

## LA GESTIÓN DE LA CALIDAD DEL AIRE EN BOGOTÁ

**Mónica Espinosa / Juan Felipe Franco**

- La contaminación del aire en Bogotá genera afecciones importantes en la salud de la población. Entre 2005 y 2016 las infecciones respiratorias agudas fueron la principal causa de mortalidad de la población y las enfermedades del sistema respiratorio fueron la tercera causa de mortalidad en menores de cinco años.
- En los últimos años, los niveles de concentración ambiente de PM10 en la ciudad se han reducido. La frecuencia de excedencia de los valores establecidos por la normativa nacional ha decrecido de 60% en 2007 a 35% en 2018. Sin embargo, en todas las zonas con monitoreo de calidad del aire se exceden los niveles recomendados por la Organización Mundial de la Salud.
- Mejorar la calidad del aire no ha sido una prioridad en la agenda pública distrital reciente, como se evidencia en el escaso desarrollo del Plan decenal de descontaminación del aire para Bogotá.
- La historia reciente de Bogotá en gestión de calidad del aire muestra que depender de instrumentos de comando y control no es la estrategia adecuada.
- Se requiere liderazgo y trabajo intersectorial para implementar un plan de gestión integral de calidad del aire de largo plazo y con un sistema de seguimiento robusto.

## INTRODUCCIÓN

Este documento tiene como propósito principal servir de insumo para la discusión en el marco del evento Propuestas y prioridades para la gestión del aire en Bogotá organizado por el Foro Nacional Ambiental y la Universidad del Rosario. Analiza la información disponible orientada a entender la evolución de la calidad del aire en Bogotá en los últimos años y sus impactos en salud, a partir de un recorrido por los lineamientos establecidos por la hoja de ruta trazada en el Plan decenal de descontaminación del aire para Bogotá (PDDAB) 2010-2020.

Está dividido en tres secciones. En la primera se resume el Plan decenal 2010-2020, indicando la motivación que dio origen al mismo, el proceso técnico para su estructuración y las medidas y metas propuestas. Además de informativa, esta sección tiene el propósito de resaltar las lecciones aprendidas relacionadas con esa estructuración.

En la segunda se presenta la evolución de la calidad del aire en Bogotá en los últimos años a partir del análisis de las concentraciones de material particulado, y algunos resultados sobre impactos en salud asociados a la contaminación atmosférica. Estos dos son los principales indicadores de la efectividad de las acciones en control y reducción de la contaminación del aire. Se incluyen también unas reflexiones de los autores sobre cómo se ha afrontado el reto de mejorar la calidad del aire en Bogotá.

La tercera sección presenta recomendaciones y próximos pasos para avanzar en el control de la contaminación atmosférica en Bogotá y lograr que los bogotanos podamos respirar un aire de mejor calidad. Esta sección incluye los principales resultados del Foro.

## DISEÑO DEL PLAN DECENAL DE DESCONTAMINACIÓN DEL AIRE PARA BOGOTÁ 2010-2020

Esta sección se basa en cuatro fuentes de información principales: el Plan decenal de descontaminación del aire para Bogotá (Secretaría

Distrital de Ambiente, 2010); el decreto distrital 098 de 2011, "Por el cual se adopta el Plan decenal de descontaminación del aire para Bogotá", con sus anexos; el reporte final de los análisis técnicos para el plan (Behrentz et al., 2010); y el artículo desarrollado por Sefair et al. (2019) sobre la metodología de priorización de los proyectos que lo conformaron. Otras fuentes utilizadas se citan a lo largo de la sección.

## MOTIVACIÓN Y OBJETIVO

El Plan decenal de descontaminación del aire para Bogotá surgió como respuesta a la declaración de áreas fuente de contaminación en diferentes zonas de la ciudad en 2006. La legislación colombiana define las áreas fuentes de contaminación Clase I como las zonas geográficas en las que se excede la norma anual de calidad del aire con una frecuencia igual o superior al 75% de los casos.

Mediante los decretos distritales 174 y 417 de 2006 se declararon en esta categoría por sus altos niveles de material particulado respirable (PM10) las localidades de Puente Aranda, Fontibón, Kennedy, Engativá, Tunjuelito, Rafael Uribe Uribe y algunas zonas de Suba. La declaración exigía adoptar programas de reducción de la contaminación de mediano y largo plazo.

El material particulado en sus fracciones fina (PM2.5) y respirable ha sido el contaminante criterio de mayor relevancia en el control de la contaminación en Bogotá. Entre 2000 y 2007, periodo que precedió al Plan decenal, la norma nacional para PM10 se superó entre 35% y 60% de los días del año a lo largo del área urbana de Bogotá (Gaitán y Behrentz, 2009; Sefair et al., 2019) (ver tabla 1).

Los altos niveles ambientales de PM10, sumados a su importancia en términos de salud, llevaron a la priorización de este contaminante en el diseño del Plan. En ese entonces, los registros de la Secretaría Distrital de Salud mostraban a las enfermedades respiratorias como la principal causa de mortalidad infantil. De esta manera, se estableció como objetivo fundamental del instrumento cumplir la norma anual de

**TABLA 1. EXCEDENCIAS DE LA NORMA DE PM10, 2000-2007**

Año	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007
Porcentaje excedencia	40	47	51	36	38	48	54	60

Fuente: elaboración propia a partir de Sefair et al., 2019.

PM10 (50 µg.m-3) en todas las regiones de la ciudad, en un plazo de diez años.

### PROCESO DE DISEÑO

La formulación del Plan decenal de descontaminación del aire se basó en los insumos generados en dos etapas. Entre 2006 y 2008 se desarrollaron una serie de estudios técnicos encaminados a caracterizar de la mejor manera la calidad del aire de la ciudad. El producto de dicha etapa fue un diagnóstico que comprendía:

1. Un análisis de la calidad del aire según registros históricos de la Red de monitoreo de la calidad del aire de Bogotá (RMCAB).
2. Una caracterización de las fuentes de emisión de los sectores de transporte e industria, a partir de un inventario de emisiones y estudios de caracterización fisicoquímica de material particulado.
3. Un análisis sobre la gestión local en la calidad del aire, basado en la revisión de los diferentes programas liderados por la autoridad ambiental distrital.

Las recomendaciones resultantes de la fase de diagnóstico fueron analizadas en términos de su costo-eficiencia y costo-efectividad durante la fase de estructuración del Plan decenal, desarrollada entre 2008 y 2010. Estos insumos constituyeron la base técnica del decreto distrital 098 de 2011 por el cual se adoptó este.

La meta era lograr que en toda el área urbana de Bogotá se tuviera una calidad del aire enfocada en PM10 que cumpliera con la norma nacional. Para el cumplimiento de dicha meta se requería una reducción del 80% de las emisiones de PM10 proyectadas para 2020, equivalente a reducir en 60% las emisiones de 2008. Se analizaron más de cincuenta opciones técnicas enfocadas en reducir las emisiones de partículas del sector transporte y de la industria. El portafolio de medidas por evaluar estaba in-

tegrado por medidas disponibles en el mercado nacional, así como por opciones implementadas y probadas en otras ciudades del mundo.

Para determinar el portafolio de medidas que permitirían cumplir el objetivo del plan con la mayor costo-efectividad se llevó a cabo un proceso de optimización. De este proceso se obtuvieron las acciones que se presentan en la tabla 2, con su grado de implementación y el cronograma de acción. Dos de las seis medidas priorizadas involucraron al sector industrial y hacían referencia al uso de sistemas de control de emisiones (SCE) y a la sustitución de carbón por gas natural.

Entre las medidas para el sector transporte se identificó que la implementación del Sistema Integrado de Transporte Público (SITP) era fundamental en la política de calidad del aire de mediano y largo plazo, y que sin esta medida no sería posible cumplir la meta en reducción de emisiones para la ciudad de una manera costo-efectiva. Las otras acciones del sector transporte eran la implementación del sistema de control de emisiones en buses, camiones y motocicletas. Las intervenciones del sector transporte aportaban 70% del potencial de mitigación de PM10 requerido para cumplir la meta del plan.

El análisis incluyó también la identificación de medidas complementarias a partir de las cuales se generaban elementos habilitadores para las medidas técnicas (ver tabla 3). Estas incluían, entre otras, estrategias de educación y fortalecimiento de capacidades, actualización de normas y fortalecimiento de programas de comando y control. La caracterización de ambos grupos de medidas consideró aspectos como: 1) rol del sector público, privado y de la ciudadanía; 2) instrumentos existentes de apoyo para estas estrategias; 3) recomendaciones sobre las prácticas de la autoridad ambiental; 4) aspectos técnicos, normativos y financieros; 5)

**TABLA 2. MEDIDAS DE MITIGACIÓN ESTRUCTURANTES**

MEDIDAS RELACIONADAS CON LAS INDUSTRIAS	AÑO DE INICIO
<i>Uso de sistemas de control de emisiones:</i> afecta ciento noventa industrias que utilizan carbón y gas natural, en las cuales se logra mayor costo-eficiencia con la instalación de sistemas de control de emisiones.	2019
<i>Sustitución de carbón por gas natural, afectando también una proporción del sector informal:</i> afecta el 100% de las industrias formales con hornos y calderas a carbón y la mitad de las fuentes informales. Las fuentes afectadas por esta medida representan el 10%, pero aportan el 80% de las emisiones de partículas dentro de la industria.	2013
MEDIDAS RELACIONADAS CON FUENTES VEHICULARES	
<i>Uso de sistemas de control de emisiones en flota de transporte de carga:</i> instalación de catalizadores oxidativos en los vehículos de transporte de carga que circulan en Bogotá. La medida está dirigida tanto a la flota existente como a la nueva.	2012
<i>Uso de sistemas de control de emisiones en motocicletas:</i> instalación de catalizadores oxidativos y sistemas secundarios de inyección de aire en motocicletas de menos de 250 c.c. La medida está dirigida tanto a la flota existente como a la nueva.	2012
<i>Implementación del sistema integrado de transporte público:</i> implementación del SITP con su programa de renovación continua de flota y chatarrización.	2010
<i>Uso de sistemas de control de emisiones en alimentadores del SITP:</i> instalación de filtros de partículas en aquellos buses y busetas que entrarán a formar parte de la flota del SITP.	2010

**TABLA 3. MEDIDAS DE MITIGACIÓN COMPLEMENTARIAS**

MEDIDAS RELACIONADAS CON LAS INDUSTRIAS
<ul style="list-style-type: none"> <li>◆ Fortalecimiento del programa de seguimiento y control a las industrias.</li> <li>◆ Renovación de sistemas de combustión en la industria.</li> <li>◆ Certificación para operarios de equipos de combustión.</li> </ul>
MEDIDAS RELACIONADAS CON FUENTES VEHICULARES
<ul style="list-style-type: none"> <li>◆ Fomentar buenas prácticas de conducción.</li> <li>◆ Optimización operacional de la flota de taxis.</li> <li>◆ Reducción del contenido de azufre en el ACPM.</li> <li>◆ Pavimentación de las vías.</li> <li>◆ Centro de medición de emisiones a partir de pruebas dinámicas.</li> <li>◆ Mejoramiento de los centros de diagnóstico.</li> <li>◆ Mejoramiento de la norma de emisiones vehiculares.</li> </ul>
MEDIDAS TRANSVERSALES
<ul style="list-style-type: none"> <li>◆ Divulgación y educación a la ciudadanía sobre materias relacionadas con la calidad del aire.</li> <li>◆ Seguimiento y cuantificación de las emisiones provenientes de incendios forestales.</li> <li>◆ Automatización de los reportes de información: toma de datos en operativos de control a fuentes fijas y móviles.</li> <li>◆ Control de quemas.</li> <li>◆ Continuar con las propuestas de control de la contaminación del aire en la región.</li> <li>◆ Continuar con el proceso de fortalecimiento de la Red de monitoreo de la calidad del aire de Bogotá, entendiendo que es la herramienta más importante para su conocimiento.</li> </ul>

posibles impactos sobre otros sectores del Distrito; 6) impactos potenciales en reducción de la exposición personal, y 7) barreras identificadas para su implementación.

El costo de implementar las medidas estructurantes del plan durante los diez años de eje-

cución se estimó en 1,7 billones de pesos. El 85% de estos se asocia a intervenciones en el transporte público, 10% al segmento de motocicletas y el 5% restante es el costo de las intervenciones en el sector industrial. Las medidas seleccionadas, además de la reducción en PM10, representaban un impacto en reducción

de emisiones de otros contaminantes atmosféricos (ver tabla 4).

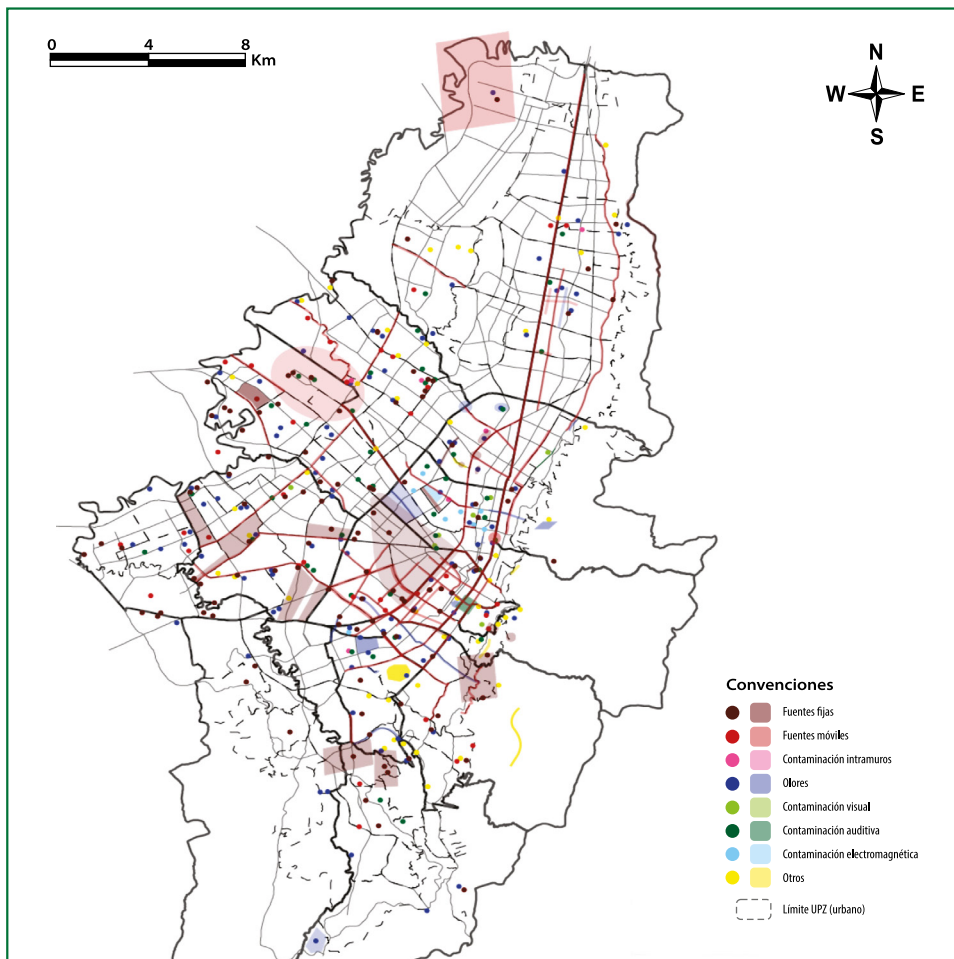
Durante la fase de estructuración del Plan decenal de descontaminación del aire se desarrolló un proceso de política participativa que incluyó talleres en las diecinueve localidades urbanas de Bogotá. El proceso contó con la participación de más de mil ciudadanos y dio como re-

sultado una priorización de problemas y soluciones desde una perspectiva de la ciudadanía, a una escala local y no solo técnica. El resultado de este ejercicio fue representado en un mapa en el que se georreferenciaron las formas en las que los ciudadanos evidenciaban el problema (ver mapa 1). Las mesas de trabajo con representantes de autoridades locales, nacionales y gremios estuvieron enfocadas en solventar as-

**TABLA 4. IMPACTO DEL PLAN DECENAL DE DESCONTAMINACIÓN DEL AIRE PARA BOGOTÁ EN LA REDUCCIÓN DE EMISIONES**

CONTAMINANTE	EMISIONES 2008 (TONELADAS)	REDUCCIÓN ESPERADA RESPECTO A UN ESCENARIO TENDENCIAL EN 2020
PM10	2.500 ± 500	78%
NOX	56.000 ± 7.000	38%
THC	62.000 ± 8.000	19%
CO	490.000 ± 50.000	14%
CO2	7'000.000± 340.000	51%

**MAPA 1. RESULTADO DE PRIORIZACIÓN DE PROBLEMAS Y SOLUCIONES EN LAS LOCALIDADES EN EL MARCO DEL PROCESO DE POLÍTICA PARTICIPATIVA DEL PLAN DECENAL DE DESCONTAMINACIÓN DEL AIRE PARA BOGOTÁ**



Fuente: SDA, 2010.

pectos de coordinación, desarrollo de alianzas público-privadas y esquemas de implementación y gestión de las medidas del plan.

### RELACIÓN COSTO-BENEFICIO DE LOS PROGRAMAS EN REDUCCIÓN DE LA CONTAMINACIÓN

Un aporte fundamental durante el proceso de formulación del Plan fue el análisis de los potenciales beneficios en salud derivados de su implementación. Se estimaron en casos de morbilidad y mortalidad evitados, y se calculó el costo asociado teniendo en cuenta los costos directos de enfermedad, la pérdida de productividad, la disponibilidad a pagar y el valor estadístico de la vida. El beneficio económico por efectos evitados en salud, incluyendo impactos en morbilidad y mortalidad (ver tabla 5), se estimó en 16 billones de pesos. Los beneficios en salud frente a los costos de implementación del plan muestran una relación entre 5:1 - 7:1, dependiendo de la tasa de descuento que se use (Sefair et al., 2019).

La meta del Plan decenal correspondía al cumplimiento del valor establecido por la normativa nacional para ese momento, nivel aún vigente. Lograr una concentración de PM10 por debajo de 50  $\mu\text{g.m}^{-3}$  trae los beneficios mencionados en párrafos anteriores. Sin embargo, dicho valor supera ampliamente el estándar recomendado por la Organización Mundial de la Salud (OMS), que es de 20  $\mu\text{g.m}^{-3}$  para exposición anual. Además, debido a que no existe un umbral seguro para los efectos negativos generados por el material particulado, las reducciones

de este contaminante siempre suponen beneficios en salud pública.

Finalmente, resultado de la mayor importancia a partir de este análisis son las evidencias para entender que cuanto más nos demoremos en reducir la contaminación del aire, mayores serán las consecuencias en la salud de la población.

### MECANISMO DE SEGUIMIENTO AL PLAN

Como parte de la propuesta técnica de su diseño, se recomendó desarrollar una valoración cada dos años, estrategia adoptada en el decreto distrital 098 de 2011. Debido a la situación de la calidad del aire al momento de su formulación, las medidas se enfocaban en fuentes primarias de material particulado, y por tanto se recomendaba para etapas posteriores la consideración del componente de formación secundaria de dicho contaminante. Además, ir ajustando el plan según la evolución del estándar nacional de concentración de contaminantes criterio (SDA, 2010).

Una recomendación importante que surgió de la etapa de estructuración técnica pero que no se vio reflejada en fases subsecuentes del Plan decenal de descontaminación, fue la definición de indicadores de efectividad (globales y locales) respecto a los estándares de corta y larga exposición, basados en la técnica de análisis de componentes principales. Esto como una mejor aproximación a la calidad del aire, que la de usar un valor promedio anual de PM10 para toda la ciudad, una métrica inapropiada, entre otras razones, por las diferencias en la calidad

**TABLA 5. BENEFICIOS ESPERADOS POR LA IMPLEMENTACIÓN DEL PLAN DECENAL DE DESCONTAMINACIÓN DEL AIRE PARA BOGOTÁ**

Beneficios esperados en la población infantil (casos evitados)	27.500 hospitalizaciones por enfermedades respiratorias.
	74.000 atenciones en salas para la atención de las enfermedades respiratorias agudas.
	Más de 5.000 atenciones en unidades de cuidados intensivos.
	1.600 casos potencialmente evitables en mortalidad infantil.
Beneficios esperados en adultos (casos evitados)	38.000 casos evitados en urgencias.
	Más de 10.000 casos de hospitalizaciones por causas respiratorias.
	Más de 13.000 muertes potencialmente evitadas.

Fuente: Castillo y Behrentz, 2010; Secretaría Distrital de Ambiente, 2010.



del aire en las diferentes zonas de la ciudad y la redundancia de la red (Behrentz et al., 2010).

## QUÉ HA SUCEDIDO EN RELACIÓN CON EL PLAN DECENAL DE DESCONTAMINACIÓN DEL AIRE PARA BOGOTÁ 2010-2020

### EVOLUCIÓN DE LA CALIDAD DEL AIRE

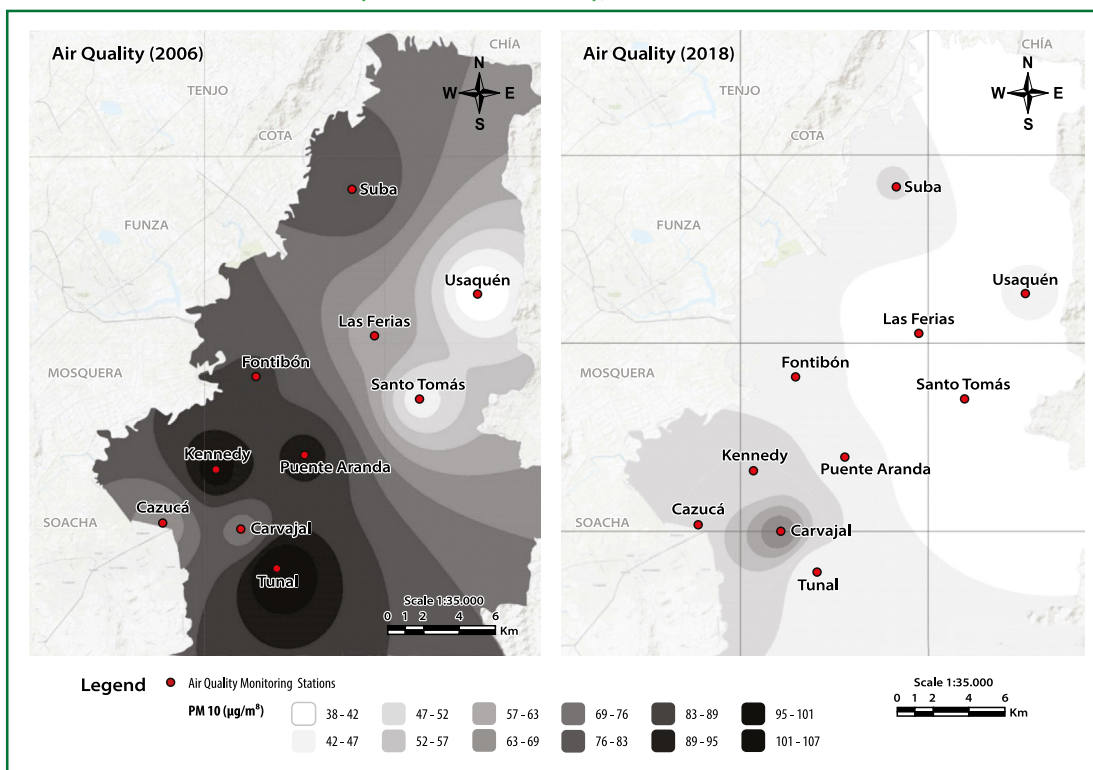
Bogotá cuenta con una Red de monitoreo de la calidad del aire que actualmente consta de trece estaciones. Su número y la ubicación de algunas de ellas ha cambiado desde su entrada en operación en 1998. De igual forma, la Red ha sufrido procesos de actualización y cambios tecnológicos en equipos y sistemas de adquisición de datos. Sin duda, la Red de monitoreo de la calidad del aire de Bogotá es una herramienta fundamental en la gestión de la calidad del aire en la ciudad, que ha brindado la posibilidad de contar con información de concentraciones de los principales contaminantes del aire y registros de variables meteorológicas a través de los años. Esta información ha sido convertida en algunas ocasiones dadas las fallas re-

portadas en la operación de la Red o alguna de sus estaciones, así como por la forma en la que se acostumbró a reportar los datos de calidad del aire mediante un valor integrado para toda la ciudad.

Más allá de este debate, los datos suministrados por la Red han permitido evaluar la evolución de la calidad del aire en Bogotá. El mapa 2 presenta dos mapas de la ciudad con la distribución espacial de las concentraciones de PM10 para 2006 (izquierda) y 2018 (derecha). Ambos mapas se elaboraron a partir de los datos oficiales de la Red y usan la misma escala numérica y de color para la representación de los niveles de concentración. Este análisis sugiere dos conclusiones sobre la condición de calidad del aire en Bogotá: la primera tiene que ver con los niveles de concentraciones de PM10 en la ciudad entre los años analizados, siendo menores los registrados en 2018.

Sin embargo, y a pesar de este cambio, las concentraciones de PM10 en toda la ciudad aún están por encima de los valores considerados como perjudiciales para la salud de las perso-

**MAPA 2. BOGOTÁ: DISTRIBUCIÓN ESPACIAL DE LAS CONCENTRACIONES DE PM10 (TODAS LAS ESTACIONES), 2006 Y 2018**



Fuente: Sefair et al., 2019.

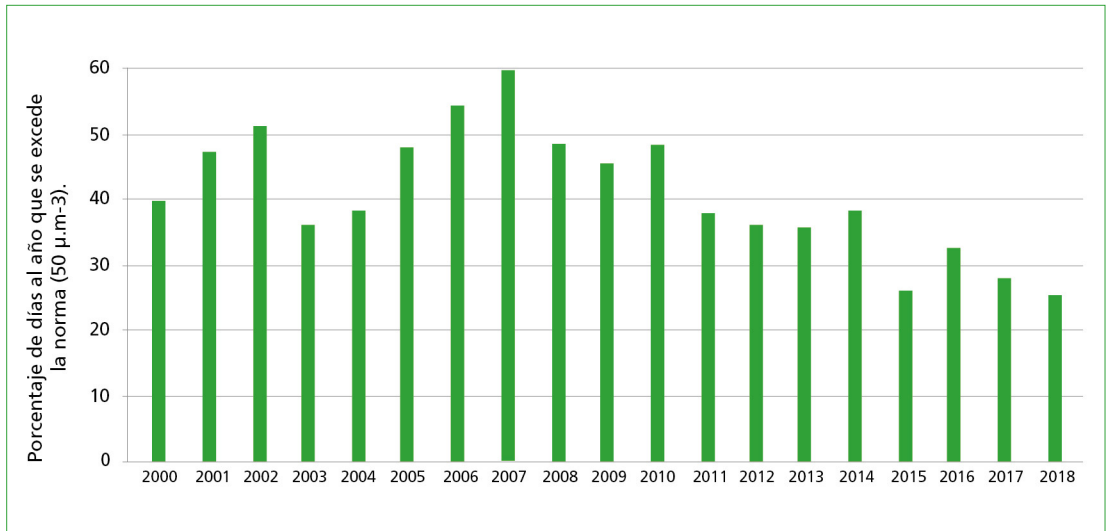
nas por la OMS. Las zonas de color blanco en el mapa (que representan los valores más bajos) corresponden a un rango de concentración entre 38 y 42  $\mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$ . Esta situación puede también evidenciarse a partir de un análisis de excedencias a la norma de larga duración como el que se presenta en el gráfico 1. A pesar de la tendencia a disminuir los días en los que las concentraciones de PM10 están por encima del valor de la norma en la última década, todavía más de 25% de los días en un año exceden el estándar colombiano para este contaminante del aire.

Otra conclusión a partir de la forma como se presentan los mapas de isoconcentración del

mapa 2 es el mensaje reiterado de las diferencias en calidad del aire entre distintas zonas geográficas de la ciudad. Para ambos años de análisis, aunque los rangos de concentración son diferentes, el suroccidente de Bogotá es una zona cuyos niveles de material particulado son dos y tres veces los documentados para otras áreas. Esta situación genera la inquietud sobre la pertinencia de una posible aproximación a la gestión del problema en Bogotá de forma geográficamente diferenciada.

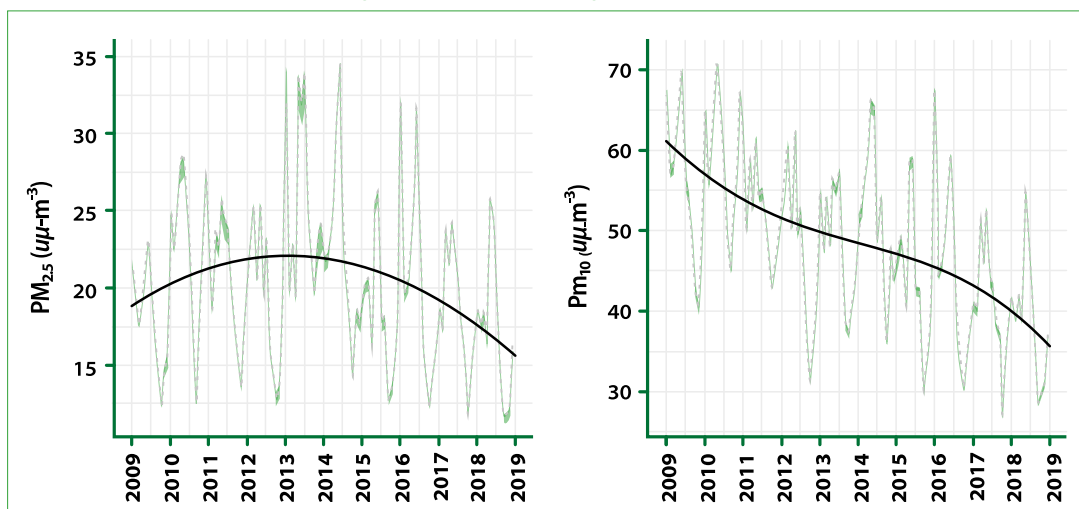
El gráfico 2 presenta el comportamiento mensual de concentraciones de PM2.5 (izquierda) y PM10 (derecha) en los últimos diez años en Bogotá. Un análisis de este tipo permite iden-

**GRÁFICO 1. PORCENTAJE DE DÍAS AL AÑO QUE SE EXCEDE LA NORMA DE LARGA DURACIÓN DE PM10, 2000-2018**



Fuente: Sefair et al., 2019.

**GRÁFICO 2. COMPORTAMIENTO RECIENTE DE CONCENTRACIONES DE PM2.5 Y PM10 EN BOGOTÁ (TODAS LAS ESTACIONES), 2009-2019**



Fuente: Mura et al., 2020.



tificar un patrón en la dinámica de las concentraciones de partículas. En cada año, los meses iniciales (enero, febrero y marzo) presentan valores medios de concentración más altos, mientras que junio, julio y agosto son los meses con menor contaminación en el año. Un análisis de este tipo ratifica lo sugerido previamente con el mapa 2 en términos de la tendencia a la reducción de las concentraciones de PM10 que se ha experimentado en los últimos años en Bogotá. Sin atrevernos a dar una explicación que atribuya esta reducción a algún factor o grupo de factores específicos, esta evidencia sí es una señal de que algo viene cambiando en la ciudad que ha impactado la calidad del aire por este contaminante. Para PM2.5 la situación es diferente y el análisis de los datos de concentración en los últimos años no permite establecer con certeza que exista una tendencia a menores niveles de este contaminante.

### ¿QUÉ HA PASADO EN TÉRMINOS DE SALUD?

La salud de la población es el principal objetivo en la gestión de la calidad del aire. La relación entre contaminación atmosférica y su incidencia en el aumento de las tasas de mortalidad

y morbilidad se encuentra ampliamente documentada, principalmente por enfermedades de los sistemas cardiovascular y respiratorio (Unep, 2014). Una de cada nueve muertes prematuras en Colombia se atribuye a los altos niveles de material particulado en las ciudades, siendo este el problema ambiental urbano con mayor impacto en la actualidad (DNP, 2017).

En la tabla 6 se presentan los resultados de algunos indicadores de salud entre 2007 y 2018 asociados con contaminación atmosférica, según los registros disponibles en el Observatorio de Salud de Bogotá (SDS, 2019a). Estas cifras muestran cambios positivos en reducción de tasas de incidencia de mortalidad y morbilidad de varios de los efectos consultados para el periodo en referencia.

Sin embargo, las cinco principales causas de mortalidad por enfermedades en 2017, considerando todos los grupos de población, son efectos que tienen relación con contaminación atmosférica: enfermedades isquémicas del corazón, enfermedades crónicas de las vías respiratorias, enfermedades cardiovasculares, enfermedades hipertensivas y neumonía. Estas cinco causas generaron 56% de las muertes re-

**TABLA 6. INDICADORES DE SALUD ASOCIADOS A LA CONTAMINACIÓN ATMOSFÉRICA**

EFEECTO	PERIODO	RESULTADOS
◆ Mortalidad infantil	2007-2018	◆ Reducción de la tasa de mortalidad del 3,91% anual.
◆ Mortalidad en menores de cinco años	2007-2018	◆ Reducción de la tasa de mortalidad del 3,45% anual.
◆ Mortalidad por infección respiratoria aguda (IRA) (<5 años)	2007-2018	◆ Reducción de la tasa de mortalidad por IRA del 12,3% anual (sin significancia estadística).
◆ Mortalidad por neumonía (<5 años)	2007 -2018	◆ Reducción de la tasa de mortalidad por IRA del 20,6% anual.
◆ Mortalidad por enfermedades respiratorias crónicas (<70 años)	2007-2018	◆ Reducción a una tasa anual de 4,7%.
◆ Ausentismo escolar por enfermedad respiratoria en niños (<14 años)	2013-2018	◆ Aumento en la prevalencia de ausentismo escolar. Los niños menores de cinco años son los que más presentaron ausentismo.
◆ Prevalencia de sibilancia y tos en la noche en niños (<5 años)	2013-2018	◆ Aumento en ambas prevalencias (sin significancia estadística).
◆ Prevalencia de sibilancia y tos en la noche en niños (5-14 años)	2013-2018	◆ Reducción de la prevalencia de sibilancia y aumento de la tos.
◆ Prevalencia de sibilancia en adultos (60 años)	2013-2018	◆ Reducción de la prevalencia (sin significancia estadística).

Fuente: elaboración propia con base en Observatorio de Salud de Bogotá (SDS, 2019b).

gistradas en 2017, sin considerar las muertes por violencia.

Durante el periodo 2005-2016 las infecciones respiratorias agudas fueron la principal causa de mortalidad de la población (dentro de la categoría de enfermedades transmisibles) y las enfermedades del sistema respiratorio fueron la tercera causa de mortalidad en niños menores a cinco años (SDS, 2018). De acuerdo con la misma fuente, entre 2005-2016 las infecciones respiratorias fueron la principal causa de morbilidad de la población (dentro de la categoría de enfermedades transmisibles).

### PROCESO DE APLICACIÓN DEL PLAN DECENAL DE DESCONTAMINACIÓN - PRINCIPALES ASPECTOS

La meta del plan distrital de gobierno en el periodo 2012-2016 en relación con el Plan decenal de descontaminación del aire para Bogotá consistía en lograr un nivel de avance del 35% en las medidas 2, 3, 4 y 5.b del plan1. La Contraloría, en una evaluación en 2017, determinó un “nivel limitado en el avance o ejecución frente al cumplimiento del PDDAB y su impacto en el mejoramiento de la calidad del aire” (Contraloría de Bogotá, 2017). En la misma evaluación menciona la falta de continuidad de programas en reducción de emisiones respecto a las medidas del Plan relacionadas con el transporte público de pasajeros.

Por su parte, en 2017 la Secretaría Distrital de Ambiente (SDA) hizo una evaluación al estado de avance del plan concluyendo sobre la necesidad de fortalecer, reformular o invalidar las medidas propuestas (ver tabla 7).

En el documento técnico de soporte de esta Secretaría para la modificación del plan (SDA, 2017) y en el decreto 335 de 2017 se presentan los aspectos críticos identificados por la autoridad ambiental en relación con la ejecución de cada una de las medidas. Se mencionan barreras de diferentes tipos, incluyendo:

- ◆ Las medidas superan la competencia de la Secretaría Distrital de Ambiente y no se dieron los procesos de coordinación necesarios para que otras entidades se involucraran en el desarrollo del plan.
- ◆ El plan no logró posicionarse como el instrumento interinstitucional e integral de gestión de la calidad del aire de la ciudad.
- ◆ La misma autoridad ambiental expresa la complejidad de hacer seguimiento y control a los programas.

En las medidas asociadas al transporte público, la principal limitación se atribuye a las barreras financieras del sistema.

Llama la atención que dicha evaluación tenga un mayor enfoque en justificar la inviabilidad de las diferentes acciones que conforman el

TABLA 7. CONCEPTO DE LA SECRETARÍA DE AMBIENTE SOBRE EL ESTADO DE LAS MEDIDAS DEL PLAN

MEDIDA	DESCRIPCIÓN	CONCEPTO DE LA SDA EN 2017
1	Uso de sistemas de control de emisiones en la industria	<i>Debe ser fortalecida</i> , considerando los instrumentos disponibles para su implementación.
2	Sustitución de carbón por gas natural	<i>Debe ser reformulada</i> , debido a las barreras para su ejecución.
3	Uso de sistemas de control de emisiones en transporte de carga	<i>Debe ser reestructurado</i> el programa de autorregulación.
4	Uso de sistemas de control de emisiones en motocicletas	<i>Se debe fortalecer</i> la búsqueda de opciones tecnológicas que permitan promover el uso de sistemas de control de emisiones y se deben fortalecer estrategias complementarias.
5a	Implementación del SITP	Esta medida incluye procesos de chatarrización y renovación de la flota y <i>se encuentra en ejecución</i> .
5b	Uso de sistemas de control de emisiones en vehículos del SITP	<i>Se declaró inviable</i> su aplicación por barreras técnicas, operativas y financieras.

Fuente: elaboración propia a partir del decreto 335 de 2017.

plan, que en proponer alternativas para cumplir el objetivo de reducir la contaminación por PM10. Esta posición es un asunto que merece un análisis más profundo. En diferentes espacios de discusión sobre la gestión de la calidad del aire de Bogotá, ha sido reiterativa la pregunta sobre la pertinencia de que quien tiene la función de liderar la implementación del plan, esté encargado también del diagnóstico de su implementación, así como de la evaluación de su efectividad.

Un ejemplo de esta posición se observa en la revisión de la Secretaría Distrital de Ambiente (SDA, 2017) en relación con el uso del sistema de control de emisiones en la flota de carga. La Secretaría identificó dos aspectos críticos que hacen inviable la medida. El primero, que la mayoría de los camiones que circulan en Bogotá no están registrados en la ciudad y esto dificulta su ejecución. El segundo, que los catalizadores oxidativos propuestos por el plan son más baratos respecto a sistemas como los filtros, pero tienen baja efectividad en la remoción de partículas, y que por lo tanto su relación costo-beneficio es desfavorable. Sobre ninguno de los dos puntos se muestra un análisis más profundo. Dentro de las justificaciones de la inviabilidad de la medida se menciona también la incertidumbre sobre el potencial impacto de esta sobre las tarifas de fletes para carga. Sin embargo, no se proponen medidas alternativas que demuestren una efectividad equivalente a las propuestas por el plan.

El análisis no considera el impacto asociado a no reducir las emisiones de PM10 de la flota de carga en la salud de la población, efecto documentado en los lineamientos técnicos del mismo Plan. En la revisión no se menciona el componente de la medida que se refiere al impacto de la flota nueva, que también debía incorporar sistemas de control de emisiones más avanzados que los exigidos por la normativa nacional y que tenía asociado un efecto en reducción de emisiones.

Desde otro punto, procesos recientes en el Distrito muestran que la calidad del aire no ha sido

una prioridad ni ha sido considerada entre los criterios de decisión de sectores que son relevantes para reducir la contaminación. Según los análisis de estructuración del Plan (SDA, 2010), las intervenciones en el transporte público son fundamentales para lograr la meta en reducción de emisiones de partículas. Las medidas del Plan decenal enfocadas en el transporte público consistían en la implementación del SITP con características que garantizaran el buen desempeño ambiental de la flota. Específicamente, consideraba la reducción del tamaño de la flota, la instalación de sistemas de control de emisiones en los buses, la definición de un límite de edad máxima de la flota en diez años y la exigencia de mayores estándares ambientales para nuevos buses que ingresaran al sistema. Las medidas se aplicarían sobre toda la flota, incluyendo buses convencionales y los buses articulados de Transmilenio.

Reportes de 2016 mostraban que 38% de la flota troncal tenía más de diez años, valor que mejoró con la renovación de 1.383 buses de la flota de las fases I y II en 2019. El límite de edad también era superado por el 18% de la flota zonal y el 16% de los alimentadores (Transmilenio S. A., 2016b). De acuerdo con criterios de eficiencia y operación, se autorizó el uso de la flota hasta un límite de veinte años o 1,5 millones de kilómetros (Transmilenio S. A., 2016a), pero en las justificaciones para aumentar la edad útil de los articulados no se presentó ninguna consideración sobre los impactos en salud derivados de esa decisión (Transmilenio S. A., 2017). En cuanto a la instalación de sistemas de control de emisiones en la flota existente, la resolución 0123 de 2015 estableció el cronograma inicial, que fue aplazado en más de dieciséis meses mediante cuatro resoluciones posteriores, justificándose en razones financieras y operativas (SDA, 2017). Esta medida finalmente fue derogada por el decreto distrital 335 de 2017.

En el decreto distrital 335 de 2017 se derogaron las medidas 3, 4 y 5.b del sector transporte. En el mismo se determinó la necesidad de actualizar el Plan decenal de descontaminación del aire para Bogotá, para lo cual se estableció

un plazo de un año a partir de junio de 2017 para definir las medidas y la metodología de seguimiento.

La Contraloría de Bogotá en 2017, como parte de la Auditoría de desempeño a la Secretaría Distrital de Ambiente para las vigencias 2014-2016, en relación con el Plan decenal de descontaminación para Bogotá, concluyó respecto a dos áreas fundamentales (Contraloría de Bogotá, 2017):

- ◆ *Coordinación interinstitucional:* faltó coordinación entre entidades distritales, regionales y nacionales, factor determinante en la definición de las estrategias de participación de las diferentes partes. Se menciona que, si bien la Secretaría Distrital de Ambiente era la entidad que debía liderar los procesos relacionados con la ejecución del Plan decenal, no hubo coordinación interinstitucional entre las secretarías de Movilidad, Salud, Desarrollo Económico y Gobierno, que era fundamental para poder desarrollar las medidas de dicho Plan. Se señala además la ausencia de articulación con los sectores académico y privado.
- ◆ *Seguimiento:* no se hicieron las evaluaciones al Plan según el decreto 98 de 2011, el cual asignaba a la Secretaría de Ambiente la responsabilidad de evaluar cada dos años, lo que repercutió en que no se lograra la finalidad de incorporar paulatinamente los ajustes necesarios para su implementación efectiva. Adicionalmente, no se estructuraron las herramientas adecuadas para hacer seguimiento y control a la implementación del Plan, y que permitieran evaluar la gestión de la Secretaría.

Aun cuando el informe de la Contraloría es contundente en la baja implementación del Plan, la respuesta del Distrito y de otros actores en el proceso ha sido lenta y deja la sensación de desinterés. Esto a pesar de que, como se mencionó, enfermedades relacionadas con impactos de la exposición a la contaminación del aire siguen siendo las principales causas de morbilidad y mortalidad de los bogotanos.

## SEGUIMIENTO A LAS MEDIDAS DEL PLAN DECENAL

A continuación se presentan un resumen sobre el estado de implementación de cada una de las seis medidas que conforman el Plan decenal de descontaminación del aire para Bogotá y una estimación de su impacto en el inventario de emisiones de la ciudad, comparado con la meta establecida.

### SECTOR INDUSTRIAL

- ◆ *Medida:* uso de sistemas de control de emisiones en calderas y hornos.
  - Meta: en 2008 se determinó que menos de 10% de las fuentes industriales contaban con sistemas de control de emisiones en funcionamiento. Con esta medida se buscaba reducir 95% de las emisiones de PM10 de las fuentes que más aportan al inventario de PM10 (SDA, 2010). La medida debía ser implementada en 2019.
  - Aspectos relevantes sobre su desarrollo: mediante el decreto distrital 623 de 2011 se estableció la obligatoriedad desde 2012 del uso de sistemas de control de emisiones en las industrias que operan con combustibles sólidos y crudos pesados.

En 2017 la Secretaría Distrital de Ambiente reportó alto grado de incumplimiento de la medida e identificó la necesidad de fortalecer los mecanismos de seguimiento y control, así como la coordinación con las alcaldías locales y las industrias (SDA, 2017).

- ◆ *Medida:* sustitución de carbón por gas natural.
  - Meta: sustituir el 100% de las fuentes que usan carbón y lograr que el 50% del sector informal también haga la sustitución. La medida debía ser implementada entre 2013 y 2017.
  - Aspectos relevantes sobre su desarrollo: en la evaluación de la Secretaría Distrital de Ambiente (SDA, 2017) se identificaron entre las principales barreras los costos de

inversión para la sustitución tecnológica y la incertidumbre sobre la disponibilidad de gas para su uso en el sector industrial. La Secretaría atribuía a estas razones la baja implementación de la medida.

A pesar del bajo nivel de implementación mencionado por la autoridad ambiental, entre 2008 y 2018 el número de fuentes que operan con carbón disminuyó (ver tabla 9).

### Resultado en emisiones del sector industrial

Las emisiones netas de PM10 generadas por las fuentes industriales se redujeron entre 2008 y 2014. Según la Secretaría Distrital de Ambien-

te, esa reducción se debió a la disminución de la actividad industrial y al cambio en los energéticos utilizados. La emisión de partículas en 2014 estuvo por encima de la meta fijada en el Plan decenal para 2020 (ver tablas 8, 9 y gráfico 3).

### SECTOR TRANSPORTE

- ◆ *Medida:* uso de sistemas de control de emisiones en transporte de carga.
- *Meta:* esta medida consistía en la instalación de catalizadores oxidativos en los camiones que transitan en Bogotá, y sistemas de control de emisiones con una reducción equivalente en la flota nueva.

**TABLA 8. PARTICIPACIÓN EN CANTIDAD DE FUENTES INDUSTRIALES, SEGÚN EL ENERGÉTICO QUE EMPLEAN, 2008, 2014, 2016, 2018**

ENERGÉTICO	2008	2014	2016	2018
Carbón	10%	13%	11%	4%
Gas natural	75%	71%	75%	87%
Otros	15%	16%	14%	9%
Número de fuentes industriales	1.477	1.793	1.811	2.038
Número de fuentes con carbón	148	233	199	82

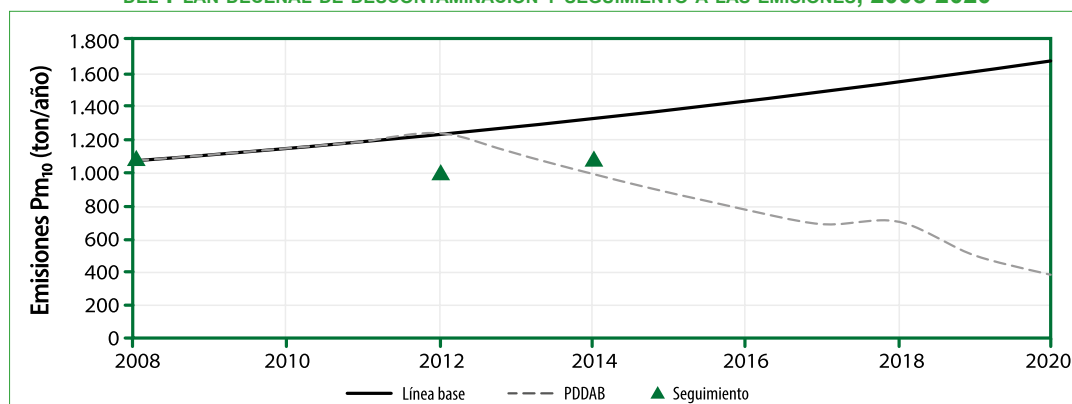
Fuente: elaboración propia a partir de SDA, 2010, 2019.

**TABLA 9. EMISIONES DE PM10 DEL SECTOR INDUSTRIAL, 2008, 2012, 2013, 2014**

AÑO	PM <sub>10</sub> (TON)	FUENTE
2008	1.100	Año base del PDDAB (SDA, 2010).
2012	992	Actualización del inventario de emisiones (SDA, 2017).
2013	1.311	Presentación Calidad del aire en Bogotá (SDA, 2019).
2014	1.070	Actualización del inventario de emisiones (SDA, 2017).
Meta 2020 con plan	400	Meta sector industrial en el PDDAB (SDA, 2010).

Fuente: elaboración propia a partir de SDA, 2010, 2017, 2019.

**GRÁFICO 3. COMPARACIÓN ENTRE LÍNEA BASE, IMPACTO ESPERADO DEL PLAN DECENAL DE DESCONTAMINACIÓN Y SEGUIMIENTO A LAS EMISIONES, 2008-2020**



Fuente: elaboración propia a partir de SDA, 2010, 2019.

La medida debía ser implementada entre 2012 y 2020.

- Aspectos relevantes sobre su desarrollo: la medida no se ejecutó. La Secretaría Distrital de Ambiente menciona diferentes barreras (SDA, 2017), entre las que están: 1) limitaciones en las acciones de la autoridad ambiental del Distrito porque los camiones no necesariamente están matriculados en Bogotá; 2) potencial resistencia de los transportadores por los costos generados por la medida; y 3) falta de capacidad técnica para liderar la medida.

La Secretaría concluye que la medida no puede ser aplicada y que las intervenciones al sector de carga se harán mediante la reestructuración del programa de autorregulación, y concluye que estrategias de reorganización logística son más importantes que los cambios tecnológicos (SDA, 2017). En el documento no se presentan análisis más profundos sobre la decisión y su impacto en la emisión de partículas.

A pesar de que la medida no se ejecutó ni fue sustituida por una estrategia con impacto equivalente, los inventarios de emisiones de 2012 y 2014 son inferiores al año base (ver tabla 10). En el análisis de la Secretaría Distrital de Ambiente no se presentan posibles razones que expliquen este cambio.

- ◆ *Medida:* uso de sistemas de control de emisiones en motocicletas.
- *Meta:* esta medida propone el uso de sistemas de control de emisiones de partículas en motocicletas con motor inferior a 250 c.c. Para la medida se estimó un potencial de reducción de emisiones del 40% respecto al aporte de esta categoría en un escenario tendencial. La medida debía ser implementada entre 2012 y 2020.
- Aspectos relevantes sobre su desarrollo: en el análisis de la Secretaría Distrital de Ambiente se muestra que, a pesar de los esfuerzos para crear mesas de trabajo y socialización, la principal barrera fue la oposición del gremio. Debido a esta situación también se aplazó la entrada en

vigencia del decreto 35 de 2009 sobre restricción para motocicletas con motor de dos tiempos (SDA, 2017).

La Secretaría hizo un estudio de factibilidad técnica del sistema de control de emisiones. Para las motocicletas con motor de cuatro tiempos, objeto de la medida del Plan decenal de descontaminación, se concluyó que no era necesaria debido a la alta tasa de renovación de la flota y la instalación de dichos sistemas desde fábrica en los nuevos modelos disponibles. Aunque las motocicletas con motor de dos tiempos no eran objeto de la medida debido a su prohibición, la Secretaría las analizó por los aplazamientos de la norma sobre su restricción, y concluyó que la instalación de sistemas de control de emisiones ocasionaba dificultades técnicas y mayores costos de operación para las motocicletas, por lo que consideró inviable esta opción.

Mediante la resolución 645 de 2015 de las secretarías de Ambiente y Movilidad, se adoptó el Plan 2015-2020 para la mitigación de emisiones de vehículos con motor de dos tiempos que circulan en Bogotá. Este plan tiene como objetivos: 1) promover una sustitución voluntaria de estos vehículos; 2) promover mejores prácticas de mantenimiento; 3) fortalecer los procesos de controles en vía con procesos de pedagogía.

Según los inventarios de la ciudad, las emisiones de PM10 de las motocicletas aumentaron entre 2008 y 2014 (ver tabla 11), a pesar de las mejoras en la tecnología de los vehículos que han ingresado al parque. Las emisiones generadas por las motocicletas en 2014 eran superiores al nivel requerido para cumplir la meta del plan en 2020.

- ◆ *Medida:* implementación del SITP y uso de SCE.
- *Meta:* la medida consistía en la implementación del SITP con alto desempeño ambiental. Esto por medio de metas en edad máxima de la flota en diez años, chatarrización, y flota del SITP (en uso y nueva) con mejores estándares ambientales, mediante el uso de sistemas de control de



emisiones. El SITP debía iniciar en 2011, la instalación de dichos sistemas en toda la flota en 2011 y estar finalizada en 2015. Con la medida se lograría una reducción de 80% de las emisiones de PM10 respecto al escenario tendencial.

- Aspectos relevantes sobre su desarrollo: para la ejecución de la medida se adoptó el decreto distrital 477 de 2013 sobre el plan de ascenso tecnológico para transporte público. De acuerdo con los análisis de la Secretaría Distrital de Ambiente, la renovación de flota propuesta por el plan se ha cumplido; sin embargo, análisis basados en información reportada por Transmilenio muestran que aún no se ha cumplido la meta en edad de la flota (ver sección “Proceso de aplicación del PDDAB - Principales aspectos”).

La Secretaría lideró un estudio piloto sobre la viabilidad de utilizar sistemas de control de emisiones en la flota de buses. Con este estudio se confirmó la viabilidad técnica de implementar la medida y se obtuvo el universo de flota para la cual era factible su aplicación. El programa de filtros se estableció mediante las resoluciones 088 y 123 de 2015. Cuatro resoluciones posteriores lo aplazaron y finalmente fue derogado mediante el decreto distrital 335 de 2017. La Secretaría identificó como principales barreras la financiación de la medida, los costos extra en consumo de combustible por la instalación de los filtros (entre 2% y 4%), y la incertidumbre sobre el desempeño de la flota.

Entre 2008 y 2014 las emisiones del sector se redujeron (ver tabla 12). El nivel de emisiones es superior a la meta propuesta por el Plan al 2020.

**TABLA 10. EMISIONES DE PM10 DE TRANSPORTE DE CARGA, 2008, 2012, 2014**

AÑO	PM <sub>10</sub> (TON)
2008	453
2012	423
2014	348

\* Estimación con base en PDDAB (SDA, 2010).

Fuente: elaboración propia con base en SDA, 2010, 2017.

**TABLA 11. EMISIONES DE PM10 DE MOTOCICLETAS, 2008, 2012, 2014**

AÑO	PM <sub>10</sub> (TON)
2008	284
2012	556
2014	675

\* Estimación con base en PDDAB (SDA, 2010).

Fuente: elaboración propia con base en (SDA, 2010, 2017).

**TABLA 12. EMISIONES DE PM10 DEL TRANSPORTE PÚBLICO (COLECTIVO Y MASIVO), 2008, 2012, 2014**

AÑO	PM <sub>10</sub> (TON)
2008	571
2012	446
2014	302

\* Estimación con base en PDDAB (SDA, 2010).

Fuente: elaboración propia con base en SDA, 2010, 2017.

### Resultado en emisiones del sector transporte

Las emisiones netas de PM10 generadas por el transporte se han mantenido muy similares al año base. Sin embargo, las de partículas en 2014 estaban por encima de la meta fijada en el Plan decenal de descontaminación para 2020 (gráfico 4).

Una discusión importante sobre el avance en la implementación de las medidas del Plan y sus impactos en emisiones del sector transporte y sector industria, tiene que ver con las motivaciones en las que se enmarca su ejecución. Es decir, no es evidente por ejemplo que el cambio de flota en transporte público o la implementación parcial del SITP sean producto de su priorización en el marco del Plan decenal. Tampoco, que los cambios en emisiones en el transporte que se evidencian para los años 2012 y 2014 se puedan asignar exclusivamente a su implementación.

Sin embargo, es pertinente hacer un llamado a diferentes actores en la ciudad: la necesidad de entender estos instrumentos de planeación como una hoja de ruta dinámica y de metas adaptables que respondan a las prioridades de Bogotá, y no, por el contrario, como un obstáculo en el avance de la gestión de la administración de turno.

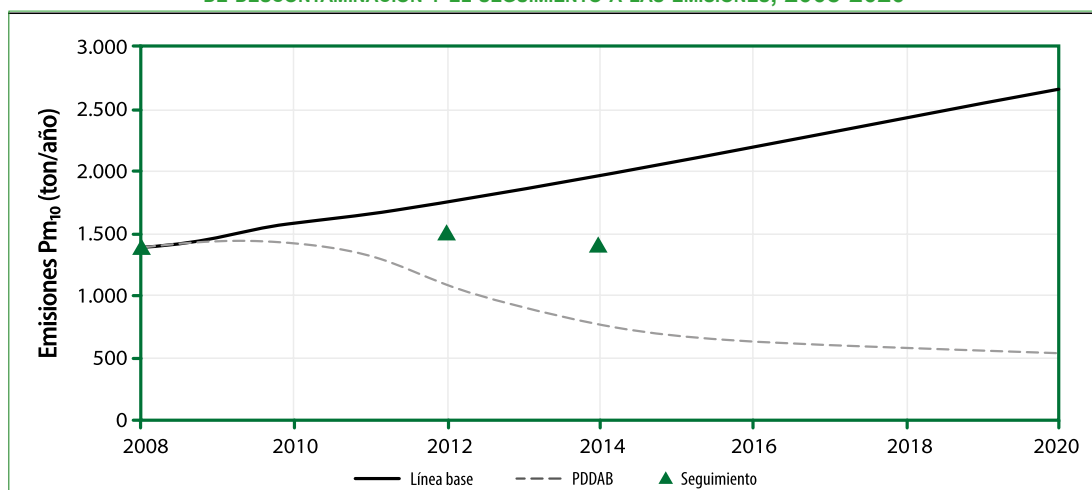
### RECOMENDACIONES Y PRÓXIMOS PASOS PARA LA GESTIÓN DE LA CALIDAD DEL AIRE EN BOGOTÁ

Bogotá tiene un problema de mala calidad del aire asociada principalmente al material particulado. Las cifras de morbilidad y mortalidad por enfermedades respiratorias son evidencia de sus impactos en la salud de la población y una señal de que esta es una problemática cuyas soluciones no dan espera. En este sentido, un primer paso debe ser priorizar la calidad del aire en la agenda pública distrital de tal forma que se garantice una pronta actuación.

El entendimiento del problema que hoy tiene Bogotá permite comprender que la contaminación atmosférica va más allá de ser un problema ambiental y su solución requiere de la participación de múltiples actores, además del gobierno. La reducción de la contaminación atmosférica urbana debe ser afrontada integralmente, migrando de una acción centrada en el monitoreo de la calidad del aire hacia una gestión enfocada en el control de las fuentes de emisión. Para lograrlo se requiere:

- ◆ Gestión coordinada de autoridades distritales de los diferentes sectores: ambiente, movilidad, planeación, desarrollo económico, salud y educación. La toma de decisiones que afectan directamente la calidad del

GRÁFICO 4. COMPARACIÓN ENTRE LÍNEA BASE, EL IMPACTO ESPERADO DEL PLAN DECENAL DE DESCONTAMINACIÓN Y EL SEGUIMIENTO A LAS EMISIONES, 2008-2020



Fuente: elaboración propia a partir de (SDA, 2010, 2019).

aire de la ciudad no puede estar aislada de esta. La internalización de externalidades ambientales podría empezar a ser considerada como parte de los criterios de decisión de las instituciones locales. En este mismo sentido, como se demostró en los análisis técnicos de base del Plan decenal de descontaminación del aire para Bogotá, es posible diseñar estrategias que funcionen como solución para diferentes tipos de problemas a los que se enfrenta la ciudad. Por ejemplo, mejores opciones de movilidad y reducción de las emisiones locales, calidad del aire y mitigación de emisiones de cambio climático.

- ◆ Una visión metropolitana, entendiendo que la inacción en municipios vecinos afecta directamente cualquier potencial medida de control en Bogotá.
- ◆ Estrategias que consideren los niveles de contaminación atmosférica en las diferentes zonas de la ciudad y su relación con la población expuesta.
- ◆ Considerar un enfoque de reducción de la exposición personal a la contaminación.
- ◆ Involucramiento de múltiples actores además del público: 1) academia, en el fortalecimiento de la evidencia técnica del problema de contaminación del aire, sus soluciones, y en la evaluación de impacto de las medidas de control adoptadas; 2) sector privado, para motivarlo a ejecutar acciones más allá de la norma, entendiendo que existen co-beneficios de las medidas de control de la contaminación; 3) ciudadanía, brindándole herramientas para un mejor conocimiento del problema, sus causas y consecuencias, promoviendo cambios de comportamiento y empoderándola como cogestor de la calidad del aire.

Una recomendación fundamental es lograr que las decisiones para mejorar la calidad del aire de la Bogotá se basen en la mejor información disponible. Para esto se debe hacer uso

de las herramientas técnicas con las que cuenta la ciudad tales como la Red de monitoreo, inventarios de emisiones, modelo de calidad del aire, estudios de exposición personal y de salud pública. Dichas herramientas no solo permiten tener un diagnóstico más preciso del problema, sino también ir adaptando estrategias efectivas en la medida en que se va contando con evidencia técnica más robusta. En este último punto es de la mayor importancia mejorar los procesos de gestión de información de calidad del aire, promoviendo su uso y comunicación, más allá de la generación de reportes para la revisión del cumplimiento normativo.

Bogotá debe entender la necesidad de contar con un instrumento de planeación de mediano y largo plazo. A partir de la experiencia del Plan decenal de descontaminación del aire para Bogotá se evidencia la necesidad de contar con mecanismos vinculantes y dinámicos que orienten la gestión de la calidad del aire sin depender de los intereses del gobierno de turno.

En próximos programas de gestión de la calidad del aire, de manera complementaria a las medidas técnicas para reducir los niveles de emisión de las fuentes de emisión prioritarias, se deben diseñar instrumentos que viabilicen y complementen las soluciones técnicas. El diseño coordinado y el uso de instrumentos de diferente naturaleza (v. g., económicos, financieros y de educación), han demostrado su efectividad en diferentes contextos, y la experiencia del Plan decenal nos muestra que los instrumentos de comando y control son insuficientes.

Finalmente, la ciudad requiere procesos de seguimiento a las políticas en calidad del aire más efectivos y transparentes. Sistemas de seguimiento que incluyan metas ambiciosas e indicadores sustentados técnicamente, considerando los impactos en calidad del aire y salud por encima de indicadores de gestión. Involucrar más actores en el seguimiento también será clave para lograr mecanismos más transparentes para su seguimiento.

## REFERENCIAS

- Behrentz, E., J. Benavides, J. P. Bocarejo, M. Canal, M. Espinosa, N. Franco, I. Lobo, O. Pardo, M. Sánchez, L. Avila, J. J. Castillo, J. F. Franco, J. C. Márquez, D. C. Obando, J. P. Orjuela, A. Ruiz y E. A. Virguez. 2010. Plan decenal de descontaminación del aire de Bogotá - Parte B.
- Castillo, J. J. y E. Behrentz, E. 2010. "Estimación de los beneficios en salud asociados a la reducción de la contaminación atmosférica en Bogotá, Colombia". Universidad de los Andes. [https://biblioteca.uniandes.edu.co/visor\\_de\\_tesis/web/?SessionID=L1Rlc2l2XzlyMDEwX3NlZ3VuZG9fc2VtZXN0cmUvNDMyLnBkZg%3D%3D](https://biblioteca.uniandes.edu.co/visor_de_tesis/web/?SessionID=L1Rlc2l2XzlyMDEwX3NlZ3VuZG9fc2VtZXN0cmUvNDMyLnBkZg%3D%3D)
- Contraloría de Bogotá. 2017. "Informe de auditoría y desempeño "Seguimiento al Plan decenal y gestión contractual realizada para descontaminación del aire".
- DNP. 2017. "Los costos de la degradación ambiental en Colombia ascienden a \$20,7 billones". [https://www.dnp.gov.co/Paginas/Los-costos-en-la-salud-asociados-a-la-degradación-ambiental-en-Colombia-ascienden-a-\\$20,7-billones-.aspx](https://www.dnp.gov.co/Paginas/Los-costos-en-la-salud-asociados-a-la-degradación-ambiental-en-Colombia-ascienden-a-$20,7-billones-.aspx)
- Gaitán, M. y E. Behrentz. 2009. "Evaluación del estado de la calidad del aire en Bogotá". Universidad de los Andes. biblioteca.uniandes.edu.co
- Mura, I., J. F. Franco, L. Bernal, N. Melo, J. J. Díaz y R. Akhavan-Tabatabaei. 2020. "A Decade of Air Quality in Bogotá: A Descriptive Analysis". En Revisión en *Frontiers*.
- SDA. 2010. *Plan decenal de descontaminación del aire de Bogotá*. Secretaría Distrital de Ambiente, Transmilenio S. A. y Universidad de los Andes. Bogotá [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)
- . 2017. "Documento técnico de soporte modificación del decreto 98 de 2011".
- . 2019. "Presentación": Calidad del aire en Bogotá, Workshop: Decarbonising Transport in Latin America. Secretaría Distrital de Ambiente.
- SDS. 2018. "Documento de análisis de situación de salud con el modelo de los determinantes sociales de salud para el Distrito Capital". [http://www.saludcapital.gov.co/DSP/Diagnosticos\\_distritales\\_y\\_locales/Distrital/2014/Documento\\_de\\_Analisis\\_de\\_Situación\\_de\\_Salud\\_2015version\\_abril\\_2016.pdf](http://www.saludcapital.gov.co/DSP/Diagnosticos_distritales_y_locales/Distrital/2014/Documento_de_Analisis_de_Situación_de_Salud_2015version_abril_2016.pdf)
- . 2019a. Observatorio de Salud de Bogotá. Observatorio de Salud de Bogotá - SaluData. <http://saludata.saludcapital.gov.co>
- . 2019b. Observatorio de Salud de Bogotá. Observatorio de Salud de Bogotá - SaluData.
- Sefair, J. A., M. Espinosa, E. Behrentz y A. L. Medaglia. 2019. "Optimization model for urban air quality policy design: A case study in Latin America". *Computers, Environment and Urban Systems*. 78 (August). <https://doi.org/10.1016/j.compenvurbsys.2019.101385>
- Transmilenio S. A. 2016a. "En diciembre Transmilenio arranca proceso para renovar su flota". [http://www.transmilenio.gov.co/Publicaciones/en\\_diciembre\\_transmilenio\\_arranca\\_proceso\\_para\\_renovar\\_su\\_flota](http://www.transmilenio.gov.co/Publicaciones/en_diciembre_transmilenio_arranca_proceso_para_renovar_su_flota)
- . 2016b. "Transmilenio en cifras". [http://www.transmilenio.gov.co/Publicaciones/la\\_entidad/transparencia\\_y\\_acceso\\_a\\_la\\_informacion\\_publica\\_transmilenio/2\\_informacion\\_de\\_interes/estadisticas\\_de\\_oferta\\_y\\_demanda\\_del\\_sistema\\_integrado\\_de\\_transporte\\_publico\\_sitp](http://www.transmilenio.gov.co/Publicaciones/la_entidad/transparencia_y_acceso_a_la_informacion_publica_transmilenio/2_informacion_de_interes/estadisticas_de_oferta_y_demanda_del_sistema_integrado_de_transporte_publico_sitp)
- . 2017. "Informe de gestión 2016".
- Unep. 2014. *UNEP Year Book 2014 emerging issues update. Air Pollution: World's Worst Environmental Health Risk*. <http://www.unep.org/yearbook/2014/PDF/chapt7.pdf>

**Mónica Espinosa.** Facultad de Ingeniería, Universidad de los Andes. Integrante de la Mesa Técnica Ciudadana por la Calidad del Aire de Bogotá (Mecab).  
m.espinosa28@uniandes.edu.co

**Juan Felipe Franco.** PhD en ingeniería ambiental. Integrante de la Mesa Técnica Ciudadana por la Calidad del Aire de Bogotá (Mecab).  
jffranco@uniandes.edu.co

El Foro Nacional Ambiental (FNA) es una alianza de carácter permanente, autónoma, independiente y sin ningún tipo de filiación política o religiosa, que en 2018 cumplió veinte años de trabajo colectivo e ininterrumpido en pro de fortalecer la protección ambiental de Colombia.

Durante estos años, las organizaciones miembro de la alianza y el Comité asesor de expertos han generado espacios públicos de reflexión y debate sobre asuntos muy diversos, acumulando experiencia en materias ambientales importantes para el país. Asimismo, el Foro ha publicado documentos en la forma de libros y la serie “Políticas públicas”, que compilan los principales resultados de encuentros realizados sobre diferentes materias y regiones del país. Las actividades del Foro se han encaminado a incidir en las políticas ambientales en el contexto del desarrollo sostenible en los ámbitos nacional, regional y local.

Actualmente, la Alianza está constituida por estas doce organizaciones: Friedrich-Ebert-Stiftung en Colombia (Fescol) (1998); Fundación Alejandro Ángel Escobar (1998); Fundación Tropenbos Colombia (2001); Facultad de Administración, Universidad de los Andes (2002); Fundación Natura Colombia (2004); WWF Colombia (2005); especialización y línea de investigación en derecho ambiental, Universidad del Rosario (2010); Facultad de Estudios Ambientales y Rurales (FEAR), Universidad Javeriana (2017); Centro de Estudios Sociales (CES), Universidad Nacional de Colombia (2018); Universidad Tecnológica de Pereira (2018); Universidad del Magdalena (2018); y Universidad del Norte (2018).

El Foro cuenta también con la participación de un grupo de expertos en asuntos ambientales que desde su experiencia y conocimiento apoyan las actividades. Este Comité asesor está integrado por Mauricio Cabrera, Joaquín Caraballo, Martha Cárdenas, Julio Carrizosa Umaña, Elsa Matilde Escobar, Andrés Gómez, Camilo Prieto, Gloria Amparo Rodríguez, Guillermo Rudas, Juan Pablo Ruiz y Sandra Vilardy. Desde su fundación en 1998, la secretaría técnica ha estado a cargo de Melba García y la presidencia en cabeza de Manuel Rodríguez Becerra.

[WWW.FORONACIONALAMBIENTAL.ORG.CO](http://WWW.FORONACIONALAMBIENTAL.ORG.CO)

