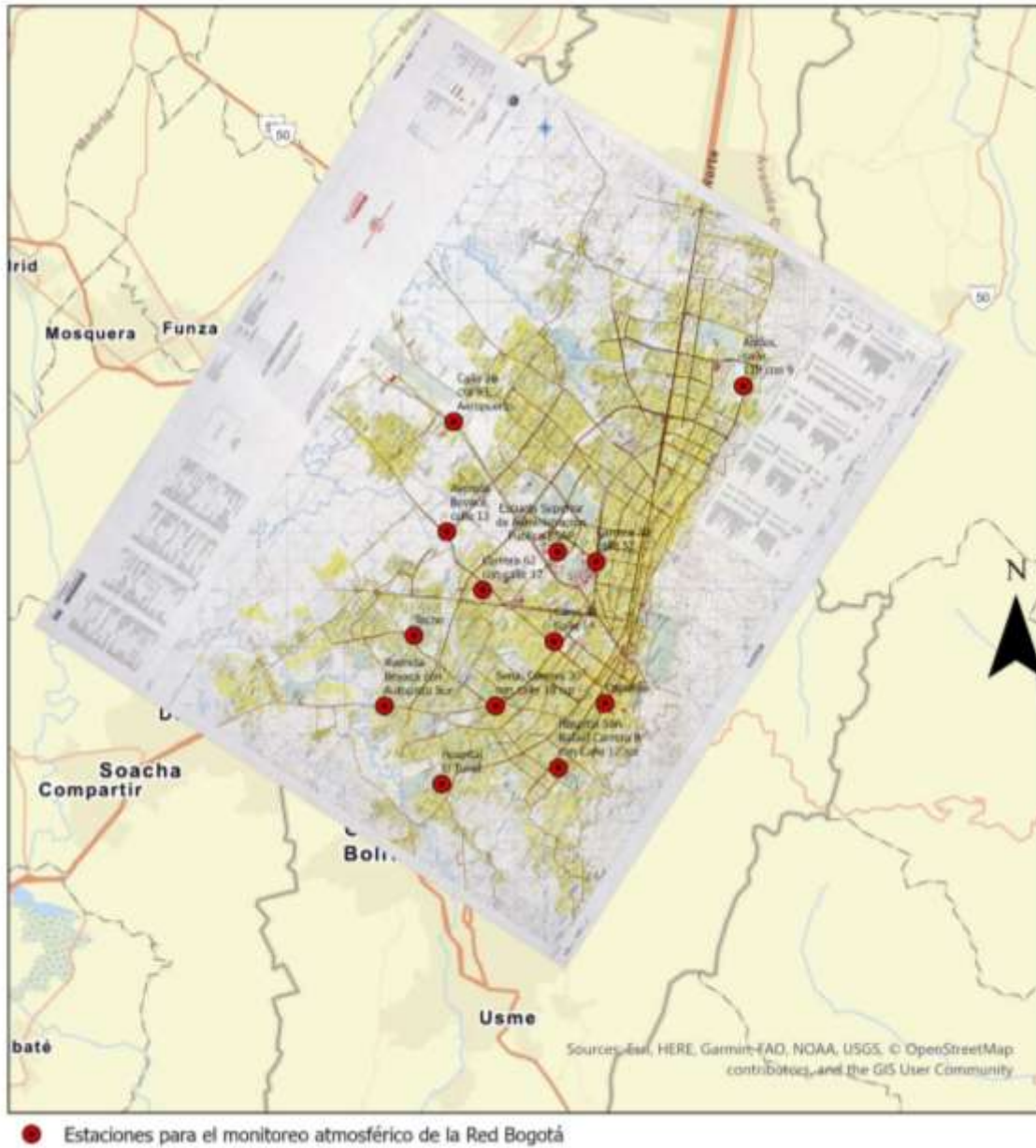
De acuerdo con Hugues (2008), las tecnologías transferidas cursan con procesos de adaptación |a los nuevos escenarios en que se insertan. En este proceso de acoplamiento y consolidación, para posicionarse como la mejor herramienta para la labor a la que están destinadas, en Bogotá el uso de herramientas y conocimiento local permitió darles el uso adecuado, ajustándolas a las condiciones atmosféricas de la ciudad. Los procesos de transferencia y adaptación están íntimamente ligados, y sus resultados contribuyen a darle un estilo particular local a la tecnología importada (Hughes, 2008, p. 110)

Sin embargo, a pesar de las adaptaciones técnicas los datos arrojados demostraban un problema de contaminación en Bogotá. Las mediciones en los años de funcionamiento de la red SICA mostraban cifras por debajo de los “límites saludables permitidos”, y tan solo las PTS y los NOx aparecían “ligeramente elevados”. Sin embargo, para estos últimos, el informe de la red expresaba serias dudas respecto a las capacidades y técnicas de medición utilizadas (Sección de Protección del Medio Ambiente, 1987, p. 46).

La Red Bogotá cayó en decadencia en medio del plan de ajuste financiero público provocado por la crisis de la deuda externa y bancaria que afectó el país y la región en los 80’s, dejando desatendido el monitoreo que perdió fuerza por la dependencia de instituciones sanitarias donde no encontró ni los recursos -para mantener al día sus equipos técnicos-, ni el interés necesario para su sostenimiento, dejándola abandonada en 1990 (IDEAM, 2002). A pesar de que para los 90’s la ciudad recibía ya todo el impacto de contaminación de origen en fuentes móviles, la persistencia de necesidades insatisfechas de saneamiento básico (falta de acceso a agua potable, alcantarillado, vivienda y basuras), hizo que la sanidad pública enfocara toda su atención en ellas, por encima de la mala calidad del aire urbano.

De esta forma empieza la desarticulación de la contaminación del aire como problema sanitario, pasando a manos de instituciones técnicas ambientales manejadas desde entonces por ingenieros. Con ello la ciudad entró de lleno en el discurso instrumental del aire, construido a través de los datos arrojados por las redes, en la década de los 90’s. La cooperación técnica y científica internacional, en el marco de la globalización de la economía impulsó nuevos espacios para fortalecer esta perspectiva que, para el caso bogotano, llegaría con las relaciones de apoyo del gobierno de Japón (Ángel Macías & Gallini, 2019; DeGreiff, 2011).

Mapa 8. Ubicación de las estaciones de medición de la Red Bogotá en la década de 1980.



Fuente: Elaboración propia con datos del IDEAM. (2002): Auditoría a la red de monitoreo de calidad del aire de Bogotá informe final, sobre mapa georreferenciado y cedido por Luis Carlos Colón disponible en: <http://mapwarper.net/maps/wms/5102?request=GetCapabilities&service=WMS&version=1.1.1>



En este esquema bidireccional de cooperación técnica, económica y académica internacional en la década de los Noventa el gobierno japonés apareció como un importante aliado; a través de la Agencia de Cooperación Internacional del Japón (JICA), en conjunto con la Secretaría Distrital de Salud se creó una renovada red de diagnóstico de la calidad del aire en la ciudad. Con ella se instalaron cinco estaciones de monitoreo automatizado para los contaminantes criterio de la época: SO<sub>2</sub>, NO<sub>2</sub>, TSP, Monóxido de Carbono (CO), Hidrocarburos no Metano (NMHC), Metano (CH<sub>4</sub>) e Hidrocarburos Totales (THC). Esta red, actualizada de acuerdo con los estándares de la EPA, logró realizar el primer plan estructurado de diagnóstico y control de la contaminación del aire en Bogotá, que sería fundamento para las redes propias que iniciarían labores en los años 90 (JICA, 1992).

**Tabla 8. Contaminantes y sus fuentes medidos por la red JICA en Bogotá, 1991.**

<b>Tipo de Contaminante</b>	<b>Origen</b>	<b>Fuente de emisión</b>
<b>Dióxido Azufre SO<sub>2</sub></b>	Quema de combustibles fósiles carbón y Diesel	Industria y Transporte de carga y pasajeros
<b>Dióxido de Nitrógeno NO<sub>2</sub></b>	Quema de combustibles fósiles refinados Gasolina	Vehículos y motores a gasolina
<b>Monóxido de Carbono CO</b>	Combustión incompleta de gasolina	Vehículos y motores a gasolina y gas
<b>Partículas Totales en Suspensión TSP</b>	Quema de combustibles fósiles carbón y Diesel	Industria y Transporte de carga y pasajeros
<b>Metano CH<sub>4</sub></b>	Descomposición de la materia orgánica	Basuras y materia orgánica en descomposición
<b>Hidrocarburos No Metano</b>	Refinamiento del Petróleo	Refinerías, estaciones de gasolina

Fuente: Elaboración propia con base en el reporte técnico del diagnóstico del aire en Bogotá elaborado por la JICA. (JICA, 1992)

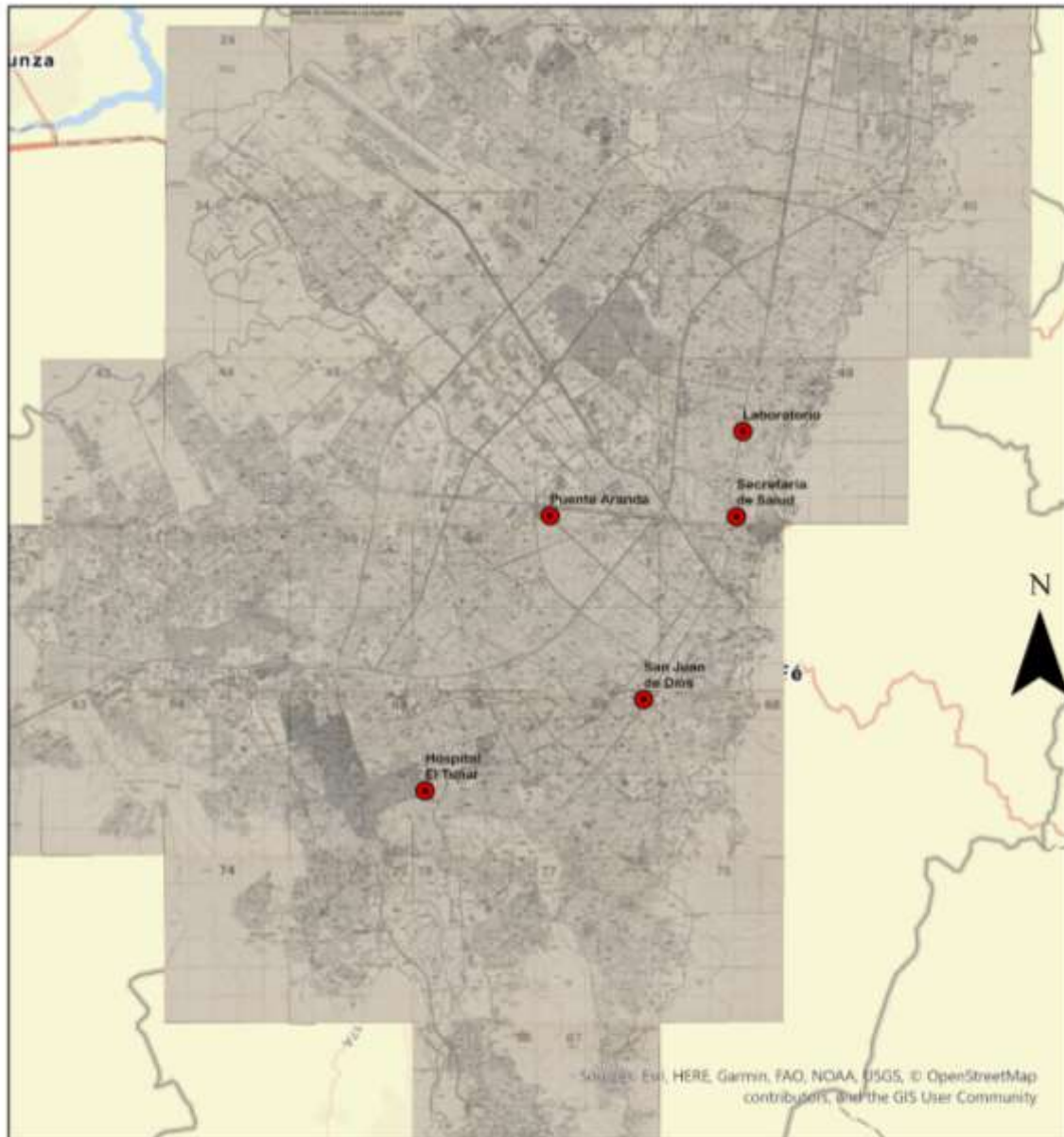
Poner en lista los contaminantes criterio permitió avanzar en el diagnóstico de fuentes de emisión. La red JICA realizó el proceso de inventario estructurado de estas en la ciudad entre 1990 y 1992 (JICA, 1996).

Estas acciones de apoyo por parte del gobierno japonés enmarcadas en la cooperación técnica bilateral, fueron una herramienta crucial en la política internacional con la cual el gobierno de Japón encontró una exitosa reinserción en las relaciones internacionales después de la derrota en la Segunda Guerra Mundial: intervenciones de tipo *Soft Power* que aportan tecnología y recursos a países en vías de desarrollo -Asia y América Latina principalmente- (JICA, 2016; Ross, 2012; SELA, 2013). Colombia no ha sido históricamente de las más beneficiadas con estas ayudas, mas este contexto de cooperación sirvió para conformar la red JICA que sería la semilla que impulsaría con su estructura un renovado monitoreo atmosférico en la ciudad (IDEAM, 2002; Secretaría Distrital de Ambiente, 2010).

Para esta red los equipos y personal técnicos fueron proveídos por la agencia japonesa, quienes al mismo tiempo fomentaban la formación de personal local para el manejo posterior de las redes. Esta actualizada estructura tecnológica proporcionaba a la ciudad una herramienta de diagnóstico para entender y enfrentar los complejos problemas de la atmósfera urbana resultados de la desordenada expansión urbana y el transporte público de pasajeros y de carga de combustión interna especialmente desde la década de 1950 (Agencia de Cooperación Internacional del Japón, 1996; Preciado et al., 2005).

Además del monitoreo atmosférico, la red JICA actualizó la red, permitiendo el análisis de contaminantes (gases, partículas y metales pesados), la determinación de las fuentes de emisión (fijas, volumen vehicular, velocidad de conducción y gases de emitidos), el análisis del perfil socioeconómico y legislativo de la ciudad respecto al tema –a través de la recolección de información por parte de la misma agencia- y la caracterización meteorológica (velocidad y dirección del viento en superficie, distribución vertical, radiación solar y radiación neta), parámetros no habían sido tenidos en cuenta en las redes de vigilancia anteriores (IDEAM, 2002; JICA, 1992).

**Mapa 9. Distribución de las estaciones de medición de la red JICA en Bogotá, 1990 - 1991**



● Estaciones red piloto de JICA

Fuente: elaboración propia con datos de JICA (1992), sobre “Plano de la ciudad de Santafé de Bogotá. Calle por calle”, elaborado por Combiser S.A y georreferenciado por Luis Carlos Colón, disponible en:

<http://mapwarper.net/mosaics/wms/1053?request=GetCapabilities&service=WMS&version=1.1.1>

Con base en nuevos estudios técnicos, las cinco estaciones de monitoreo de la red JICA se ubicaron en sitios estratégicos (Mapa 9) donde existía mayor riesgo ambiental relacionado con la contaminación y donde se facilitara la medición de las condiciones meteorológicas de la ciudad. La tecnología utilizada introdujo instrumentación automática -a diferencia de las previas (PANAIRES y SICA) que eran manuales-, actualizando los criterios de medición y artefactos a los requerimientos de la EPA (JICA, 1992).

El renovado estilo tecnológico que trajo consigo la red JICA le dio al monitoreo atmosférico en la ciudad la posibilidad de estar actualizándose de acuerdo con los parámetros que establecían las guías de medición en los 90s'. Con artefactos y personal técnico local -formado por los japoneses- y japonés, además del detallado estudio meteorológico y socioeconómico del territorio- que incluyó cooperación posterior en la misma línea de trabajo: diagnóstico del transporte urbano-, proponía una más acertada forma de entender las condiciones del aire de la capital. A pesar de ello, la red JICA no pasó de ser tan solo un piloto, tal como se había planteado desde el principio, ya que las 5 estaciones no eran suficientes para medir las características de la atmósfera en la totalidad del área urbana de Bogotá, que para principios de los años 90 se había expandido enormemente.

El impulso de JICA permitió a Bogotá entrar de lleno en la aproximación instrumentada de la atmósfera desde entonces. La ciudad descubrió que sí existía un tipo de atmósfera contaminada, que se podía materializar a través de los datos objetivos que arrojaban los instrumentos de medición y que, además, posicionaba a los gases originados por las emisiones de los vehículos a gasolina como los principales contaminantes a combatir en la urbe. Este diagnóstico, aunque pareciera ser un hallazgo nuevo, no lo era. En realidad era desde los años 50's que los problemas relacionados con el aire (olores originados de basuras represadas sin recoger y deficiencias en el manejo de las aguas contaminadas), humos y gases volátiles (especialmente de los vehículos a gasolina y de la industria) eran problemas que se manifestaban ruidosamente en quejas ciudadanas (El Tiempo, 1993; Redacción El Tiempo, 1998b; Vallejo, 1991).

El impulso para posicionar el aire como un problema importante en la ciudad llegó con los datos de las redes. El riesgo sanitario y ambiental relacionado con la mala calidad del aire solo se materializó con las mediciones de la red de monitoreo en Bogotá. Esta construcción del riesgo en relación con el aire, a través de los datos objetivos, fue generalizada en América Latina. Riojas (2020), director

de la línea de salud ambiental en el Instituto Nacional de Salud Pública de México, recuerda como las instituciones de salud se percataron del problema en la Ciudad de México. Allí,

“las mediciones permitieron evidenciar o dimensionar los problemas de la calidad del aire... antes era pura percepción, en especial en los 70's, cuando la Ciudad de México era la más contaminada del mundo, y las primeras asociaciones con la salud [tan solo] se iniciaron en los 80's”. (Riojas, 2020, min 16).

El cambio en la forma de entender el aire, basado ahora en las mediciones, hizo que las perspectivas sociales sobre el aire se dejaran a un lado y los esfuerzos se orientaran hacia mejorar la técnica del monitoreo, por encima de las percepciones de los ciudadanos. La “subjetividad” de los sentidos, a pesar de que nunca dejó de poner en alerta las malas condiciones del aire urbano, no fue suficiente para impulsar patrones de entendimiento y acciones de control para intervenir sobre el cada vez peor aire que se respiraba en la ciudad.

### **3.4 Renovación tecnológica para asegurar la “calidad” del aire**

El fin de la cooperación japonesa, en 1992 coincidió con el cambio en las responsabilidades ambientales, que pasaron de la Secretaría de Salud al Departamento Técnico Administrativo del Medio Ambiente (DAMA) creado en 1990, quienes con la asesoría técnica de la Empresa Colombiana de Petróleos (ECOPETROL) tomaron las riendas de la vigilancia del aire en la ciudad en la red denominada “DAMAIRE” desde 1995. El DAMA, con base en toda la experiencia de las anteriores redes y con asesoría de la consultora argentina ELIOVAC, planteó la construcción de una gran red de 32 estaciones para la medición de TSP, Material Particulado menor de 10 $\mu$ m (PM<sub>10</sub>), ozono O<sub>3</sub>, NO<sub>2</sub> y CO, además de reportar la meteorología en toda el área urbana de la ciudad (IDEAM, 2002).

De las 32 estaciones planteadas para DAMAIRE<sup>78</sup>, solo se pudieron completar para el año 1996 14 que se ubicaron de acuerdo con las recomendaciones de la JICA, así como con la infraestructura previa que había dejado la RedPANAIRES y la Red Bogotá. DAMAIRE contó con la auditoría interna del Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales (IDEAM), quien participó aportando la experiencia técnica de las mediciones meteorológicas, además de auditoría y apoyo para el funcionamiento de las estaciones de monitoreo (IDEAM, 2002).

Esta nueva red entonces recuperó la experiencia europea de los aportes de la Red PANAIRES, norteamericana con los estándares de las guías del aire limpio de la EPA y japonesa con la infraestructura tecnológica renovada de la JICA; todas ellas hicieron aportes claves en la conformación de la red DAMAIRE, tecnología que ya en manos de instituciones locales y con personal formado en el país, tomó las riendas del monitoreo del aire en la ciudad desde 1996.

El inicio de la red DAMAIRE coincide, en la década de los noventa, con la adopción de las políticas económicas neoliberales por el Estado colombiano, que propiciaron la apertura económica y en consecuencia la necesidad de competitividad en ciencia y tecnología locales como requisitos para entrar en las dinámicas económicas internacionales (De Greiff, Alexis, 1994; De Greiff, 2011).

En 1991 se creó en el país el Sistema Nacional de Ciencia y Tecnología, dependiente del Departamento Nacional de Planeación, organismo que se encargaría de fomentar la innovación y el desarrollo en el país, con lo que se le da impulso a la necesidad de investigación local que nutra y sostenga este Sistema Tecnológico de monitoreo en la ciudad (DeGreiff, 2011; G. Sanchez, 2004). La investigación en temas de calidad del aire en el país y en la ciudad empezó a generar espacios de discusión hasta entonces desatendidos en las políticas públicas, tanto que para el decenio final del siglo XX y el primero del XXI aumentó notoriamente el número de grupos de investigación que desde la academia han jalonado las ciencias atmosféricas en el país<sup>79</sup>. Paralelo con ello,

---

<sup>78</sup> En 1995, el DAMA contrata a la empresa de electrónica profesional española SAINCO, para que haga un estudio de prefactibilidad para la implementación de una red de monitoreo de la calidad del aire en la ciudad. Con la información presentada por la firma española, se decide luego de licitación pública, contratar con la empresa argentina ELIOVAC para la implementación del “Sistema de información para el mejoramiento de la calidad del aire en Santafé de Bogotá” quienes darían asesoría y lineamientos para la operación de la red proponiendo las 32 estaciones, en ubicaciones similares a las de las redes previas (IDEAM, 2002).

<sup>79</sup> Universidad Nacional de Colombia, Los Andes y La Salle, Universidad de Antioquia y Universidad del Valle, véase como ejemplo [www.hermes.unal.edu.co/pages/Consultas/Grupo.jsf?idGrupo=996](http://www.hermes.unal.edu.co/pages/Consultas/Grupo.jsf?idGrupo=996)

especialmente en la segunda década del presente siglo, iniciativas de ciencia ciudadana y monitoreo autónomo han tomado fuerza para a ver vigilancia y control de las condiciones del aire urbano <sup>80</sup>.

El DAMA en medio de los procesos de reestructuración del Estado se transformaría en la Secretaría Distrital de Ambiente (SDA), entidad responsable del manejo de la red desde el año 2006, que contaría desde entonces con 14 estaciones de monitoreo, 13 fijas y una móvil. Los equipos y métodos de medición fueron adquiridos a empresas certificadas por la EPA e importados al país, como la norteamericana DASIBI y la empresa suiza OPSIS, que siguen siendo actualmente proveedores de equipos utilizados en la ciudad para monitorear el aire (Secretaría Distrital de Ambiente de Bogotá, 2017). Estas empresas son quienes proveen la tecnología que cumple con los requerimientos de la agencia internacional, puesto que en el país y en la región no existen equivalentes certificados que se muestren como posibles alternativas tecnológicas de uso para nutrir la red. En el proceso de cambio de administración la red de monitoreo atmosférico de la ciudad pasó a denominarse Red de Monitoreo de la Calidad del Aire (RMCA).

Este sistema tecnológico se posicionó como la autoridad epistémica que por sí misma demostraba la que se consideraba la realidad del aire urbano. Soportada en la calidad y certificación de sus equipos con los más altos estándares internacionales, y con personal técnico calificado, ha generado información científica irrefutable que da cuenta de la “calidad del aire” bogotano desde su instalación, de acuerdo con su postura técnico-científica y su aproximación ontológica a la atmósfera.

Los contaminantes monitoreados en esta red contemporánea son PM<sub>10</sub>, PST, PM<sub>2.5</sub>, SO<sub>2</sub>, NO<sub>2</sub>, CO, O<sub>3</sub>, además del seguimiento a las condiciones meteorológicas (precipitación, velocidad y dirección del viento, temperatura, radiación solar, humedad relativa y presión barométrica) (Secretaría Distrital de Ambiente, 2010; Secretaría Distrital de Ambiente de Bogotá, 2017).

Desde 1996, la distribución espacial de las estaciones de monitoreo en la ciudad de Bogotá no ha cambiado, siguiendo un patrón zonal y de cobertura de área urbana (Imagen 30).

---

<sup>80</sup> Entre ellas está el proyecto CanAir liderado por un grupo de activistas que ha logrado poner en manifiesto el aire en el discurso público y consolidarse como una nueva fuente de información atmosférica en Bogotá. <https://canair.io/>

Esta red, que opera desde 2006 bajo la responsabilidad única de la SDA, fue puesta a punto en 2008, actualizando los equipos que cumplieron su vida útil y agregando los equipos automáticos (Beta Attenuation Monitor – BAM) para medición de PM<sub>2.5</sub> y las herramientas para la medición de O<sub>3</sub>. Por otra parte, la SDA implementó en la RMCA desde la primera década del siglo XXI un Modelo Teórico de Dispersión de Contaminantes<sup>81</sup>, así como el Inventario de Emisiones de la ciudad que da cuenta de las fuentes de los contaminantes. Las mediciones, el inventario y el modelo conforman el monitoreo y vigilancia completos de las condiciones atmosféricas en la capital (Secretaría Distrital de Ambiente, 2010; Secretaría Distrital de Ambiente de Bogotá, 2017).

Algunos expertos señalan sin embargo las limitaciones de esta red. De acuerdo con Rojas (2016) no se ajusta a patrones técnicos suficientes que hagan fiable la información que arroja debido a “la falta de personal capacitado, de mantenimiento y calibración de los equipos y las deficiencias en el aseguramiento de calidad de la información reportada constituyen las principales fallas de las redes de monitoreo” (Nestor Rojas, 2016).

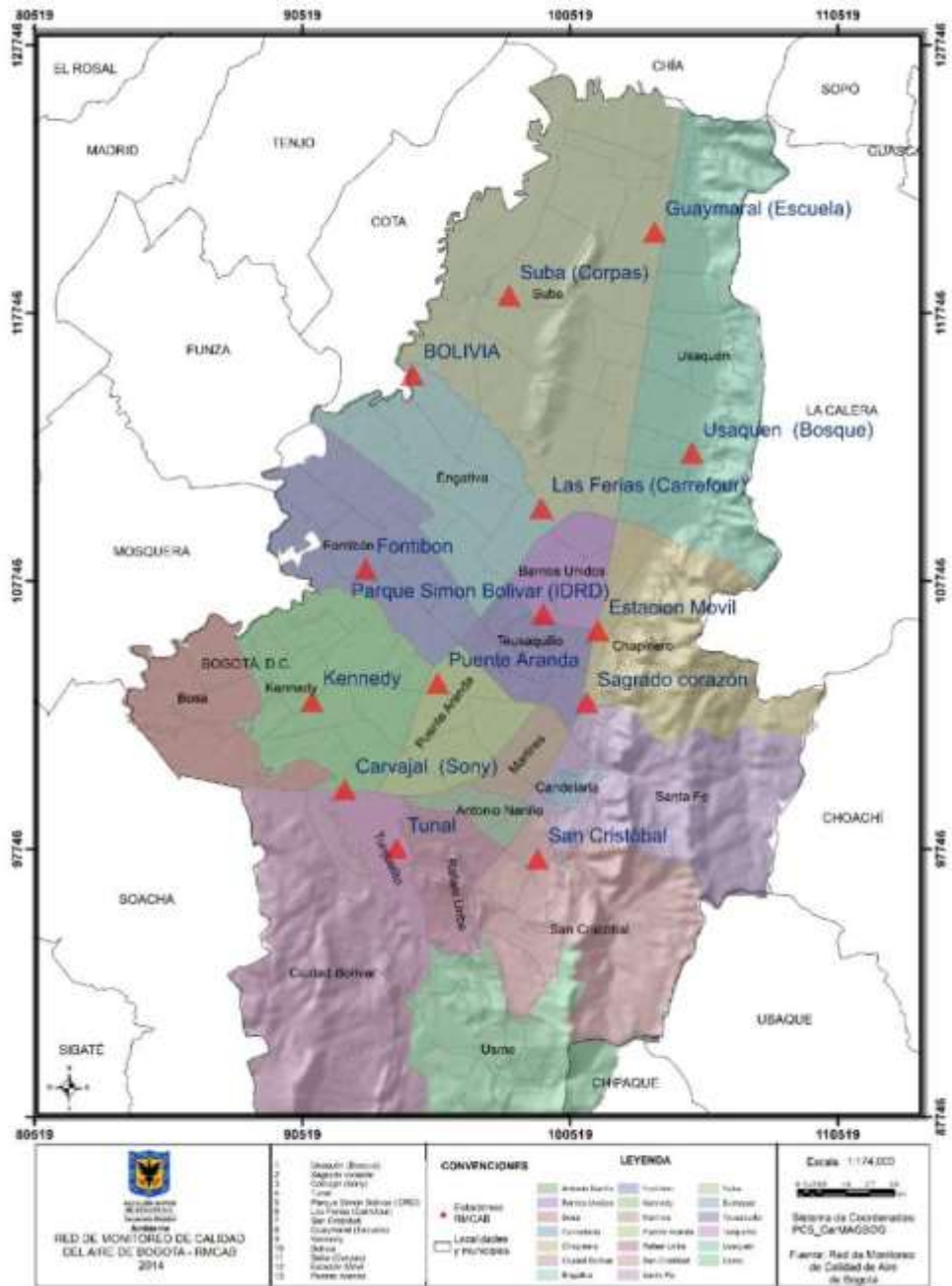
Los datos que arrojan a pesar de su carácter técnico y estandarizado distan ser la mejor herramienta para dar una imagen fiel y completa de la atmosfera urbana, pero esto, sin embargo, no es difícil de entender y pone en manifiesto la realidad contemporánea que se ha manifestado en la cultura occidental desde el inicio de la ciencia positiva instrumental, que está convencida de que, con el dato obtenido de forma empírica en el laboratorio, se libra del carácter humano a la naturaleza observada, entregándole todo el poder para entender la realidad a la medición instrumentada y objetiva donde los instrumentos y sus medidas generan un discurso que termina por convertirse la realidad misma (Soto Coloballes, 2018, p. 428).

---

<sup>81</sup> Herramienta matemática que permite, con base en datos de mediciones y tendencias meteorológicas, predecir el comportamiento de la atmósfera frente a situaciones hipotéticas de intervención o exposición en miras de tomar decisiones de políticas públicas o sanitarias.



**Imagen 30. Distribución de las estaciones de medición de RMCAB, 2014.**



Fuente: Red de Monitoreo de Calidad del Aire de Bogotá – disponible en:

<http://ambientebogota.gov.co/estaciones-rmcab>

RMCAB, Secretaría Distrital de ambiente de Bogotá, 2014

Bird (1987) complementa este argumento al considerar que el conocimiento científico no debe considerarse como una representación fiel de la naturaleza, sino más bien como una interpretación construida socialmente a través de artefactos también construidos socialmente. La autora continúa su argumentación afirmando que para los historiadores ambientales, la construcción sociohistórica del conocimiento científico, mediada por las mediciones a través de instrumentos tecnológicos, sirve, como debe ser, como el faro primario para el esfuerzo por comprender la génesis del problema ambiental, pero no es en sí el problema (Bird, 1987). Con esta afirmación en mente el aire medible es solo una parte, pero no corresponde con la totalidad atmosférica.

### **3.5 Dominio y estandarización del “tecno aire”**

A pesar del carácter indiscutible con el que se presenta construcción artefactual del aire urbano, esta perspectiva olvida que las mediciones aportadas por el monitoreo son solo una parte de la compleja realidad atmosférica y que los datos que aportan muestran solo una serie de criterios, socio técnicamente construidos en relaciones de poder político, económico y social a través de presiones, relacionadas con los posibles peligros la vida, la salud y la propiedad humanas, que han derivado en leyes y estas a su vez en protocolos o guías con estándares mínimos a cumplir para disminuir el daño producido por las emisiones relacionadas con el modelo de producción que sostienen un sistema económico basado en el capital (Jasanoff, 2013).

No está completa la comprensión del aire moderno tan solo con las mediciones, así como tampoco está completa sin ellas. Requiere este problema ambiental de toda una construcción transdisciplinaria socio técnica, que aporte una perspectiva amplia e incluyente en la construcción del riesgo sanitario y ambiental que trae consigo la contaminación del aire urbano. Los datos de las redes entran también a jugar en los juegos de poder político local, tanto es así que cada administración en Bogotá o en cualquier ciudad con aire de mala calidad, expone con base en ellos la forma en que el aire cada vez está más limpio en su periodo de gobierno, a pesar de no llevar a cabo acciones de fondo, que pasan por la planeación misma del modelo urbano, para controlar la contaminación atmosférica (Lezama, 2016).

Adicional a esto, la forma de llevar los datos a la población también es manipulada. En Bogotá la forma de presentación de las mediciones, cambiando el color de las escalas de representación de los

rangos de riesgo, utilizando la herramienta visual denominada: Índice Bogotano de Calidad del Aire (IBOCA), intenta modular la expresión del riesgo utilizando una escala cromática menos “angustiante” para graficar las diferentes categorías de datos, con lo que genera una falsa sensación de tranquilidad dejando un mal sabor de boca respecto a la sinceridad en la forma de representar las mediciones con el beneplácito de la administración local (Redacción Bogotá, 2020).

Entendiendo que no existen valores sin riesgo de contaminación del aire, para el PM<sub>2,5</sub> los datos por debajo de 12µg/m<sup>3</sup> se consideran favorables, por encima de este valor se deberían considerar de riesgo moderado y por encima de 25µg/m<sup>3</sup> entraría en el rango de mala calidad del aire y alto riesgo, generando alertas para la población general, mientras tanto en la guía siguen en rango de prevención -color verde-. De la misma forma la escala bogotana expresa como alerta naranja concentraciones por encima de 55µg/m<sup>3</sup> y hasta 150µg/m<sup>3</sup>, estos valores que expresan riesgo elevado para la salud de los expuestos, sin embargo, en la tabla se representan en amarillo y solo al romper este umbral se considera mala -color rojo-. Esta flexibilidad permite abrir el compás para los generadores de emisores y generar tranquilidad en la población, ya distanciada de la atmósfera de la ciudad, con el uso politizado de los datos objetivos de medición de las redes.

**Imagen 31. Código de colores Índice Bogotano de Calidad del Aire (IBOCA)**

Rangos numéricos	Color	Estado de calidad del aire	Estado de actuación y respuesta <sup>2</sup>	PM10, 24h (µg/m <sup>3</sup> )	PM2.5, 24h (µg/m <sup>3</sup> )
0 - 10	Azul claro	Favorable	Prevención	(0-54)	(0-12)
10,1 - 20	Verde	Moderada	Prevención	(55-154)	(12.1-35.4)
20,1 - 30	Amarillo	Regular	Alerta Amarilla	(155-254)	(35.5-55.4)
30,1 - 40	Naranja	Mala	Alerta Naranja	(255-354)	(55.5-150.4)
40,1 - 60	Rojo <sup>3</sup>	Muy Mala	Alerta Roja <sup>3</sup>	(355-424)	(150.5-250.4)
60,1 - 100 <sup>4</sup>	Morado	Peligrosa	Emergencia	(425-604)	(250.5-500.4)

Fuente: tomado de informe “Conozca el IBOCA” (SDA, 2016, p. 1)

A pesar de la importancia aumentada que hoy tienen las mediciones, sin demeritar su importancia en la construcción del riesgo, son todavía muy débiles para entender las relaciones sociales y ambientales que configuran el aire contaminado urbano. Casos como el del Mochuelo en la localidad de Usme, donde las mediciones de gases y partículas pueden estar dentro de la norma, pero las personas sufren a diario con los malos olores que emana el relleno sanitario Doña Juana dan cuenta de ello. Los datos que arrojan las redes públicas deben pasar por la verificación social empoderada en movimientos ciudadanos, ya existentes en ciudades como Bogotá, quienes con ciencia local hacen fiscalización de los datos de las redes. Por otra parte, aún se adolece de aproximaciones experienciales como las percepciones acerca de la calidad del aire que suman en la construcción del riesgo ambiental <sup>82</sup>.

Aunque los datos son importantes, no deberían ser el eje de la construcción de la atmósfera urbana, ya que la alejan de la percepción ciudadana y distancian la realidad técnica de las vivencias cotidianas. Hace falta entonces mejorar la relación entre la autoridad ambiental y sanitaria, entre la academia, la sociedad y el Estado mismo para darle un uso racional a los datos de las redes, que refleje su relevancia real: como una herramienta más en el proceso de entendimiento del aire contaminado con el que nos enfrentamos ya en la tercera década del siglo XXI.

Comprenderlo como un problema construido a partir de la interacción diacrónica de complejas dinámicas socio ecosistémicas, permitirá apropiarse de mejor manera este importante sistema tecnológico para que pueda responder a las necesidades cambiantes de este territorio respecto a su calidad del aire.

---

<sup>82</sup> Mencionado anteriormente, el ambientalista Daniel Bernal y su grupo crearon CanAir en Bogotá como dispositivos que se ensamblan en redes para monitorear zonas donde no se mide y verificar los datos de las redes en Bogotá. Ver: <https://aireciudadano.com> y <https://lasillavacia.com/las-nuevas-ciudadanas-del-aire-75803>

## 4. Conclusiones y recomendaciones

La evidencia que esta investigación encontró respecto de las relaciones entre condiciones humanas (urbanismo, demografía, transporte, matriz energética y mediciones atmosféricas), y no humanas (topografía, altitud, meteorología, clima y aire) permitió construir un relato alrededor de la historia ambiental del aire urbano, llegando a proponer que sus características contemporáneas corresponden a una serie de acciones históricamente determinadas que construyeron la identidad de la atmósfera bogotana.

Buscando dialogar en controversia con el discurso dominante frente al aire, que defiende la idea de una “realidad” de atmósfera medida por datos obtenidos del monitoreo en redes, esta tesis sostiene que es imposible tan solo desde esa postura entender la realidad del aire en la ciudad; por el contrario las relaciones entre condiciones económicas y políticas, desigualdades injustas sociales, ambientales y sanitarias, además de una serie de necesidades básicas sin solucionar, persistentes aun en el inicio de la tercera década del siglo XXI, han sido insumo para llegar a tener el aire contaminado actual que constituye un riesgo sanitario constante para los habitantes de la capital colombiana.

Y es el concepto de construcción social de riesgo Beck (2002) el que termina atando este discurso y permite entender cómo la ciudad a lo largo del siglo XX fue construyendo un aire *moderno* que tiene correspondencia, como una imagen en espejo, con las relaciones que en el largo plazo se han constituido entre la sociedad y el resto de la naturaleza, a nivel del suelo, y que conformaron el territorio.

Desde esta perspectiva, el aire ha estado afectando la salud y el bienestar de las personas en Bogotá desde mucho antes de aparecer en las cuentas del discurso académico y político en la ciudad. Y es que a pesar de la contemporaneidad del concepto de “calidad del aire”, vigente desde la década de los 70s’, la ciudad ha tenido a lo largo de todo el siglo XX múltiples problemas relacionados con el aire urbano: los malos olores de las cañerías, la pestilencia de las basuras, los humos de las pequeñas empresas y las emisiones de los vehículos de combustión interna, en relación con los patrones dispersos de producción de espacios urbanos, que determinaron desigualdades sociales injustas y construyeron una específica atmósfera bogotana a lo largo de este periodo.

Sin una clara evidencia soportada en datos cuantitativos, inexistentes para la gran mayoría del siglo, los problemas relacionados con la mala calidad del aire se representaron en malestar social e individual de los ciudadanos. Además de los datos arrojados por las estaciones de monitoreo atmosférico -cuando estaban disponibles-, la investigación tuvo así que indagar diversas fuentes, siguiéndole la pista a la voz de los ciudadanos de Bogotá representada en quejas en archivos institucionales y noticias de prensa.

Estas nuevas fuentes de información permitieron construir un relato alterno en relación con el aire, una historia que no se había contado y que demuestra que, a pesar de no existir datos del monitoreo, este ya era parte de las dinámicas urbanas. Las mediciones, en otras palabras, solo dan cuenta de una faceta de la realidad en un periodo delimitado (las décadas finales de la anterior centuria), pero la evidencia encontrada muestra relaciones de la atmósfera urbana con los procesos de transformaciones sociales y acciones municipales que sirvieron de impulso para el cambio que sufrió la ciudad de una Gran Aldea Española a una Ciudad Moderna.

Con base en teorías higienistas y posteriormente sanitaristas de influencia anglosajona, orientadas hacia la limpieza y el saneamiento de los espacios, los focos pestilentes se eliminaron para dar paso a espacios de habitación dignos, limpios y con acceso a servicios que permitieran condiciones de vida adecuadas para los obreros y más necesitados. Estos renovados espacios se localizaron especialmente hacia el sur y occidente de la ciudad, en lugares antes anegados y con peligros ecosistémicos probados. Mientras tanto, los habitantes más ricos, disfrutaban de las mejores características ambientales del territorio, en el nor oriente, estableciendo desde entonces un patrón

diferencial de exposición a riesgos que corresponderían, con el tiempo, con las malas condiciones del aire bogotano.

Y es que a pesar de la movilidad que se le atribuye, y de la imposibilidad de contenerla con barreras físicas, la atmósfera de Bogotá construyó un patrón de distribución relacionado con la estructura urbana producida en relaciones de poder que conformaron cada área del territorio construido.

Bogotá se construyó de forma desordenada. A pesar de la planeación urbana de principios del siglo XX las posibilidades de crecimiento ordenado para Bogotá fueron frustradas por fenómenos persistentes de inmigración del campo a la ciudad e inter-ciudades, que, rompiendo con la capacidad de gestión del territorio, cedieron ante la informalidad y la ilegalidad en la producción de espacios de vivienda, especialmente en las periferias. Y es justo allí, en los arrabales urbanos, donde más se expresaron los problemas relacionados con el aire urbano documentados en este trabajo, en relación con una serie de necesidades básicas insatisfechas persistentes a pesar del paso del tiempo en la ciudad.

La voz humana que emergió de las fuentes en estas zonas permitió reconstruir las condiciones del aire en el periodo pre instrumental, soportándolo el relato en las quejas, peticiones y otras voces emergentes en los documentos institucionales y en la prensa. El aire de estas zonas reflejaba las condiciones de vida de sus habitantes conformando un patrón de distribución desigual y estratificado de acuerdo con las condiciones de vida en estos espacios urbanos.

La ciudad logró transformar en gran medida sus espacios icónicos de pestilencia en las primeras décadas del siglo XX, construyendo vivienda obrera digna por más de 50 años, a pesar de ello las periferias urbanas siguieron creciendo. Fue esta producción desigual de espacios entre la formalidad e informalidad, con arrabales ilegales y subnormales, la que permitió el establecimiento de riesgos ambientales diferenciales entre sus pobladores y malas condiciones del aire, que a pesar de no tener soporte en datos cuantitativos provenientes de mediciones, se expresaban en la sensibilidad individual y social afectando la calidad de vida de sus habitantes.

El aire contaminado, oloroso y generador de enfermedades nunca desapareció de la ciudad, se trasladó a las periferias, a los mismos lugares donde no hay agua potable, alcantarillado, transporte público y recolección de basuras, espacios construidos con la menor densidad de árboles urbanos y zonas verdes del área urbana, y que además también fueron los elegidos para el uso como rellenos sanitarios para el depósito de desechos.

En zonas como el Mochuelo en la localidad de Usme, donde está ubicado el relleno sanitario Doña Juana, la métrica tecnológica de la calidad del aire se rompe porque, aunque la concentración de  $PM_{2,5}$  se encuentra en rangos de seguridad de acuerdo con las guías vigentes de calidad del aire, al hacer el seguimiento a las características atmosféricas de este espacio urbano, nadie puede negar que tiene un aire que dista mucho de ser limpio y adecuado para la salud y bienestar humano. Es aquí donde la sensibilidad individual y colectiva de sus habitantes pone en manifiesto las malas características del aire urbano reflejo las precarias condiciones de vida en estos territorios.

A pesar de las quejas y reclamos de distintas zonas periféricas, el aire bogotano en general pasó desapercibido en el discurso oficial y académico durante la construcción de la ciudad moderna en gran parte del siglo XX. El aire no fue tenido en cuenta como un actor importante ya que no representaba un problema que cobrara vidas o propiciara la enfermedad de forma aguda y severa (como si lo era el agua, por ejemplo), por esto se subordinó su rol en la consciencia colectiva. A pesar del impacto negativo en el bienestar que traía consigo el aire contaminado, este problema ambiental no logró la trascendencia necesaria para ser tenido en cuenta en las políticas públicas urbanas ni en las concepciones propias de los habitantes de la ciudad, porque por encima de él estaban otros riesgos que comprometían la supervivencia misma.

Este aire desatendido y con una clara conformación socioespacial, se sumó un problema aún más grande que apoyaría su consolidación como el mayor riesgo sanitario y ambiental urbano, los sistemas de transporte de carga y pasajeros con tecnología basada en la combustión interna de combustibles fósiles. Sin lugar a duda el uso de vehículos de combustión interna, impulsados por Diesel y gasolina, ha sido el mayor generador de emisiones que contaminan la atmósfera en la ciudad.



Estos sistemas tecnológicos utilizados para la movilidad de carga y pasajeros están emitiendo y acumulando residuos provenientes de la incompleta e ineficiente combustión de derivados del petróleo, dejando una huella permanente en el aire desde el momento en que rodó el primer automóvil en la ciudad a principios del siglo XX.

La matriz energética fósil, que luchó en contra de la electricidad para hacerse con el mercado local de pasajeros desde la década de los Veinte, logró consolidarse desde 1951 como el pilar para el funcionamiento del sistema de transporte público y de carga en la ciudad. Soportado en las deficiencias en el servicio y por las dificultades de adaptación de los sistemas de transporte basados en rutas fijas como el tranvía y los buses trolley, los vehículos con ruedas neumáticas de motor de combustión se convirtieron en el eje articulador entre un territorio inequitativo y la contaminación atmosférica urbana en Bogotá.

Luego de años de luchas políticas y económicas, los vehículos impulsados por combustibles fósiles, en manos de propietarios particulares, lograron imponer su modelo de transporte y son hasta el momento los dueños del mercado en la ciudad. Este monopolio, soportado por la presión permanente de agremiaciones de usuarios con representatividad política frente al Estado, llevó a la débil regulación por parte del Distrito, condición que se expresó en la anarquía que caracterizó el transporte, y que consolidó una relación tormentosa con la sociedad bogotana desde los años Cincuenta. La ciudad se llenó de vehículos viejos con tecnología obsoleta que circulaban sin más requerimiento que la capacidad de rodar, inundando el aire con sus emisiones por la falta de planes de mantenimiento y chatarrización automotriz.

Bogotá de los años 70s', 80s' y 90s' olía a gasolina y estaba inundada de humos provenientes de las emisiones de los buses, busetas y colectivos vehículos para el transporte de pasajeros impulsados por este combustible. El Diesel, que se consideraba menos contaminante incluso hasta bien entrados los 80s', apenas apareció en las cuentas del transporte de pasajeros en las últimas dos décadas del siglo XX, pero pronto se consolidó como el principal causante de emisiones por el uso aumentado en el transporte de carga local e intermunicipal y en la movilidad de pasajeros dentro de la ciudad y desde fuera de ella.

Ni siquiera el orden de principios del siglo XXI en el sistema de transporte de pasajeros que trajo la llegada del Transmilenio, representó una mejoría del aire urbano, sino más bien un aumento en las emisiones contaminantes, puesto que su matriz energética ha sido predominantemente Diesel a lo largo de los veinte años que tiene de funcionamiento.

Con este panorama de emisiones automotrices y desigualdades espaciales, la evidencia encontrada también muestra cómo apareció la preocupación respecto al aire en los Noventa, en relación con el discurso de la “calidad del aire”, impuesto por los estándares ambientales de agencias internacionales y soportado por las mediciones atmosféricas. Rápidamente los periódicos se llenaron de noticias y notas de expertos que alzaban su voz frente a la mala condición de la atmósfera bogotana. El aire urbano que desde varias décadas atrás estaba ya en muy malas condiciones, con las mediciones, al fin fue digno de atención.

Desde entonces este ha sido el abordaje oficial del aire en Bogotá, mediado por una red tecnológica criticada incluso por los mismos expertos que la ayudaron a consolidar y que toman los datos de sus mediciones como fuente para sus investigaciones. De igual con la hegemonía de los datos en redes como eje del discurso atmosférico, el aire pasó a un terreno técnico, bajo el control de ingenieros en la Secretaría de Ambiente Distrital: la red, los datos, la forma de comunicación de estos para el público y la toma de decisiones frente a los picos de excedencia en la ciudad.

Los datos de las mediciones demuestran que el PM es el más problemático contaminante atmosférico, relacionado con la mortalidad y morbilidad en la ciudad, en especial el PM<sub>2,5</sub> de origen en la combustión interna de vehículos Diesel. Sumando con esto la geografía propia de la ciudad juega un papel importante en la distribución y espacialización de contaminantes: la relación con las montañas, altitud, alta precipitación, fenómenos de inversión térmica y régimen de vientos, intervienen en la construcción de un aire identitario en Bogotá.

La altura genera por sí misma un patrón de riesgo, tema que ha pasado prácticamente desapercibido en las políticas públicas y en la discusión académica en cuanto calidad del aire en la ciudad. A pesar de que existen evidencias importantes de la relación entre la altitud y la dispersión de contaminantes en la atmósfera (Chevalier et al., 2007; Human, Ullman, & Baines, 1990), entre la fisiología y la

patología respiratoria con esta condición geográfica (Barry & Pollard, 2003; Beall, 2001; Pasha & Newman, 2010; Rogelio Pérez, 2017; Pohl Valero, 2015; Von Sneidern et al., 2012), y que existen investigaciones que demuestran que los parámetros de calidad del aire deben ajustarse de acuerdo con las condiciones de altitud locales, como afirman Pérez (2017) y Bravo Álvarez y colaboradores (2013), que pueden representar en una subestimación de hasta 24% del PM10 para la ciudad de Bogotá, no se han tomado medidas que logren tener en cuenta este factor identitario de la geografía local en las cuentas de los académicos y tomadores de decisiones frente a la atmósfera bogotana (Bravo Alvarez et al., 2013; Rogelio Pérez, 2017)

Poner en la discusión este problema, dejándolo para posteriores investigaciones, es de por sí un hallazgo a subrayar de este trabajo.

Con este amplio y diverso recuento de evidencias desde múltiples vertientes del conocimiento este trabajo se permite proponer que la construcción del riesgo sanitario y ambiental relacionado con la contaminación del aire no se dio por la magnitud física de su impacto en la salud y bienestar de las personas, sino por un cambio valorativo, por una nueva forma de entenderlo a través del uso de artefactos y teorías científicas que le han dado validez a través de los datos. Sin embargo, mucho antes de tener este asidero científico técnico, la problemática alrededor del aire ya estaba presente y generaba un riesgo importante en la sociedad bogotana, que para entonces permanecía desapercibido por la falta de un referente racional desde la ciencia para medirlo y darle validez. Las mediciones hacen parte de la vigilancia, pero no representan la atmósfera de la ciudad por sí mismas.

En la ciudad se construyó un aire contaminado que, soportado en datos desde la década de los 80s', supera permanentemente los valores de referencia poniendo en riesgo a la salud, especialmente por la exposición a PM y gases de emisión vehicular. Las industrias, no son ni han sido el principal problema para las emisiones que contaminan el aire en Bogotá, por eso a pesar de que se han tenido en cuenta en apartados de este trabajo no constituyen el eje de argumentación de este.

Para hacer frente a este problema, la ciudad debe resolver la deuda histórica de necesidades básicas insatisfechas de un amplio porcentaje de población vulnerable en las periferias urbanas, para cerrar la brecha de inequidades que construyen riesgos sociales, sanitarios y ambientales aumentados para quienes ocupan estos territorios.

Así mismo, la ciudad debe entrar de lleno en el camino de la transición energética hacia tecnologías menos contaminantes quitándole el dominio a los combustibles fósiles. Es necesario mejorar el transporte masivo de pasajeros con el fin de descongestionar las vías y disminuir el número de vehículos en las calles. Sacar del perímetro urbano el transporte de carga e intermunicipal de pasajeros, este último ubicado en pleno corazón de la ciudad, es una decisión que no puede esperar más para restar exposición y así carga de enfermedad a quienes viven en el corredor de las vías por donde transita.

Por último, las tomas de decisiones sanitarias en la ciudad respecto al aire deben reevaluar el riesgo obteniendo datos que van más allá de los arrojados por las redes. Es importante ajustar los valores umbrales de contaminantes de acuerdo con sus condiciones geográficas, en especial su altura. Además, las autoridades sanitarias deben priorizar los esfuerzos de control por zonas de riesgo aumentado históricamente construidas, definidas de acuerdo con las mediciones de las estaciones de monitoreo, pero también por un análisis social en el terreno que tenga en cuenta las percepciones ciudadanas y las necesidades básicas insatisfechas que conforman el riesgo y profundizan esta problemática. Este trabajo demuestra cómo, a pesar de no estar reglamentado y académica y socialmente construido, el riesgo relacionado con el aire contaminado ya era censado por las personas en la ciudad, por ello, sería importante reconocer un lugar a la “experticia ciudadana” para la gestión adecuada de este y otros problemas sanitarios y ambientales.

La educación en salud ambiental para la detección desde la atención primaria en salud de estos riesgos sanitarios es clave para un abordaje integral que logre impactar positivamente en las condiciones de salud de los bogotanos frente al aire contaminado.

## Bibliografía

### Archivos consultados

Archivo de Bogotá (1950 – 2000)

- Fondo del Instituto Distrital de la Participación y Acción Comunal
- Fondo Documental de la Empresa Distrital de Transportes Urbanos (EDTU)
- Fondo Documental del Concejo de la ciudad
- Fondo Documental de la Caja de Vivienda Popular
- Fondo Documental del Cuerpo Oficial de Bomberos
- Fondo Documental de la Empresa de Acueducto y Alcantarillado de Bogotá.

Archivo de noticias del periódico “El Tiempo” disponible en digital e impreso desde 1911 -1990

Archivo digital de noticias del periódico “El Tiempo” 1990 – 2015

Revista “Anales de Ingeniería” revisada en su versión impresa entre 1950 y 2015

### Entrevistas en profundidad

Camilo Luengas, Ingeniero. Exdirector técnico de la Red de Monitoreo Atmosférico de Bogotá en la década de los 80's, exasesor técnico de calidad del aire del Ministerio de Salud y del Ministerio de Ambiente. Profesor Universitario, Bogotá, agosto de 2018.

Claudia Agostoni, Doctora. Profesora de historia social de la salud pública del Instituto de Investigaciones Históricas de la Universidad Nacional Autónoma de México

José Luis Lezama, Doctor. Investigador del Colegio de México, Ciudad de México, febrero 28 de 2020.

Horacio Riojas, Doctor. Director área Salud Ambiental del Instituto Nacional de Salud Pública de México, Cuernavaca (México), marzo 2 de 2020.

Sergio Miranda, Doctor. Profesor e investigador de historia urbana del Instituto de Investigaciones Históricas de la Universidad Nacional Autónoma de México.

### Referencias citadas

- Acebedo, L. F. (2006). *Las industrias en el proceso de expansión de Bogotá hacia el occidente*. Bogotá: Universidad Nacional de Colombia. Facultad de Artes. Sede Bogotá. Colección “Punto aparte”.
- Agencia de Cooperación Internacional del Japón. (1996). *Estudio del plan maestro del transporte urbano de Santafé de Bogotá en la República de Colombia: informe final*. Bogotá.
- Agostoni, C. (2003). *Monuments of progress: modernization and public health in Mexico City, 1876-1910* (Vol. 1). Calgary: University of Calgary Press.
- Albornoz, M. (2001). Política Científica y Tecnológica Una visión desde América Latina. *Revista Iberoamericana de ciencia, tecnología, sociedad e innovación*, (1), 19. Recuperado de <https://eco.mdp.edu.ar/cendocu/repositorio/00182.pdf>
- Alzate, A. (2007). *Suciedad y Orden. Reformas sanitarias borbónicas en la Nueva Granada, 1760 - 1810*. Bogotá: Escuela de Ciencias Humanas. Universidad del Rosario.
- Amézquita, A. (2007). Barrios Obreros bogotanos. En *Urbanismos*. Recuperado de [http://www.institutodeestudiosurbanos.info/dmdocuments/cendocieu/coleccion\\_digital/Vivie nda\\_Social\\_Bogota/Barrios\\_Obreros\\_Bogotanos-Amezquita\\_Antonio-2004.pdf](http://www.institutodeestudiosurbanos.info/dmdocuments/cendocieu/coleccion_digital/Vivie nda_Social_Bogota/Barrios_Obreros_Bogotanos-Amezquita_Antonio-2004.pdf)
- Anderson, B. (2009). Affective atmospheres. *Emotion, Space and Society*, 2(2), 77–81. <https://doi.org/10.1016/j.emospa.2009.08.005>
- Andrade, M. (2003). *El sistema integrado de transporte masivo Transmilenio: recopilación, estudio y análisis de los componentes del sistema*. (Universidad de Los Andes). Recuperado de

- <https://repositorio.uniandes.edu.co/bitstream/handle/1992/15551/u234455.pdf?sequence=1>
- Ángel, L., Ramírez, A., & Domínguez, E. (2010). Isla de calor y cambios espacio temporales de la temperatura en la ciudad de Bogotá. *Revista de la Real Academia de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales*, 34(131), 173–183. Recuperado de <https://www.researchgate.net/publication/230846881>
- Ángel Macías, M. A., & Gallini, S. (2019). Cooperación técnico-científica internacional en la construcción de redes de monitoreo atmosférico. El caso de Bogotá (1960-2016). *Letras Verdes. Revista Latinoamericana de Estudios Socioambientales*, (25), 143–167. <https://doi.org/10.17141/letrasverdes.25.2019.3619>
- Aparicio, S. (2010). El impacto del transporte en el ordenamiento de la ciudad: el caso de Transmilenio en Bogotá. *Territorios*, (22), 33–64. Recuperado de <https://revistas.urosario.edu.co/index.php/territorios/article/view/1299>
- Arango, C. (1983, diciembre 20). Intoxicación masiva por plomo. *El Tiempo*.
- Arango, J., & Arango, J. H. (2009). Calidad de los combustibles en Colombia. *Revista de Ingeniería*, 0(29), 100–108. <https://doi.org/10.16924/riua.v0i29.251>
- Arango Vélez, D. (1926, noviembre 21). La junta de saneamiento y el director municipal de higiene. *El Tiempo*. Recuperado de <https://news.google.com/newspapers?nid=1706&dat=19261121&id=qd8bAAAIBAJ&sjid=nFEEAAAIBAJ&pg=7118,3176941>
- Arellano, O. L., Escudero, J. C. J. C., Moreno, L. D. C., Luz, Y., & Carmona, D. (2008). Los determinantes sociales de la salud: una perspectiva desde el Taller Latinoamericano de Determinantes Sociales sobre la Salud, ALAMES. *Medicina Social*, 3(4), 323–335.
- Armus, D. (2007). Un médico higienista buscando ordenar el mundo urbano argentino de comienzos del siglo XX. *Salud Colectiva*, 3(1), 71. <https://doi.org/10.18294/sc.2007.121>
- Atuesta, M. (2011). La ciudad que pasó por el río. La canalización del río San Francisco y la construcción de la Avenida Jiménez en Bogotá a principios del siglo XX. *Territorios* 25, 191–211. Recuperado de <https://revistas.urosario.edu.co/index.php/territorios/article/viewFile/1874/1669>
- Autotécnica TV. (2015). *El fin del carburador. Contaminación y costumbres sociales.* - YouTube. Recuperado de <https://www.youtube.com/watch?v=lbF5LFgyHgU>
- Baquero, J. (2009). *Tranvía municipal de Bogotá. desarrollo y transición al sistema de buses municipales, 1884 - 1951.* (Universidad Nacional de Colombia). Recuperado de

- <http://bdigital.unal.edu.co/8831/1/468423.2009.pdf>
- Barry, P. W., & Pollard, A. J. (2003). Altitude illness. *BMJ (Clinical research ed.)*, 326(7395), 915–919. <https://doi.org/10.1136/bmj.326.7395.915>
- Bavaria. (2018). Historia de Bavaria y su tradición en Colombia | Bavaria. Recuperado de <https://www.bavaria.co/acerca-de-nosotros/historia-bavaria>
- BBC News Mundo. (2018). Las 5 ciudades “más competitivas e influyentes” de América Latina - BBC News Mundo. Recuperado el 25 de octubre de 2019, de <https://www.bbc.com/mundo/noticias-44362146>
- Beall, C. M. (2001). Adaptations to Altitude: A Current Assessment. *Annual Review of Anthropology*, 30, 423–456. <https://doi.org/10.2307/3069223>
- Beck, U. (2002). La sociedad del riesgo global. En *Madrid*.
- Behrentz, E. (2007, noviembre 7). ¿Qué tanto contamina el TM? *El Tiempo*.
- Behrentz, E. (2009). Impacto del sistema de transporte en los niveles de contaminación percibidos por los usuarios del espacio público. *dearquitectura*, 04(07), 124–128.
- Bejarano, J. (1921, septiembre 16). El impuesto de saneamiento y la tuberculosis en Bogotá. *El Tiempo*, p. 2. Recuperado de <https://news.google.com/newspapers?nid=1706&dat=19210916&id=S3scAAAIBAJ&sjid=2FEEAAAIBAJ&pg=2494,668996>
- Bird, E. A. (1987). The Social Construction of Nature: Theoretical Approaches to the History of Environmental Problems. *Environmental Review: ER*, 11(4), 264. <https://doi.org/10.2307/3984134>
- Blumberg, K. O., Walsh, M. P., & Pera, C. (2003). *Gasolina y Diesel de bajo azufre: la clave para disminuir las emisiones vehiculares*. Recuperado de [https://theicct.org/sites/default/files/Bajo\\_Azufre\\_ICCT\\_2003.pdf](https://theicct.org/sites/default/files/Bajo_Azufre_ICCT_2003.pdf)
- BMJ. (1956). Diesel Oil And Lung Cancer. *The British Medical Journal*, 1(4975), 1092–1094. Recuperado de [www.jstor.org/stable/20335402](http://www.jstor.org/stable/20335402)
- BMJ. (1969). Motoring: Electronic Fuel Injection. *The British Medical Journal*, 4(5686), 814. Recuperado de [www.jstor.org/stable/20379036](http://www.jstor.org/stable/20379036)
- Bohórquez, I. (2008). De arriba para abajo: la discusión de los cerros orientales de Bogotá, entre lo ambiental y lo urbano. *Cuadernos de Vivienda y Urbanismo*, 1(1). Recuperado de <https://revistas.javeriana.edu.co/index.php/cvyu/article/view/5485>



- Bravo Alvarez, H., Sosa Echeverria, R., Sanchez Alvarez, P., & Krupa, S. (2013). Air Quality Standards for Particulate Matter (PM) at high altitude cities. *Environmental Pollution*, 173, 255–256. <https://doi.org/10.1016/j.envpol.2012.09.025>
- Brimblecombe, P. (2011). *The Big Smoke The History of Air Pollution in London since Medieval Times* (Routledge). Nueva York: Routledge.
- Brimblecombe, P. (2018). *Air Pollution Episodes*. <https://doi.org/10.1142/q0098>
- Cabrera, G. (1978, julio 13). Intoxicados por plomo niños en el sur de Bogotá. *El Tiempo*.
- Callon, M. (1986). The Sociology of an Actor-Network: The Case of the Electric Vehicle. En *Mapping the Dynamics of Science and Technology* (pp. 19–34). [https://doi.org/10.1007/978-1-349-07408-2\\_2](https://doi.org/10.1007/978-1-349-07408-2_2)
- Camargo, A., & Hurtado, A. (2013). Urbanización informal en Bogotá: agentes y lógicas de producción del espacio urbano. *Revista Invi*, 28(78), 77–107. Recuperado de <https://core.ac.uk/download/pdf/46551500.pdf>
- Carolina, A., Ugalde, L., Fajardo Dolci, G. E., Magaña, R. C., González, A. M., & Robles, M. I. (2000). Hipoacusia por ruido: Un problema de salud y de conciencia pública. *Revista de la Facultad de Medicina de la UNAM*, 43(2), 41–42.
- Carson, R. (1962). *Silent Spring* (Reprint). Greenwich: Crest Books.
- Casas, J. (1994). Conceptos de contaminación por automotores. *Ciencia e Ingeniería Neogranadina*, 2(2), 8. <https://doi.org/10.18359/rcin.1575>
- Castro Benavides, C. (2015). “As a Citizen of this City” *The Urban Reform of Radical Liberalism Bogotá 1848-1880* (Columbia University). <https://doi.org/10.7916/D8R78DBR>
- Ceballos, D. W. (2007). Proyectos de Planeación del Paisaje. Ensoñaciones sobre lo silvestre en Bogotá. *Revista de Arquitectura (Bogotá)*, 9(1), 28–37. Recuperado de [https://editorial.ucatolica.edu.co/ojsucatolica/revistas\\_ucatolica/index.php/RevArq/article/view/794](https://editorial.ucatolica.edu.co/ojsucatolica/revistas_ucatolica/index.php/RevArq/article/view/794)
- CEPIS. (1980). *Red Panamericana de Muestreo de la Contaminación del Aire; informe final 1967-1980*. Lima: CEPIS.
- Chacón, J. (2013, julio 24). Eliminación de la póliza de chatarrización está a la vista . *El Espectador*. Recuperado de <https://www.elespectador.com/noticias/economia/eliminacion-de-poliza-de-chatarrizacion-esta-vista-articulo-435847>
- Chacón Rivera, L. M. (2015). *Efecto de los Incendios forestales sobre la calidad del aire en dos ciudades colombianas* (Universidad Nacional de Colombia). Recuperado de

- <http://www.bdigital.unal.edu.co/53148/>
- Chaves, A., & Viviescas, F. (2001). Las instituciones del transporte colectivo y la generación del conflicto en Bogotá. *http://journals.openedition.org/revestudsoc*, (10), 77–82. Recuperado de <https://journals.openedition.org/revestudsoc/27849>
- Chevalier, A., Gheusi, F., Delmas, R., Ordóñez, C., Sarrat, C., Zbinden, R., ... Cousin, J.-M. (2007). Influence of altitude on ozone levels and variability in the lower troposphere: a ground-based study for western Europe over the period 2001-2004. *Atmospheric Chemistry and Physics*, 7, 4311–4326. Recuperado de [www.atmos-chem-phys.net/7/4311/2007/](http://www.atmos-chem-phys.net/7/4311/2007/)
- Chow Pangtay, S. (2002). Historia del petróleo. Recuperado el 19 de febrero de 2020, de Biblioteca Digital ILCE website: [http://bibliotecadigital.ilce.edu.mx/sites/ciencia/volumen1/ciencia2/39/html/sec\\_7.html](http://bibliotecadigital.ilce.edu.mx/sites/ciencia/volumen1/ciencia2/39/html/sec_7.html)
- Colón, L. C. (2005). El saneamiento del Paseo Bolívar y la vivienda obrera en Bogotá. *Urbanismos*, 2, 104–115. Recuperado de [http://www.institutodeestudiosurbanos.info/dmdocuments/cendocieu/coleccion\\_digital/Vivienda\\_Social\\_Bogota/Saneamiento\\_Paseo\\_Bolivar-Colon\\_Luis.pdf](http://www.institutodeestudiosurbanos.info/dmdocuments/cendocieu/coleccion_digital/Vivienda_Social_Bogota/Saneamiento_Paseo_Bolivar-Colon_Luis.pdf)
- Colón Llamas, L. C. (2019). Crecimiento urbano y mercado de tierras en Bogotá, 1914-1944. *Territorios*, 0(40), 119. <https://doi.org/10.12804/revistas.urosario.edu.co/territorios/a.6530>
- Comisión para el estudio del transporte masivo de Bogotá. (1975). *Transporte masivo para Bogotá*. Bogotá.
- Congreso de la República. *Ley 769*. , Pub. L. No. 769, 96 (2002).
- Corbin, A. (1987). *El perfume o el miasma social: el olfato y lo imaginario social*. México: Fondo de Cultura Económica.
- Correa, J., Jimeno, S., & Villamizar, M. (2017). El tranvía de Bogotá, 1882-1951. *Revista de Economía Institucional*, 19(36), 203–229. <https://doi.org/10.18601/01245996.v19n36.08>
- Cortés Díaz, M. E. (2006). *La anexión de los 6 municipios vecinos a Bogotá en 1954*. 221.
- Cortés, R. (2007). Del urbanismo a la planeación en Bogotá 1900-1990 esquema inicial y materiales para pensar la trama de un relato. *Bitácora Urbano-Territorial*, 11(11), 160–207. Recuperado de <http://www.revistas.unal.edu.co/index.php/bitacora/article/viewFile/18636/19532>
- Cosamalón, J. (2018). *El apocalipsis a la vuelta de la esquina. Lima, la crisis y sus supervivientes (1980-2000)*. Recuperado de <https://www.fondoeditorial.pucp.edu.pe/historia/752-el-apocalipsis-a-la-vuelta-de-la-esquina.html#.XsM3HWhKjIU>

- Cotrino, Y. M. D. (2007). La vivienda obrera ¿Un elemento apaciguador o modernizador? La intervención del Estado en Bogotá 1918-1942. *Revista de Arquitectura (Bogotá)*, 9(1), 5–12. Recuperado de [https://editorial.ucatolica.edu.co/ojsucatolica/revistas\\_ucatolica/index.php/RevArq/article/view/790](https://editorial.ucatolica.edu.co/ojsucatolica/revistas_ucatolica/index.php/RevArq/article/view/790)
- Crosby, A. W. (1998). *La medida de la realidad : la cuantificación y la sociedad occidental, 1250-1600*. Barcelona: Crítica.
- Cueto, M. (2004). *El valor de la salud: historia de la Organización Panamericana de la Salud. Publicación Científica y Técnica No.600*. Washington: Organización Panamericana de la Salud.
- Cueto, M., & Palmer, S. (2014). *Medicine and public health in Latin America: a history*. New York: Cambridge University Press.
- da Silva Augusto, L., Tambellini, A. T., de Miranda, A., Carvalho Carneiro, F., Ferreira Castro, H., de Souza Porto, M., ... Schütz, G. E. (2014). Desafíos para a construção da ‘Saúde e Ambiente’ na perspectiva do seu Grupo Temático da Associação Brasileira de Saúde Coletiva. *Revista Ciência & Saúde Coletiva*, 19(10).
- DANE. (1993). *Censo 1993. Santa Fé de Bogotá*. Recuperado de [http://biblioteca.dane.gov.co/media/libros/LB\\_808\\_1993.PDF](http://biblioteca.dane.gov.co/media/libros/LB_808_1993.PDF)
- DANE. (2016). Demografía y población. *Estadísticas: Demografía y población*. Recuperado de <http://www.dane.gov.co/index.php/estadisticas-por-tema/demografia-y-poblacion>
- DANE. (2019). ¿Cuántos somos? Recuperado el 18 de agosto de 2019, de Estadísticas demográficas Censo 2018 website: <https://www.dane.gov.co/index.php/estadisticas-por-tema/demografia-y-poblacion/censo-nacional-de-poblacion-y-vivenda-2018/cuantos-somos>
- De Greiff, Alexis. (1994). Cooperación internacional en ciencia y tecnología: reflexiones en torno al caso colombiano. *Colombia Internacional*, 18, 1–9. Recuperado de <https://revistas.uniandes.edu.co/doi/pdf/10.7440/colombiaint28.1994.03>
- De Greiff, A. (2011). Entre lo global y lo local: ¿cuál comunidad científica internacional? *Revista Trans*, 118–133. Recuperado de <http://www.docentes.unal.edu.co/ahdegreiffa/docs/LocalGlobal.pdf>
- DeGreiff, A. (2011). Cooperación internacional en ciencia y tecnología. En S. Borda & A. B. Tickner (Eds.), *Relaciones Internacionales y Política Exterior de Colombia* (pp. 409–429). Bogotá: Universidad de los Andes. Facultad de Ciencias Sociales Departamento de Ciencia Política-

CESO.

- Departamento Administrativo Nacional de Estadística. (1975). *Estadísticas Históricas*. Bogotá.
- Díaz, C. (2011). *Metabolismo de la ciudad de Bogotá D.C.: Una herramienta para el análisis de la sostenibilidad ambiental urbana*. Universidad Nacional de Colombia.
- Díaz, M. (2010). *El trolebús : una transición a la modernidad en el transporte urbano de Bogotá* (Pontificia Universidad Javeriana). Recuperado de <https://repository.javeriana.edu.co/handle/10554/6613>
- DNE. (1952). *Anuario municipal de estadística 1952*. Recuperado de [http://biblioteca.dane.gov.co/media/libros/LD\\_70123\\_1952.PDF](http://biblioteca.dane.gov.co/media/libros/LD_70123_1952.PDF)
- Dobson, A. (2007). *Green Political Thought*. 225.
- Douglas, I. (2013). *Cities: An Environmental History (Environmental History and Global Change)* Ian Douglas: I.B. Tauris. London: Tauris.
- Dowdey, S. (2007). History of the EPA - How the EPA Works. *People. How Stuff Works*. Recuperado de <http://people.howstuffworks.com/epa1.htm>
- Duque, M. (2014). Diagnóstico ambiental en salud: desde la corriente salubrista y desde la corriente ambientalista. *CES Salud Pública*, 5(2), 92–98.
- Durán, C. (1985). *La Guerra Del Centavo*. Recuperado de <https://www.youtube.com/watch?v=Am0cDCJypcY>
- Durán Sánchez, M. F. (2006). *La gripe española en Bogotá : la epidemia de 1918*. Bogotá: Secretaría General, Alcaldía Mayor de Bogotá D.C., Archivo de Bogotá.
- ECOPETROL. (2014, septiembre 19). Aire Calidad de Combustible. Recuperado el 11 de abril de 2020, de <https://www.ecopetrol.com.co/wps/portal/es/ecopetrol-web/medio-ambiente/gestion-ambiental-proactiva/ecoeficiencia/aire-calidad-de-combustible>
- El Espectador. (2019, octubre 17). Metro de Bogotá: una historia de 77 años de espera. *El Espectador*. Recuperado de <https://www.elespectador.com/noticias/bogota/metro-de-bogota-una-historia-de-77-anos-de-espera-articulo-886478>
- El Tiempo. (1925, diciembre 6). Ladrillos, tejas. *El Tiempo*. Recuperado de <https://news.google.com/newspapers?nid=1706&dat=19251206&id=B04qAAAIAIAJ&sjid=n1EEAAAIAIAJ&pg=6563,1381509>
- El Tiempo. (1934, septiembre 3). Hornos crematorios se darán pronto al servicio. *El Tiempo*, p. 2. Recuperado de

- <https://news.google.com/newspapers?nid=1706&dat=19340903&id=xuUdAAAAIIBAJ&sjid=cVAEAAAAIIBAJ&pg=946,262540>
- El Tiempo. (1943). 72 casos de tifo exantemático hay en el hospital de la Hortua. Recuperado el 6 de diciembre de 2019, de <https://news.google.com/newspapers?nid=1706&dat=19430422&id=j3AcAAAAIIBAJ&sjid=31YEAAAAIIBAJ&pg=653,4739865>
- El Tiempo. (1951, marzo 1). 30.000 vehículos por solo doce vías circulan hoy en la ciudad. *El Tiempo*. Recuperado de <https://news.google.com/newspapers?nid=N2osnxbUuuUC&dat=19510301&printsec=frontpage&hl=es>
- El Tiempo. (1967). *15 centros de salud más tendrá Bogotá*. Recuperado de <https://news.google.com/newspapers?nid=1706&dat=19671217&id=Bp0cAAAAIIBAJ&sjid=EGgEAAAAIIBAJ&pg=658,3070983>
- El Tiempo. (1993, noviembre 12). Con su humo a otra parte. *El Tiempo*. Recuperado de <https://www.eltiempo.com/archivo/documento/MAM-259713>
- El Tiempo. (2010, abril 20). Bogotá es una de las ciudades con menos zonas verdes por habitante y mayor densidad poblacional. Recuperado el 9 de mayo de 2020, de <https://www.eltiempo.com/archivo/documento/CMS-7634408>
- EL Tiempo. (1918, diciembre 4). Estado sanitario de Bogotá. *El Tiempo*, p. 20. Recuperado de <https://news.google.com/newspapers?nid=1706&dat=19181204&id=Sc0dAAAAIIBAJ&sjid=JKUEAAAAIIBAJ&pg=655,3925814>
- EL Tiempo. (1951, julio 1). *Suprimidos los últimos tranvías que estaban prestando servicio*. Recuperado de <https://news.google.com/newspapers?nid=N2osnxbUuuUC&dat=19510701&printsec=frontpage&hl=es>
- Elias, N. (2009). *El proceso de la civilización. Investigaciones sociogenéticas y psicogenéticas*. (Segunda). México: Fondo de Cultura Económica.
- Escobar, A. (1998). *La invención del Tercer Mundo: construcción y deconstrucción del desarrollo* (Primera en). Bogotá: Norma.
- Eternit. (2015). Historia - Eternit. Recuperado el 25 de septiembre de 2019, de <https://www.eternit.com.co/web/eternit/historia>
- European Council for Automotive R&D EUCAR. (2007). *Well to wheels analysis of future*

- automotive fuels and powertrains in the european context*. Recuperado de [https://web.archive.org/web/20110720162258/http://ies.jrc.ec.europa.eu/uploads/media/TTW\\_Report\\_010307.pdf](https://web.archive.org/web/20110720162258/http://ies.jrc.ec.europa.eu/uploads/media/TTW_Report_010307.pdf)
- Evelyn, J. (1661). *Fumifugium: of the Inconvenience of the Aer and smoak of London dissipated*. 52.
- Faiz, A., Weaver, C., & Walsh, M. P. (1996). *Air Pollution from Motor Vehicles: Standards and Technologies for controlling emissions* (1a ed., Vol. 1). Recuperado de <http://documents.worldbank.org/curated/en/606461468739185298/Air-pollution-from-motor-vehicles-standards-and-technologies-for-controlling-emissions>
- Farfán Rodríguez, J. E. (2018). *Del ejido a la urbanización Transiciones socio-espaciales en* (Nacional de Colombia). Recuperado de [http://bdigital.unal.edu.co/64795/1/DEL\\_EJIDO\\_A\\_LA\\_URBANIZACION\\_John\\_Farfán.pdf](http://bdigital.unal.edu.co/64795/1/DEL_EJIDO_A_LA_URBANIZACION_John_Farfán.pdf)
- Felacio Jimenez, L. C. (2011). La Empresa Municipal del Acueducto de Bogotá: creación, logros y limitaciones, 1911-1924. *Anuario Colombiano de Historia Social y de la Cultura*, 38(1), 109–140.
- Felacio Jiménez, L. C. (2016). *Por unos cerros saneados y embellecidos: La influencia de la higiene y el ornato sobre la protección institucional de los cerros orientales de Bogotá, 1874-1945* (Universidad Nacional de Colombia). Recuperado de <http://bdigital.unal.edu.co/73757/>
- Felipe II. (1573). Ordenanzas de descubrimiento, nueva población y pacificación de las Indias. *Leyes de Indias*, p. 18. Recuperado de [http://personal.us.es/ijimenez5/uploads/Docencia/Ordenanzas del Bosque de Segovia, 13 de julio de 1573.pdf](http://personal.us.es/ijimenez5/uploads/Docencia/Ordenanzas%20del%20Bosque%20de%20Segovia,%2013%20de%20julio%20de%201573.pdf)
- Fondo CVP. (1942). *Fondo Caja de Vivienda Popular (CVP)*. Bogotá: Archivo de Bogotá.
- Foster, J. (1999). Introduction to John Evelyn's *Fumifugium*. *Organization & Environment*, 12(2), 184–186.
- Gaitán, M., Cancino, J., & Behrentz, E. (2007a). Análisis del estado de la calidad del aire en Bogotá. *Revista de Ingeniería*, 0(26), 81–92. <https://doi.org/10.16924/riua.v0i26.299>
- Gaitán, M., Cancino, J., & Behrentz, E. (2007b). Análisis del estado de la calidad del aire en Bogotá Analysis of Bogota's Air Quality. *Revista de ingeniería. Universidad de los Andes.*, *Noviembre*.
- Gallini, S. (2005). Invitación a la historia ambiental. *Revista Tareas*, 120, 5–28. Recuperado de <http://bibliotecavirtual.clacso.org.ar/ar/libros/panama/cela/tareas/tar120/gallini.rtf>
- Gallini, S. (2016). The Zero Garbage Affair in Bogotá. *RCC Perspectives*, (3), 69–78. Recuperado

- de <https://www.jstor.org/stable/26241377>
- Gallini, S., Felacio, L., Agredo, A., & Garcés, S. (2014). Las corrientes de la ciudad: Una historia del agua en la Bogotá del siglo XX. *Environment and Society*. Recuperado de <http://www.environmentandsociety.org/exhibitions/agua-en-la-bogota>
- Gandy, M. (2002). *Concrete and clay : reworking nature in New York City*. London: MIT Press.
- Gandy, M. (2014). *The Fabric of Space: Water, Modernity, and the Urban Imagination - Matthew Gandy - Google Libros*. Cambridge, Massachusetts: MIT Press.
- Gandy, M. (2017). Urban atmospheres. *Cultural Geographies*, 24(3), 353–374. <https://doi.org/10.1177/1474474017712995>
- García Ávila, P. A., & Rojas, N. Y. (2016). Análisis del origen de PM10 y PM2.5 en Bogotá gráficos polares. *Revista Mutis*, 6(2), 47–58. <https://doi.org/10.21789/22561498.1150>
- García, G. (2007). Surgimiento y evolución de la Ingeniería Ambiental en Colombia. *Revista de Ingeniería*, (26), 121–130.
- Gooday, G. (2004). *The morals of measurement: Accuracy, irony, and trust in late Victorian electrical practice*. Cambridge: Cambridge University Press.
- Goossens, M., & Gómez Meneses, J. E. (2015). Experimentaciones en vivienda estatal. La obra del Instituto de Crédito Territorial en Bogotá, 1964-1973. *Revista Invi*, 30(84), 121–148.
- Gudynas, E. (2011). Debates sobre el desarrollo y sus alternativas en América Latina: Una breve guía heterodoxa. *Más allá del desarrollo*, 1, 21–54.
- Gutiérrez, M. T. (2010). Proceso de institucionalización de la higiene: Estado, salubridad e higienismo en Colombia en la primera mitad del siglo XX. *Estudios Socio-Jurídicos*, 12(1), 73–97.
- Gutiérrez, M. T. (2011). Proceso de institucionalización de la higiene: estado, salubridad e higienismo en Colombia en la primera mitad del siglo XX. *Estudios Socio-Jurídicos*, 12(1), 73–97. Recuperado de <https://revistas.urosario.edu.co/index.php/sociojuridicos/article/view/1186>
- Gutiérrez, M. T. (2017). *Ideología y prácticas higiénicas en Bogotá en la primera mitad del siglo XX* (1a ed.). Bogotá: Secretaría General de la Alcaldía Mayor de Bogotá.
- Haddad, R. (1972). Red Panamericana de Muestreo de la Contaminación del Aire (REDPANAIRES); informe 1967-1970. *OPS Serie Técnica*, 150.
- Haddad, R. (1974). Contaminación del aire; situación actual en la América Latina y el Caribe. *Memoria del Simposio sobre Ambiente, Salud y Desarrollo en las Américas. Serie Técnica N°*

19. Recuperado de <http://www.bvsde.ops-oms.org/bvsacd/scan/004499/004499-02B.pdf>
- Haddad, R. (1976). Red Panamericana de Muestreo de la Contaminación del Aire (REDPANAIRES); informe 1967-1974. *Red de Muestreo de la Contaminación del Aire*. Recuperado de <http://pesquisa.bvsalud.org/enfermeria/resource/es/rep-157152>
- Health Effects Institute. (2019). *State of Global Air 2019. A Special report on global exposure to air pollution and its disease burden*. Recuperado de [https://www.stateofglobalair.org/sites/default/files/soga\\_2019\\_report.pdf](https://www.stateofglobalair.org/sites/default/files/soga_2019_report.pdf)
- Henaó-Kaffure, L. (2018). *Poder mundial y salud. Comparación histórica de pandemias de gripe. Los casos de 1918-19 y 2009-10*. (Nacional de Colombia). Recuperado de [http://bdigital.unal.edu.co/63493/1/Liliana Henaó-Kaffure%2C Poder mundial y salud%2C 2018.pdf](http://bdigital.unal.edu.co/63493/1/Liliana_Henaó-Kaffure%2C_Poder_mundial_y_salud%2C_2018.pdf)
- Hering, M. (2018). *1892 : un año insignificante. Orden policial y desorden social en la Bogotá de fin de siglo* (1a ed.). Recuperado de <https://www.planetadelibros.com.co/libro-1892-un-ano-insignificante/267984>
- Hernández, A. J., Morales-Rincon, L. A., Wu, D., Mallia, D., Lin, J. C., & Jimenez, R. (2019). Transboundary transport of biomass burning aerosols and photochemical pollution in the Orinoco River Basin. *Atmospheric Environment*, 205, 1–8. <https://doi.org/10.1016/j.atmosenv.2019.01.051>
- Hernández, L., Duque, G. A., Quiroz, L., Medina, K., & Moreno, N. R. (2013). Contaminación del aire y enfermedad respiratoria en menores de cinco años de Bogotá, 2007. En *Revista de Salud Pública* (Vol. 15). Recuperado de <https://revistas.unal.edu.co/index.php/revsaludpublica/article/view/38719>
- Hernández, L. J., Sarmiento, R., & Osorio, S. D. (2016). Enfoques conceptuales de la relación Ambiente y Salud. *Reflexiones acerca de la relación ambiente y salud : pensando en ambientes saludables*.
- Hernández, M., & Obregón, D. (2002). *La OPS y el Estado colombiano: Cien años de historia*. Bogotá.
- Hester, R. E., & Harrison, R. M. (2009). *Air Quality in Urban Environments*. 192. <https://doi.org/10.1039/9781847559654>
- Hidalgo, D. (2001). TransMilenio: el sistema de transporte masivo de Bogotá. *Planeación y Desarrollo*, XXXII(2), 173–186. Recuperado de



- [https://colaboracion.dnp.gov.co/CDT/RevistaPD/2001/pd\\_vXXXII\\_n2\\_2001\\_art.1.pdf](https://colaboracion.dnp.gov.co/CDT/RevistaPD/2001/pd_vXXXII_n2_2001_art.1.pdf)
- Hiernaux-Nicolas, D. (2004). Henri Lefebvre: del espacio absoluto al espacio diferencial. *Veredas*, (8), 11–25. Recuperado de [https://www.academia.edu/19635697/Henri\\_Lefebvre\\_del\\_espacio\\_absoluto\\_al\\_espacio\\_diferencial](https://www.academia.edu/19635697/Henri_Lefebvre_del_espacio_absoluto_al_espacio_diferencial)
- Hormaeche, J., Pérez de Laborda, Á., & Antón, F. (2008). *El Petróleo y la energía en la economía* (1a ed.). Don Ostia - San Sebastián: Administración de la Comunidad Autónoma del País Vasco.
- Horta Duarte, R. (2009). Urban Trees and Urban Environmental History in a Latin American City: Belo Horizonte, 1897–1964. *Global Environment*, 3, 120–153. Recuperado de <http://www.environmentandsociety.org/node/4618>.
- Horta, R. (2015). “Turn to pollute”: poluição atmosférica e modelo de desenvolvimento no “milagre” brasileiro (1967-1973). *Tempo*, 21(37), 64–87.
- Hughes, T. (1983). *Networks of power : electrification in Western society, 1880-1930*. 474.
- Hughes, T. (2008). La evolución de los grandes sistemas tecnológicos. En *Actores y artefactos, sociología de la tecnología* (pp. 101–145). Buenos Aires: Universidad Nacional de Quilmes.
- Human, D. M., Ullman, T. L., & Baines, T. M. (1990). Simulation of High Altitude Effects on Heavy-Duty Diesel Emissions. *SAE Transactions*, 99, 1791–1800. <https://doi.org/10.2307/44548192>
- Hurtado, C. M., Gutiérrez, M., & Echeverry, J. (2008). Aspectos clínicos y niveles de plomo en niños expuestos de manera paraocupacional en el proceso de reciclaje de baterías de automóviles en las localidades de Soacha y Bogotá, D.C. *Biomedica*, 28(1), 116–125. <https://doi.org/10.7705/biomedica.v28i1.114>
- IDEAM. (2002). *Auditoría a la red de monitoreo de calidad del aire de Bogotá: informe final*. 183. Recuperado de [http://documentacion.ideam.gov.co/cgi-bin/koha/opac-detail.pl?biblionumber=1442&shelfbrowse\\_itemnumber=1553](http://documentacion.ideam.gov.co/cgi-bin/koha/opac-detail.pl?biblionumber=1442&shelfbrowse_itemnumber=1553)
- IDEAM. (2005). *Estudio de la caracterización climática de Bogotá y la cuenca alta del río Tunjuelo*. Recuperado de <http://www.ideam.gov.co/documents/21021/21135/CARACTERIZACION+CLIMATICA+B OGOTA.pdf/d7e42ed8-a6ef-4a62-b38f-f36f58db29aa>
- IDEAM. (2014). *Evolución de precipitación y temperatura durante los fenómenos El Niño y La Niña en Bogotá - Cundinamarca. 1951 - 2012. Elementos para la acción institucional*. . Recuperado

de

[http://www.minambiente.gov.co/images/AsuntosMarinosCosterosyRecursosAcuatico/NIÑO\\_Y\\_NIÑA.pdf](http://www.minambiente.gov.co/images/AsuntosMarinosCosterosyRecursosAcuatico/NIÑO_Y_NIÑA.pdf)

IDEAM. (2016). *Informe del Estado de la Calidad del Aire en Colombia 2011 – 2015*. Recuperado de

[http://documentacion.ideam.gov.co/openbiblio/bvirtual/023637/Informe\\_del\\_Estado\\_de\\_la\\_Calidad\\_del\\_Aire\\_en\\_Colombia\\_2011-2015\\_vfinal.pdf](http://documentacion.ideam.gov.co/openbiblio/bvirtual/023637/Informe_del_Estado_de_la_Calidad_del_Aire_en_Colombia_2011-2015_vfinal.pdf)

Instituto de Hidrología Meteorología y Estudios Ambientales IDEAM. (2007). *Estudio de la caracterización climática de Bogotá y cuenca alta del río Tunjuelo* (G. H. Bernal, M. C. Rosero, M. C. Cadena, & J. E. Montealegre, Eds.). Recuperado de IDEAM website: <http://www.ideam.gov.co/documents/21021/21135/CARACTERIZACION+CLIMATICA+BOGOTA.pdf/d7e42ed8-a6ef-4a62-b38f-f36f58db29aa>

Ivory, C., & Genus, A. (2010). Symbolic consumption, signification and the ‘lockout’ of electric cars, 1885–1914. *Business History*, 52(7), 1107–1122. <https://doi.org/10.1080/00076791.2010.523463>

Jardín Botánico de Bogotá. (2010). *Arbolado urbano de Bogotá. Identificación, descripción y bases para su manejo*. Bogotá.

Jardín Botánico De Bogotá José Celestino Mutis. (2011). *Manual de Silvicultura Urbana para Bogotá*. Recuperado de [http://www.jbb.gov.co/documentos/planeacion/2018/mayo/manual\\_silvicultura\\_distrito.pdf](http://www.jbb.gov.co/documentos/planeacion/2018/mayo/manual_silvicultura_distrito.pdf)

Jasanoff, S. (2013). Ensamblando el aire. En O. Restrepo & M. Ashmore (Eds.), *Proyecto Ensamblando en Colombia Tomo 1* (1a ed., pp. 465–477). Bogotá: Universidad Nacional de Colombia, Facultad de Ciencias Humanas, Centro de Estudios Sociales CES.

JICA. (1992). *The study on air pollution control plan in Santafe de Bogota city area: draft final report, december 1991*. Bogotá.

JICA. (1996). *Estudio del Plan Maestro del Transporte Urbano de Santa Fé de Bogotá en la República de Colombia*. Santa Fé de Bogotá.

JICA. (2016). *Perfil de la Agencia de Cooperación Internacional del Japón*. 20. Recuperado de [https://www.jica.go.jp/english/publications/brochures/c8h0vm0000avs7w2-att/jicapofile\\_sp.pdf](https://www.jica.go.jp/english/publications/brochures/c8h0vm0000avs7w2-att/jicapofile_sp.pdf)

Johnson, S. (2010). *La invención del aire: un descubrimiento, un genio y su tiempo*.

- Kazan-Allen, L. (2012). Ban Asbestos Phenomenon: The Winds of Change. *NEW SOLUTIONS: A Journal of Environmental and Occupational Health Policy*, 21(4), 629–636. <https://doi.org/10.2190/NS.21.4.j>
- Kircher, D., & Armstrong, D. (1973). *Interim Report on Motor Vehicle Emission Estimation*. Ressearch Triangle Park, North Carolina.
- Klaassen, G. (1993). *Sulfur Emission Trading and Regulation in Europe*. Luxemburg.
- Korc, M. (2000). Situación de los programas de gestión de calidad del aire urbano en América Latina y El Caribe. En *Centro Panamericano de Ingeniería Sanitaria y Ciencias del Ambiente*. Lima.
- Korc, Marcelo, & Sáenz, R. (1999). Monitoreo de la calidad del aire en América Latina. *Centro Panamericano de Ingeniería Sanitaria y Ciencias del Ambiente*, 22.
- L Crombie, P. D., & Clifton, M. (1964). *Section of General Practice Air Pollution*. Recuperado de <http://journals.sagepub.com/doi/pdf/10.1177/003591576405700736>
- Laine, J. (2009). Ciento cincuenta años de combustión de hidrocarburos fósiles: las alternativas emergentes. *Ingeniería y Ciencia*, 5(10), 11–31. Recuperado de <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=83512335001>
- Landrigan, J. P., Fuller, R., Acosta, N., & Adeyi, R. (2017). The Lancet Commission on pollution and health. *The Lancet*, 1–52. [https://doi.org/10.1016/S0140-6736\(17\)32345-0](https://doi.org/10.1016/S0140-6736(17)32345-0)
- Landy, M. K., Roberts, M. J., & Thomas, S. R. (1990). *The environmental protection agency-asking the wrong questions*.
- Latour, B. (2005). *Reassembling the social: an introduction to actor-network-theory*. 301.
- Lecaille, C. (1994). El Flogisto. Ascenso y caída de la primera gran teoría química. *Revista de cultura científica*, (34), 4–10. Recuperado de <https://www.revistaciencias.unam.mx/es/186-revistas/revista-ciencias-34/1751-el-flogisto-ascenso-y-caída-de-la-primera-gran-teoría-química.html>
- Lefebvre, H. (1974). La producción del espacio. *Revista de Sociología*, (3), 219–229. Recuperado de <https://www.raco.cat/index.php/Papers/article/download/52729/60536>
- Leff, E. (2012). Pensamiento ambiental latinoamericano. *Environmental Ethics*, 34(Supplement), 97–112.
- Lezama, J. L. (1993). *Teoría social, espacio y ciudad* (1a ed., Vol. 1). México: El Colegio de México.
- Lezama, J. L. (2000). Aire dividido. En *Aire dividido*. <https://doi.org/10.2307/j.ctv3f8q8s>
- Lezama, J. L. (2004). La construcción social y política del medio ambiente. En *La construcción social y política del medio ambiente* (1a ed.). <https://doi.org/10.2307/j.ctv3f8pp4>

- Lezama, J. L. (2016, junio 8). La norma ambiental y la política del aire. *El Universal*. Recuperado de <https://www.eluniversal.com.mx/entrada-de-opinion/colaboracion/jose-luis-lezama/metropoli/2016/06/8/la-norma-ambiental-y-la>
- Lezama, J. L. (2019). *La naturaleza ante la tríada divina* (1a ed.). México: El Colegio de Mexico.
- Liu, X. (2010). The U.S. Environmental Protection Agency: A Historical Perspective on Its Role in Environmental Protection. *Inaugural Dissertation zur Erlangung des Doktorgrades der Philosophie an der Ludwig-Maximilians-Universität München*, 275. Recuperado de [https://edoc.ub.uni-muenchen.de/11770/1/Liu\\_Xin.pdf](https://edoc.ub.uni-muenchen.de/11770/1/Liu_Xin.pdf)
- Lothead, R., & Naredo, J. M. (2008). Abrir la “caja negra” del sistema económico para mostrar los flujos ocultos. Entrevista a José Manuel Naredo. *Ecología Política*, 36, 55–64.
- López Vargas, S. L., Hernández Albarracín, J. D., & Méndez Castillo, C. S. (2019). Desarrollo jurisprudencial de la protección ambiental en Colombia: aportes desde la perspectiva neoconstitucionalista. *OPERA*, (24), 49–65. <https://doi.org/10.18601/16578651.n24.04>
- Lord Montagu of Beaulieu. (1986). The early days of motoring. *History Today*, 36, 43–49. Recuperado de <http://eds.b.ebscohost.com/eds/detail/detail?vid=0&sid=10595c5d-31ec-4f77-acdb-d9bb40e20a14%40pdc-v-sessmgr05&bdata=Jmxhbm9ZXMmc2l0ZT11ZHMtbG12ZQ%3D%3D#AN=504658359&db=hus>
- Lord Rothschild. (1971). The Fourth Royal Society Technology Lecture Petrol and Pollution. *Proceedings of the Royal Society of London. Series A, Mathematical and Physical Sciences*, 322(1549), 147–163.
- MacLeod, R. M. (1965). The Alkali Acts Administration, 1863-84: The Emergence of the Civil Scientist. *Victorian Studies*, 9(2), 85–112.
- Maher, B. A., Ahmed, I. A. M., Karloukovski, V., Maclaren, D. A., & Foulds, P. G. (2016). Magnetite pollution nanoparticles in the human brain. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, 3–7. <https://doi.org/10.1073/pnas.1605941113>
- Maldonado, J. M. (2009). Ciudades y contaminación ambiental. *Revista de Ingeniería Universidad de los Andes*, (30), 66–71. Recuperado de <http://ojsrevistaing.uniandes.edu.co/ojs/index.php/revista/article/view/229/246>
- Manrique, F. G., Martínez, A. F., Meléndez, B. F., & Ospina, J. M. (2009). La pandemia de gripe de 1918–1919 en Bogotá y Boyacá, 91 años después. *Infectio*, 13(3), 182–191.

- [https://doi.org/10.1016/S0123-9392\(09\)70148-1](https://doi.org/10.1016/S0123-9392(09)70148-1)
- Manrique de Llinás, H. (1986). *La Población de Colombia en 1985*. Recuperado de [http://biblioteca.dane.gov.co/media/libros/LD\\_09417\\_1985\\_EJ\\_3.PDF](http://biblioteca.dane.gov.co/media/libros/LD_09417_1985_EJ_3.PDF)
- Marmot, M. (2005). Social determinants of health inequalities. *The Lancet*, 365(9464), 1099–1104. Recuperado de <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0140673605711466>
- Márquez Mayaudón, E. (1976). El ruido y sus efectos. *Salud Pública de México*, XVIII(4), 685–791. Recuperado de <http://saludpublica.mx/index.php/spm/article/view/1277/1261>
- Martínez, A. (2003). *Sistema de transporte urbano masivo de pasajeros de Bogotá Transmilenio*. 31–37.
- Martínez, F., Manrique, F., & Meléndez, B. (2007). La pandemia de gripa de 1918 en Bogotá. *Dynamis*, 27, 287–307. Recuperado de <http://www.who.int/csr/disease/influenza/pandemic10things/en/index.html>;
- Martínez, M. E. (2001). Ines Gomez Granados y el jardín infantil obrero &quot;La Perseverancia&quot;. *Revista de Trabajo Social*, 1(3), 141–155. Recuperado de <http://www.bdigital.unal.edu.co/32531/1/32065-117704-1-PB.pdf>
- Maslin, M. A., & Lewis, S. L. (2015). Anthropocene: Earth System, geological, philosophical and political paradigm shifts. *The Anthropocene Review*, 2(2), 108–116. <https://doi.org/10.1177/2053019615588791>
- Maya, T. (2004). Karl Brunner (1887 - 1960) o el urbanismo como ciencia del detalle. *Bitácora Urbano Territorial*, 1(8), 64–71. Recuperado de <http://www.redalyc.org/pdf/748/74800810.pdf>
- Mayorga, D. (2010, septiembre 5). El renacer de Eternit. *El Espectador*. Recuperado de <https://www.elespectador.com/impreso/negocios/articuloimpreso-222722-el-renacer-de-eternit>
- McDermott, W. (1961). Air Pollution and Public Health . *Scientific American*, 205(4), 49–57. Recuperado de <https://www.jstor.org/stable/24937102>
- McNeill, J R. (2010). The State of the Field of Environmental History. *Annual Review of Environment and Resources*, 35, 345–374. <https://doi.org/10.1146/annurev-environ-040609-105431>
- McNeill, John R. (2000). Something New under the Sun: An Environmental History of the Twentieth Century World. En *W. W. Norton & Company*. New York - London.
- McNeill, John Robert. (2003). *Algo nuevo bajo el sol: historia medioambiental del mundo en el siglo*

XX. Madrid: Alianza editorial.

- McNeill, John Robert, & Engelke, P. (2014). *The great acceleration: an environmental history of the anthropocene since 1945* (1a ed.). Recuperado de <http://www.hup.harvard.edu/catalog.php?isbn=9780674545038>
- Meadows, D., & Meadows, D. (1972). *The Limits to growth; a report for the Club of Rome's project on the predicament of mankind*. 205. Recuperado de <https://www.clubofrome.org/report/the-limits-to-growth/>
- Meehan, R. T., & Zavala, D. C. (1982, septiembre 1). The pathophysiology of acute high-altitude illness. *American Journal of Medicine*, Vol. 73, pp. 395–403. [https://doi.org/10.1016/0002-9343\(82\)90733-1](https://doi.org/10.1016/0002-9343(82)90733-1)
- Mejía Pavony, G. (1997). Los itinerarios de la transformación urbana Bogotá, 1820 - 1910. *Anuario Colombiano de Historia Social y de la Cultura*, (24), 101–138. Recuperado de <http://bdigital.unal.edu.co/20420/1/16545-51714-1-PB.pdf>
- Mejía Pavony, G. (2003). *Los años del cambio : historia urbana de Bogotá, 1820-1910* (2a ed.). Bogotá: Centro Editorial Javeriano.
- Meléndez Álvarez, M. (2012). Con los ojos en la Bogotá que imaginó Le Corbusier. *Arquitectura y urbanismo*, diciembre, 2.
- Melosi, M. V. (2008). *The sanitary city : environmental services in urban America from colonial times to the present* (1a ed.). Recuperado de <https://upittpress.org/books/9780822959830/>
- Melosi, M. V. (1993). The place of the city in environmental history. *Environmental History Review*, 17(1), 1–23. <https://doi.org/10.2307/3984888>
- Méndez Espinosa, J. F., Pinto Herrera, L. C., Galvis Remolina, B. R., & Pachón Quinche, J. E. (2017). Estimación de factores de emisión de material particulado resuspendido antes, durante y después de la pavimentación de una vía en Bogotá. *Ciencia e Ingeniería Neogranadina*, 27(1), 43–60. <https://doi.org/10.18359/rcin.1797>
- Méndez, J., Pinto Herrera, L., & Belalcázar Cerón, L. (2017). Estudio de una intrusión de polvo sahariano en la atmósfera de Colombia. *Revista Ingenierías Universidad de Medellín* |, 17(32), 17–34. <https://doi.org/10.22395/rium.v17n32a1>
- Miguez Santos, C. (2018). *Análisis de la evolución del diseño del automóvil desde sus inicios hasta la actualidad*. Universidad de Valladolid, Valladolid.
- Miller, M. A. L. (1992). Balancing development and environment: The third world in global

- environmental politics. *Society & Natural Resources*, 5(3), 297–305.
- Miller, S. W. (2007). *An Environmental History of Latin America* (1a ed., Vol. 1). <https://doi.org/10.1017/CBO9780511800672>
- Miller, S. W. (2018). The Street Is Ours. En *The Street Is Ours. Community, the car, and the Nature of public space in Rio de Janeiro*. <https://doi.org/10.1017/9781108551397>
- MINAMBIENTE. (2015). *Informe Nacional de Calidad Ambiental Urbana*. Recuperado de [https://www.minambiente.gov.co/images/AsuntosambientalesySectorialyUrbana/pdf/sustancias\\_químicas\\_y\\_residuos\\_peligrosos/Informe\\_Nacional\\_de\\_Calidad\\_Ambiental\\_Urbana\\_población\\_superior\\_a\\_500.000\\_habitantes.\\_Año\\_2013.pdf](https://www.minambiente.gov.co/images/AsuntosambientalesySectorialyUrbana/pdf/sustancias_químicas_y_residuos_peligrosos/Informe_Nacional_de_Calidad_Ambiental_Urbana_población_superior_a_500.000_habitantes._Año_2013.pdf)
- Ministerio de Salud. (1982). *Decreto 2 de 1982* (p. 40). p. 40. Recuperado de <http://corponarino.gov.co/expedientes/juridica/1982decreto02.pdf>
- Ministerio del Medio Ambiente. (1997). *Política nacional de producción más Limpia*. Recuperado de [https://www.minambiente.gov.co/images/BosquesBiodiversidadyServiciosEcosistemicos/pdf/Normativa/Políticas/polit\\_produccion\\_mas\\_limpia.pdf](https://www.minambiente.gov.co/images/BosquesBiodiversidadyServiciosEcosistemicos/pdf/Normativa/Políticas/polit_produccion_mas_limpia.pdf)
- Miranda, F. (2012). *Los carburadores y la inyección de gasolina* (Universidad ICEL). Recuperado de [https://www.academia.edu/27229873/LOS\\_CARBURADORES\\_Y\\_LA\\_INYECCIÓN\\_A\\_GASOLINA](https://www.academia.edu/27229873/LOS_CARBURADORES_Y_LA_INYECCIÓN_A_GASOLINA)
- Miranda, S. (2016). La ciudad, la historia y los historiadores. En S. Miranda (Ed.), *El historiador frente a la ciudad de México Perfiles de su historia* (pp. 7–14). México: Universidad Nacional Autónoma de México Instituto de Investigaciones Históricas.
- Misas Arango, G. (2009). *Políticas públicas y memoria. 1940 -2008. Seguridad, competitividad, movilidad y educación en Bogotá*.
- Molano Camargo, F. (2016). La historia ambiental urbana: contexto de surgimiento y contribuciones para el análisis histórico de la ciudad. *Anuario Colombiano de Historia Social y de la Cultural*, 43(1), 375–402.
- Molano, F. (2017). Política y ecología de la basura en Bogotá. Una mirada desde la historia ambiental urbana. Recuperado el 11 de octubre de 2019, de <http://cutbogota.org/index.php/publicaciones/8-noticias/5901-politica-y-ecologia-de-la-basura-en-bogota-una-mirada-desde-la-historia-ambiental-urbana>
- Molano, F. (2019). El relleno sanitario Doña Juana en Bogotá: la producción política de un paisaje

- tóxico, 1988-2019. *Historia Crítica*, (74), 127–149. <https://doi.org/10.7440/histcrit74.2019.06>
- Molina, G. (1977). Contaminación ambiental por plomo en áreas industriales. *Gaceta médica de México*, 113(5), 213–236. Recuperado de [http://www.anmm.org.mx/bgmm/1864\\_2007/1977v113n5\[213-238\].pdf](http://www.anmm.org.mx/bgmm/1864_2007/1977v113n5[213-238].pdf)
- Molina, G., Zuñiga, M., Sánchez, F., & Garza, R. (1979). Plomo: sus implicaciones sociales y efectos sobre la salud. *Gaceta Médica de México*, 115(2), 57–65. Recuperado de [http://www.anmm.org.mx/bgmm/1864\\_2007/1979v115n2\[57-64\].pdf](http://www.anmm.org.mx/bgmm/1864_2007/1979v115n2[57-64].pdf)
- Molina, L. T., & Molina, M. J. (2002). *Air Quality in the Mexico Megacity: an Integrated Assessment*. 400.
- Mollenhauer, K., & Schreiner, K. (2010). History and Fundamental Principles of the Diesel Engine. En *Handbook of Diesel Engines* (pp. 3–30). [https://doi.org/10.1007/978-3-540-89083-6\\_1](https://doi.org/10.1007/978-3-540-89083-6_1)
- Moncada, D. G. De. (2007). La Arquitectura y el Poder en Bogotá durante el Gobierno del General Gustavo Rojas Pinilla, 1953- 1957. *Revista de Arquitectura (Bogotá)*, 9(1), 18–25. Recuperado de [https://editorial.ucatolica.edu.co/ojsucatolica/revistas\\_ucatolica/index.php/RevArq/article/view/792](https://editorial.ucatolica.edu.co/ojsucatolica/revistas_ucatolica/index.php/RevArq/article/view/792)
- Montezuma, R. (2000). *Presente y Futuro de la Movilidad en Bogotá: retos y realidades*. Recuperado de [http://www.peatonescolombia.org/yahoo\\_site\\_admin/assets/docs/PresenteyFuturodeLaMovilidad.333141321.pdf](http://www.peatonescolombia.org/yahoo_site_admin/assets/docs/PresenteyFuturodeLaMovilidad.333141321.pdf)
- Mora, K. (2017). *Adaptación de sociedades agrarias a la variabilidad climática. Sabana de Bogotá, Andes Orientales colombianos, 1690-1870* (Universidad Nacional de Colombia). Recuperado de <http://bdigital.unal.edu.co/54117/1/52883574.2016.pdf>
- Moreno, C. (2016). *Los barrios obreros y la gente pobre, modelos de vivienda obrera y desarrollo urbano en Bogotá 1900 1936* (Pontificia Universidad Javeriana). Recuperado de <https://repository.javeriana.edu.co/bitstream/handle/10554/19145/MorenoOrtizCesarAugusto2016.pdf?sequence=1>
- Morgan, W. K. C., Reger, R. B., & Tucker, D. M. (1997). Health effects of diesel emissions. *Annals of Occupational Hygiene*, 41(6), 643–658. [https://doi.org/10.1016/S0003-4878\(97\)00024-0](https://doi.org/10.1016/S0003-4878(97)00024-0)
- Mosley, S. (2014). Environmental History of Air Pollution and Protection. En M. Agnoletti & S. Serneri (Eds.), *The Basic Environmental History*. <https://doi.org/10.1017/CBO9780511802287>



- Nadadur, S. S., & Hollingsworth, J. W. (2002). *Air pollution and health effects*. 360, 448. [https://doi.org/10.1016/s0140-6736\(02\)11274-8](https://doi.org/10.1016/s0140-6736(02)11274-8)
- Neeft, J. P. A., Makkee, M., & Moulijn, J. A. (1996, abril 1). Diesel particulate emission control. *Fuel Processing Technology*, Vol. 47, pp. 1–69. [https://doi.org/10.1016/0378-3820\(96\)01002-8](https://doi.org/10.1016/0378-3820(96)01002-8)
- Noguera, C. E. (1998). La higiene como política. Barrios obreros y dispositivo higiénico: Bogotá y Medellín a comienzos del siglo XX. *Anuario Colombiano de Historia Social y Cultural*, 25, 188–215. Recuperado de <http://www.bdigital.unal.edu.co/20542/1/16693-52270-1-PB.pdf>
- Obregón, D. (2020). La OMS y el paradigma global: los determinantes sociales de la salud o la retórica de la inclusión. *Revista Facultad Nacional de Salud Pública*, 38(2), 1–10. <https://doi.org/10.17533/udea.rfnsp.e341524>
- Observatorio Nacional de Salud. (2018). *Carga de enfermedad ambiental en Colombia*. Recuperado de [https://www.ins.gov.co/Direcciones/ONS/Informes/10 Carga de enfermedad ambiental en Colombia.pdf](https://www.ins.gov.co/Direcciones/ONS/Informes/10%20Carga%20de%20enfermedad%20ambiental%20en%20Colombia.pdf)
- Ocampo-Giraldo, D. M., Gonzalez-Calderon, C. A., & Posada-Henao, J. J. (2019). Assessment of trucking bans in urban areas as a strategy to reduce air pollution. *Journal of Transport & Health*, 14, 100589. <https://doi.org/10.1016/j.jth.2019.100589>
- Ojeda, E., & Bernal, J. (1989). Evaluación de los niveles de contaminación por plomo en el aire, a partir de las muestras obtenidas en las estaciones de monitoreo de la calidad del aire en la ciudad de Bogotá. *Ingeniería e Investigación*, (18), 21–29. Recuperado de <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=4902790>
- OMS. (2005). Guías de calidad del aire de la OMS relativas al material particulado, el ozono, el dióxido de nitrógeno y el dióxido de azufre. En *Organización Mundial de la Salud. Organización Panamericana de Salud*. Ginebra.
- OMS. (2014). Calidad del aire (exterior) y salud, Nota descriptiva N°313. *WHO*. Recuperado de <http://www.who.int/mediacentre/factsheets/fs313/es/>
- OMS. (2016). Contaminación atmosférica. *WHO*. Recuperado de [http://www.who.int/phe/health\\_topics/outdoorair/es/](http://www.who.int/phe/health_topics/outdoorair/es/)
- OMS. (2019, agosto 23). Intoxicación por plomo y salud. Recuperado el 18 de mayo de 2020, de Centro de Prensa de la OMS website: <https://www.who.int/es/news-room/factsheets/detail/lead-poisoning-and-health>
- OPS. (2012). CIIC: Gases de escape de los motores diesel son carcinógenos. Recuperado el 7 de

- marzo de 2020, de [https://www.paho.org/hq/index.php?option=com\\_content&view=article&id=6903:2012-iarc-diesel-engine-exhaust-carcinogenic&Itemid=135&lang=es](https://www.paho.org/hq/index.php?option=com_content&view=article&id=6903:2012-iarc-diesel-engine-exhaust-carcinogenic&Itemid=135&lang=es)
- Orozco Medina, M., Figuero, A., & Orozco, A. (2015). Aportaciones al análisis del ruido y salud en las ciudades. *Ixaya. Revista Universitaria de Desarrollo Social*, (9), 33–50. Recuperado de <http://www.revistascientificas.udg.mx/index.php/IXA/article/view/6776>
- Osorio-García, S. D., Hernández-Florez, L. J., Sarmiento, R., González-Álvarez, Y. C., Perez-Castiblanco, D. M., Barbosa-Devia, M. Z., ... Patiño-Reyes, N. (2014). Prevalencia de mercurio y plomo en población general de Bogotá 2012/2013. *Revista de Salud Pública*, 16(4), 621–628. <https://doi.org/10.15446/rsap.v16n4.38675>
- Osorio, J. A. (2008). La historia del agua en Bogotá: una exploración bibliográfica sobre la cuenca del río Tunjuelo, en el siglo XX. *Memoria y Sociedad*, 12(25), 107–116.
- Pabón, J. D., Pulido, S., Jaramillo, O., & Chaparro, J. (1998). Análisis preliminar de la isla de calor en la sabana de Bogotá 1 -2. *Cuadernos de Geografía*, VII(1–2), 87–93.
- Pachón, J., Gerena, O., Montealegre, J., & Vanegas, J. (2019). Caracterización química del material particulado: una herramienta esencial en la gestión de la calidad del aire. *Congreso Colombiano y Conferencia Internacional de Calidad del Aire y Salud Pública CASAP*. Recuperado de <https://www.uninorte.edu.co/web/congreso-colombiano-y-conferencia-internacional-de-calidad-del-aire-y-salud-publica-casap/mas>
- Palacio, G. (2008). *Historia ambiental de Bogotá y la Sabana, 1850-2005*. Leticia: Universidad Nacional de Colombia.
- Palamar, C. R. (2008). The justice of ecological restoration: Environmental history, health, ecology, and justice in the United States. *Human Ecology Review*, 15(1), 82–94.
- Pasha, M. A. Q., & Newman, J. H. (2010). High-Altitude Disorders: Pulmonary Hypertension. *Chest*, 137(6), 13S--19S. <https://doi.org/10.1378/chest.09-2445>
- Passchier-Vermeer, W., & Passchier, W. F. (2000). Noise exposure and public health. *Environmental Health Perspectives*, 108(suppl 1), 123–131. <https://doi.org/10.1289/ehp.00108s1123>
- Pecha Quimbay, P. (2011). *Programas de vivienda popular en Bogotá (1942-1959): El caso de la caja de la vivienda popular*. (Universidad Nacional de Colombia Facultad de Ciencias Humanas, Departamento de Historia). Recuperado de <http://www.bdigital.unal.edu.co/3983/1/468409.2011.pdf>

- Pérez, Rogelio. (2017). Altitud sobre el nivel del mar y efectos en la contaminación. En S. Ponce de León, T. Fortoul, & R. Pérez (Eds.), *Efectos de la contaminación atmosférica en la salud*. (pp. 47–54). México: Universidad Nacional Autónoma de México.
- Pérez, Ruby. (1992, junio 21). Un problema de muchas raíces. *El Tiempo*. Recuperado de <https://www.eltiempo.com/archivo/documento/MAM-142040>
- Piver, W. T. (1977). Emission control devices, fuel additive, and fuel composition changes. *Environmental Health Perspectives, Vol.19*, 309–316. <https://doi.org/10.2307/3428489>
- Pohl-Valero, S. (2014). La raza entra por la boca: Energy, Diet, and Eugenics in Colombia, 1890-1940. *Hispanic American Historical Review, 94*(3), 455–486.
- Pohl Valero, S. (2015). ¿Agresiones de la altura y degeneración fisiológica? La biografía del “clima” como objeto de investigación científica en Colombia durante el siglo XIX e inicios del XX. *Revista de Ciencias de la Salud. Universidad del Rosario, 13*(especial), 65–83. <https://doi.org/10.12804/revsalud13.especial.2015.05>
- Portafolio. (2019, mayo 31). Ecopetrol baja el nivel de azufre en combustible para Transmilenio | Negocios | Portafolio. *Portafolio*. Recuperado de <https://www.portafolio.co/negocios/ecopetrol-baja-el-nivel-de-azufre-en-combustible-para-transmilenio-530149>
- Porter, D. (1999). *Health, civilization, and the state: a history of public health from ancient to modern times*.
- Preciado, J., Leal, R., & Almanza, C. (2005). Historia ambiental de Bogotá, siglo XX: elementos históricos para la formulación del medio ambiente urbano. En *Elementos históricos para la formulación del medio ambiente urbano*. Bogotá: Universidad Distrital Francisco José de Caldas.
- Presidencia de la República. *Decreto 948*. , Pub. L. No. 948, 57 (1995).
- Presidencia de la República de Colombia. *Decreto 3640 de 1954*. , Pub. L. No. 3640 (1954).
- Prieto Páez, L. (2018). Entre rieles y asfalto. Bogotá, transporte y vida urbana: 1938-1954. *Universitas Humanística, 85*(85). <https://doi.org/10.11144/Javeriana.uh85.rabt>
- Quevedo, E. (2004). Cuando la higiene se volvió pública. *Revista de la Facultad de Medicina, 52*(1), 83.
- Ramírez, J., Pachón, J., Casas, O., & Faruc, S. (2019). A new database of on-road vehicle emission factors for Colombia: A case study of Bogotá. *CT&F - Ciencia, Tecnología y Futuro, 9*(1), 73–82. <https://doi.org/10.29047/01225383.154>

- 
- Ramos-Bonilla, J. P., Cely-García, M. F., Giraldo, M., Comba, P., Terracini, B., Pasetto, R., ... Silva, Y. A. (2019). An asbestos contaminated town in the vicinity of an asbestos-cement facility: The case study of Sibaté, Colombia. *Environmental Research*, 176. <https://doi.org/10.1016/j.envres.2019.04.031>
- Ramos Gorostiza, J. L. (2014). Edwin Chadwick, el movimiento británico de salud pública y el higienismo español. *Revista de Historia Industrial*, XXIII(55), 11–39. Recuperado de <https://www.raco.cat/index.php/HistoriaIndustrial/article/viewFile/280098/367800>
- Redacción BBC. (2016, febrero 28). ¿Por qué terminamos usando gasolina si ya teníamos autos eléctricos y de vapor? - BBC News Mundo. *BBC News*. Recuperado de [https://www.bbc.com/mundo/noticias/2016/02/160225\\_autos\\_electrico\\_vapor\\_gasolina\\_hidrogeno\\_finde\\_dv](https://www.bbc.com/mundo/noticias/2016/02/160225_autos_electrico_vapor_gasolina_hidrogeno_finde_dv)
- Redacción Blu Radio Noticias. (2019, febrero 19). En Bogotá hay un árbol por cada siete habitantes, dice experto ambiental |. *Blu Radio*. Recuperado de <https://www.bluradio.com/bogota/en-bogota-hay-un-arbol-por-cada-siete-habitantes-dice-experto-ambiental-206212-ie431>
- Redacción Bogotá. (2020, enero 12). App para monitorear la calidad del aire de Bogotá . *El Tiempo*. Recuperado de <https://www.eltiempo.com/bogota/app-para-monitorear-la-calidad-del-aire-de-bogota-450932>
- Redacción Económica El Espectador. (2019, junio 12). ¿En dónde está el asbesto en Colombia? *El Espectador*. Recuperado de <https://www.elespectador.com/economia/en-donde-esta-el-asbesto-en-colombia-articulo-865637>
- Redacción El Tiempo. (1991a, julio 11). Secretaría de Salud cierra 26 empresas contaminates . Recuperado el 8 de marzo de 2020, de El Tiempo website: <https://www.eltiempo.com/archivo/documento/MAM-117817>
- Redacción El Tiempo. (1991b, julio 31). 77 empresas ayudan a contaminar a Santa Fé. *El Tiempo*. Recuperado de <https://www.eltiempo.com/archivo/documento/MAM-129184>
- Redacción El Tiempo. (1992, marzo 12). Piden sanción para las productoras de humo. *El Tiempo*. Recuperado de <https://www.eltiempo.com/archivo/documento/MAM-61277>
- Redacción El Tiempo. (1993). Aire puro desde 1995. *El Tiempo*. Recuperado de <https://www.eltiempo.com/archivo/documento/MAM-264453>
- Redacción El Tiempo. (1994, septiembre 17). Frustrado debate con candidatos. *El Tiempo*. Recuperado de <https://www.eltiempo.com/archivo/documento/MAM-222777>

- Redacción El Tiempo. (1997a, abril 17). Cierran cervecera por polución. *El Tiempo*. Recuperado de <https://www.eltiempo.com/archivo/documento/MAM-512750>
- Redacción El Tiempo. (1997b, agosto 15). Falsifican documentos de revisión de vehículos. *El Tiempo*. Recuperado de <https://www.eltiempo.com/archivo/documento/MAM-624377>
- Redacción El Tiempo. (1997c, agosto 24). Se despierta la conciencia ambiental. *El Tiempo*. Recuperado de <https://www.eltiempo.com/archivo/documento/MAM-607470>
- Redacción El Tiempo. (1998a). Revisión de vehículos. *El Tiempo*. Recuperado de <https://www.eltiempo.com/archivo/documento/MAM-836182>
- Redacción El Tiempo. (1998b, mayo 12). Bogotá tocó el límite de la contaminación. *El Tiempo*. Recuperado de <https://www.eltiempo.com/archivo/documento/MAM-739049>
- Redacción El Tiempo. (2000, octubre 3). Todo sobre Transmilenio. *El Tiempo*. Recuperado de <https://www.eltiempo.com/archivo/documento/MAM-1226688>
- Redacción El Tiempo. (2002, octubre 11). Cierran 80 chircales. *El Tiempo*. Recuperado de <https://www.eltiempo.com/archivo/documento/MAM-1375512>
- Redacción El Tiempo. (2009, abril 25). La historia del pico y placa en Bogotá . *El Tiempo*. Recuperado de <https://www.eltiempo.com/archivo/documento/MAM-3415869>
- Riesle, P. S., & Rothhammer, F. (1975). Adaptación biológica a la altura. *Chungara: Revista de Antropología Chilena*, 61–64. <https://doi.org/10.2307/27801697>
- Robin, L., Sörlin, S., & Warde, P. (2013). *The future of nature : documents of global change*. New Haven and London: Yale University Press.
- Rodríguez, H. (1929). El tranvía de Bogotá. Recuperado el 6 de diciembre de 2019, de <https://news.google.com/newspapers?nid=1706&dat=19290227&id=2XscAAAIBAJ&sjid=0FAEAAAIBAJ&pg=7148,4373766>
- Rodríguez Leuro, Á. I. (2013). *Junta de habitación para obreros 1918-1927 caso barrio Primero de Mayo* (Pontificia Universidad Javeriana). Recuperado de <https://repository.javeriana.edu.co/handle/10554/15266>
- Rojas, D. (1987). La alianza para el progreso de Colombia. *Análisis Político*, 23(70), 91–124. Recuperado de <https://revistas.unal.edu.co/index.php/anpol/article/view/45595/46964>
- Rojas, M. (2007). *Incremento de eficiencia de un motor de combustión interna mediante la recuperacion de energía* (Tecnológico de Monterrey). Recuperado de [https://repositorio.tec.mx/bitstream/handle/11285/567979/DocsTec\\_5569.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://repositorio.tec.mx/bitstream/handle/11285/567979/DocsTec_5569.pdf?sequence=1&isAllowed=y)

- 
- Rojas, Nestor. (2016). Oportunidades para la promoción de la salud ambiental en la gerencia de la calidad del aire en Colombia. *Reflexiones acerca de la relación ambiente y salud Pensando en ambientes saludables*, 65–85.
- Rojas, Néstor. (2004). Revisión de las emisiones de material particulado por la combustión de diesel y biodiesel. *Revista de Ingeniería Universidad de los Andes*, (20), 58–69. Recuperado de [http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0121-49932004000200007](http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0121-49932004000200007)
- Ross, C. (2012). La política exterior japonesa hacia América Latina y el Caribe: Entre la cooperación y los negocios. *Atenea (Concepción)*, (505), 185–217.
- Rothman, L. (2017). Environmental Protection Agency: Why the EPA Was Created. *Time*. Recuperado de <http://time.com/4696104/environmental-protection-agency-1970-history/>
- Rueda Salas, M. C. (2014, julio 14). Documento Técnico de Soporte Parte 1. El Dónde. Análisis Unidad Avanzada. Recuperado el 9 de septiembre de 2020, de Portafolio Uniandes. Facultad de Arquitectura. website: <http://portfolios.uniandes.edu.co/gallery/18054083/DTS-Parte-1-El-DondeAnalisis-Unidad-Avanzada>
- Saldarriaga Roa, A. (2006). *Bogotá siglo XX: urbanismo, arquitectura y vida urbana*.
- Sánchez, E., & Mejía, G. (2014). *La higiene durante el periodo de la Regeneración (1886-1905): El posicionamiento de los médicos profesionales frente a los empíricos y la población bogotana Requisito parcial para optar al título de MAESTRÍA EN HISTORIA* (Pontificia Universidad Javeriana). Recuperado de <https://repository.javeriana.edu.co/bitstream/handle/10554/14974/SanchezCastanedaElias2014.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Sanchez, G. (2004). Los Sistemas de Ciencia y Tecnología en Tensión: su Integración al Patrón de Reproducción Global. *Convergencia*, (35), 193–220.
- Sanchez, V. (2012). Segregación socio-espacial y cambio ambiental en Bogotá, siglo XX: el caso del río tunjuelo. *XII coloquio Internacional de Geocrítica*, 12. Recuperado de [https://www.researchgate.net/publication/282025830\\_SEGREGACION\\_SOCIO-ESPACIAL\\_Y\\_CAMBIO\\_AMBIENTAL\\_EN\\_BOGOTA\\_SIGLO\\_XX\\_EL\\_CASO\\_DEL\\_RIO\\_TUNJUELO](https://www.researchgate.net/publication/282025830_SEGREGACION_SOCIO-ESPACIAL_Y_CAMBIO_AMBIENTAL_EN_BOGOTA_SIGLO_XX_EL_CASO_DEL_RIO_TUNJUELO)
- Sánchez, V. (2016). *Tunjuelo, un río del sur. Desigualdad urbana en Bogotá a mediados del siglo XX*. (Universidad de los Andes). Recuperado de <http://repositorio.uniandes.edu.co/xmlui/handle/1992/2559>

- Sánchez, V., & León, N. (2006). Territorio y salud: Una mirada para Bogotá. *Región, espacio y territorio en Colombia.*, 203–244.
- SDA. (2016). *Conozca el Índice Bogotano de calidad del Aire, IBOCA...* Recuperado de [https://bogota.gov.co/sites/default/files/inline-files/conozca\\_el\\_iboca.pdf](https://bogota.gov.co/sites/default/files/inline-files/conozca_el_iboca.pdf)
- Sección Bogotá. (2014, octubre 14). El primer día de Transmilenio. *El Tiempo*. Recuperado de <https://www.eltiempo.com/archivo/documento/CMS-14687636>
- Sección de Protección del Medio Ambiente. (1987). *La contaminación del aire en Bogotá 1983 - 1986*. Bogotá.
- Secretaría Distrital de Ambiente. (2010). *Plan Decenal de Descontaminación del Aire para Bogotá*. Recuperado de [http://ambientebogota.gov.co/en/c/document\\_library/get\\_file?uuid=b5f3e23f-9c5f-40ef-912a-51a5822da320&groupId=55886](http://ambientebogota.gov.co/en/c/document_library/get_file?uuid=b5f3e23f-9c5f-40ef-912a-51a5822da320&groupId=55886)
- Secretaría Distrital de Ambiente. (2017). *Informe anual de calidad del aire de Bogotá Año 2016*. 187.
- Secretaría Distrital de Ambiente de Bogotá. (2017). *Red de Calidad del Aire*. Recuperado de <http://ambientebogota.gov.co/red-de-calidad-del-aire>
- Secretaría Distrital de Salud. *Resolución 3002 de 1991.* , (1991).
- Secretaría Distrital de Salud. *Resolución 1969 de 1992.* , (1992).
- Sedrez, L., & Horta, R. (2018). The Ivy and the Wall Environmental Narratives from an Urban Continent. En J. Soluri, C. Leal, & J. A. Padua (Eds.), *A Living Past: Environmental Histories of Latin America* (1a ed., pp. 138–162). New York: Berghahn.
- Seinfeld, J. H., & Pandis, S. N. (2016). *Atmospheric chemistry and physics : from air pollution to climate change*. 1120.
- SELA. (2013). *Las relaciones económicas de Japón con América Latina y el Caribe. Nuevos senderos de crecimiento y países emergentes*. Caracas.
- Sennett, R. (1976). *The fall of public man*. Recuperado de [https://books.google.com/books?hl=es&lr=&id=OVSSDgAAQBAJ&oi=fnd&pg=PT9&dq=richard+sennett&ots=oJRmFXt\\_g0&sig=ovH11X8M1tavw6pE-E7W8j9ouKw](https://books.google.com/books?hl=es&lr=&id=OVSSDgAAQBAJ&oi=fnd&pg=PT9&dq=richard+sennett&ots=oJRmFXt_g0&sig=ovH11X8M1tavw6pE-E7W8j9ouKw)
- Sheller, M., & Urry, J. (2000). The city and the car. *International Journal of Urban and Regional Research*, 24(4), 737–757. <https://doi.org/10.1111/1468-2427.00276>
- SIDAUTO. (2005). Sidauto SA. Recuperado el 8 de marzo de 2020, de <http://www.sidauto.com/index.php>
- Silva, A. (2016, mayo 10). Las ruinas de la cementera La Siberia. *El Espectador*. Recuperado de

- <https://www.elespectador.com/noticias/nacional/cundinamarca/ruinas-de-cementera-siberia-articulo-631586>
- Silverman, D., Samnic, C., & Lubin, J. (2008). The Diesel Exhaust in Miners Study: A Nested Case – Control Study of Lung Cancer and Diesel Exhaust . *Journal of the National Cancer Institute JNCI* , 37(5), 1–9. <https://doi.org/10.1093/jnci>
- Snyder, L. P. (1994). “The Death-Dealing Smog Over Donora, Pennsylvania”: Industrial Air Pollution, Public Health Policy, and the Politics of Expertise, 1948–1949. *Environmental History Review*, 18(1), 117–139. <https://doi.org/10.2307/3984747>
- Soto Coloballes, N. (2018). La medición de la calidad del aire y la retórica de sus gestores. En José L. Lezama (Ed.), *Cambio climático, ciudad y gestión ambiental: los ámbitos nacional e internacional* (p. 449). México: El Colegio de México, Centro de Estudios Demográficos, Urbanos y Ambientales.
- Soto Coloballes, N. V. (2017). El control de la contaminación atmosférica en México (1970-1980): tensiones y coincidencias entre el sector salud y los industriales. *Dynamis*, 37(1), 187–209. <https://doi.org/10.4321/S0211-95362017000100009>
- Staniforth, S., & Getty Conservation Institute. (2013). *Historical perspectives on preventive conservation*. 426.
- Steffen, W., Crutzen, J., & McNeill, J. R. (2007). The Anthropocene: are humans now overwhelming the great forces of Nature? *Ambio*, 36(8), 614–621. [https://doi.org/10.1579/0044-7447\(2007\)36\[614:TAAHNO\]2.0.CO;2](https://doi.org/10.1579/0044-7447(2007)36[614:TAAHNO]2.0.CO;2)
- Susser, M., & Susser, E. (1996). Choosing a future for epidemiology: I. Eras and paradigms. *American Journal of Public Health*, 86(5), 668–673. <https://doi.org/10.2105/AJPH.86.5.668>
- Téllez, M., & Quevedo, E. (2011). *Reconstrucción Histórica del Proceso de Creación del Ministerio de Salud Pública en Colombia*. 197. Recuperado de <http://www.bdigital.unal.edu.co/4138/>
- Téllez, V. (2013, mayo 7). Transmilenio tendrá la misma flota hasta 2018 . *El Espectador*. Recuperado de <https://www.elespectador.com/noticias/bogota/transmilenio-tendra-misma-flota-hasta-2018-articulo-420578>
- Terminal de Transporte S.A. (2018). Historia de La Terminal. Recuperado el 23 de enero de 2020, de <http://www.terminaldetransporte.gov.co/la-entidad/quienes-somos/historia-de-la-terminal/>
- Teyssier, A. (2018). La falacia de los 9 metros cuadrados de áreas verdes por habitante | e-consulta.com 2020. Recuperado el 9 de mayo de 2020, de e-consulta: opinión website:



- <https://www.e-consulta.com/opinion/2018-09-24/la-falacia-de-los-9-metros-cuadrados-de-areas-verdes-por-habitante>
- Tovar Corzo, G. (2006). Manejo del arbolado urbano en Bogotá. *Colombia forestal*, 9(19), 187–205. <https://doi.org/10.14483/2256201X.3357>
- Transmilenio S.A. (2019). *El SITP en mapas*. Bogotá.
- Umaña, L. (2014). ¡Urge implementar la vida útil de vehículos de carga! . *Revista Fasecolda*, (154), 60–65. Recuperado de <https://revista.fasecolda.com/index.php/revfasecolda/article/view/126>
- Undurraga, F., & Undurraga, A. (2003). Edema pulmonar de gran altura. *Revista chilena de enfermedades respiratorias*, 19(2), 113–116. <https://doi.org/10.4067/s0717-73482003000200008>
- Uribe, H., Linares, G., & Cortés, L. (2014). Biomarcadores de lesión miocárdica y edema pulmonar de las alturas . *Revista Colombiana de Cardiología*, 21(3), 183–187. Recuperado de <http://www.scielo.org.co/pdf/rcca/v21n3/v21n3a11.pdf>
- Urry, J. (2004). The “System” of Automobility. *Theory, Culture & Society*, 21(4), 25–39. <https://doi.org/10.1177/0263276404046059>
- Vaccari, A. (2008). Reensamblar lo social: una introducción a la teoría del actor-red. *Revista CTS*, 4(11), 189–192. Recuperado de <http://www.scielo.org.ar/pdf/cts/v4n11/v4n11a12.pdf>
- Valencia, H., & Gaitán, C. (1975). *Transporte masivo para Bogotá*. Recuperado de [http://www.institutodeestudiosurbanos.info/dmdocuments/cendocieu/coleccion\\_digital/Transporte\\_Masivo\\_Bogota/Transporte\\_Masivo\\_Bogota-Comision\\_Estudio-1975.pdf](http://www.institutodeestudiosurbanos.info/dmdocuments/cendocieu/coleccion_digital/Transporte_Masivo_Bogota/Transporte_Masivo_Bogota-Comision_Estudio-1975.pdf)
- Valenzuela, S. (2013, octubre 3). *Un incómodo monstruo de cemento*. Recuperado de <https://www.elespectador.com/noticias/bogota/un-incomodo-monstruo-de-cemento-articulo-450344>
- Vallejo, G. (1991). El norte de cinco estrellas. *El Tiempo*. Recuperado de <https://www.eltiempo.com/archivo/documento/MAM-39296>
- Vargas, F. A., & Rojas, N. Y. (2010). Composición química y reconstrucción másica del material particulado suspendido en el aire de Bogotá. *Ingeniería e Investigación*, 30(2), 105–115.
- Vargas Lesmes, J., & Zambrano, F. (1988). Santa Fe y Bogotá: Evolución histórica y servicios públicos (1600-1957). En *Bogotá 450 años. Retos y Realidades* (pp. 11–93). <https://doi.org/10.4000/books.ifea.6890>
- Viviescas, F. M. (2003). *Bogotá: La ciudad del futuro con los humedales (Una aproximación a la sostenibilidad desde el urbanismo)* .

- 
- Von Sneidern, E., Whang, C. B., Catalina Vásquez, M., Barón, Ó. U., Dueñas, É., Jurado, J. L., ... Medina, S. (2012). Un adolescente con recurrencia de edema pulmonar de las alturas. *Pediatría*, 45(4), 252–259. Recuperado de <https://pdf.sciencedirectassets.com/313022/1-s2.0-S0120491212X54004/1-s2.0-S0120491215300239/main.pdf>
- Weber, M. (1975). *Marginal utility theory and "The fundamental law of psychophysics"*. 1(56), 21–36. Recuperado de <https://www.jstor.org/stable/42859467>
- WHO. (2016). *Ambient air pollution: A global assessment of exposure and burden of disease*. Ginebra.
- Willens, H. (1970). The Regulation of Motor Vehicle Emissions . *Natural Resources Lawyer*, 3(1), 120–130. Recuperado de <https://www.jstor.org/stable/40921652>
- Williams, D. (1993). *EPA's Formative Years, 1970-1973*. Recuperado de <https://archive.epa.gov/epa/aboutepa/guardian-epas-formative-years-1970-1973.html>
- Williams, M. (2005). The Third World and Global Environmental Negotiations: Interests, Institutions and Ideas. *Global Environmental Politics*, 5(3), 48–69.
- Winner, L. (1980). Do Artifacts Have Politics? *Daedalus*, 109(1), 121–136. <https://doi.org/10.2307/20024652>
- Zambrano, A. (2015). *Tranvía municipal y dinámica urbana de Bogotá, 1910-1929. Una mirada desde el tranvía al desarrollo físico e institucional de Bogotá*. Recuperado de <http://cartografia.bogotaendocumentos.com>
- Zambrano, F. (2007a). La ciudad se expande al sur. Recuperado el 16 de mayo de 2020, de Historia de Bogotá. Tomo III - Siglo XX website: <https://www.villegaseditores.com/historia-de-bogota-siglo-xx-la-ciudad-se-expande-al-sur>
- Zambrano, F. (2007b). La movilidad urbana en Historia de Bogotá . Recuperado el 27 de febrero de 2020, de Historia de Bogotá Tomo III - Siglo XX website: <https://villegaseditores.com/historia-de-bogota-siglo-xx-la-movilidad-urbana>
- Zambrano, F. (2007c). Las primeras transformaciones de la ciudad. Recuperado el 29 de marzo de 2020, de Historia de Bogotá Tomo III - Siglo XX website: <https://villegaseditores.com/historia-de-bogota-siglo-xx-las-primeras-transformaciones-de-la-ciudad>
- Zambrano, F. (2007d). Servicios públicos en la segunda mitad del siglo. Recuperado de Historia de Bogotá Tomo III - Siglo XX website: <https://villegaseditores.com/historia-de-bogota-siglo-xx-servicios-publicos-en-la-segunda-mitad-del-siglo>

Zambrano, F. (2020, abril 28). *Ciudad virtual: De la puerta falsa a la Bogotá virtual*. Recuperado de <https://www.youtube.com/watch?v=c2kEWs1KG3g>