

derecho a gozar de un ambiente sano y consagran la obligación del Estado de planificar el manejo y aprovechamiento de los recursos naturales para garantizar su desarrollo sostenible, su conservación, restauración o sustitución; por lo que deberá prevenir y controlar los factores de deterioro ambiental, e imponer las sanciones legales y exigir la reparación de los daños causados.

Que la misma Constitución Política, en el numeral 8 del artículo 95, dispone entre los deberes de la persona y del ciudadano, el de proteger los recursos culturales y naturales del país y velar por la conservación de un ambiente sano.

Que el Decreto Ley No. 2811 de 1974, “*Por el cual se dicta el Código Nacional de Recursos Naturales Renovables y de Protección al Medio Ambiente*”, en su artículo 75 establece lo siguiente:

“Artículo 75. Para prevenir la contaminación atmosférica se dictarán disposiciones concernientes a:

- a). La calidad que debe tener el aire, como elemento indispensable para la salud humana, animal o vegetal;*
- b). El grado permisible de concentración de sustancias aisladas o en combinación capaces de causar perjuicios o deterioro en los bienes, en la salud humana, animal y vegetal;*
- c). Los métodos más apropiados para impedir y combatir la contaminación atmosférica;*
- d). La contaminación atmosférica de origen energético, inclusive la producida por aeronaves y demás automotores;*
- e). Restricciones o prohibiciones a la importación, ensamble, producción o circulación de vehículos y otros medios de transporte que alteren la protección ambiental, en lo relacionado con el control de gases, ruidos y otros factores contaminantes;*
- f). La circulación de vehículos en lugares donde los efectos de contaminación sean más apreciables;*
- g). El empleo de métodos adecuados para reducir las emisiones a niveles permisibles;*
- h). Establecimiento de estaciones o redes de muestreo para localizar las fuentes de contaminación atmosférica y detectar su peligro actual o potencial”.*

Que el artículo 63 de la Ley 99 de 1993, “*Por la cual se crea el Ministerio del Medio Ambiente, se reordena el*

Decreto Número 335 (Junio 27 de 2017)

“Por medio del cual se adopta la estrategia para la actualización del Plan Decenal de Descontaminación del Aire para Bogotá - PDDAB”.

EL ALCALDE MAYOR DE BOGOTÁ, D. C.
En uso de sus facultades legales, en especial las conferidas por el Artículo 38 numeral 3º del Decreto Ley 1421 de 1993, el artículo 65 Numeral 9º de la Ley 99 de 1993, el literal f) del artículo 2.2.5.1.6.4 del Decreto Nacional 1076 de 2015, y,

CONSIDERANDO:

Que los artículos 79 y 80 de la Constitución Política de Colombia, establecen que todas las personas tienen

Sector Público encargado de la gestión y conservación del medio ambiente y los recursos naturales renovables, se organiza el Sistema Nacional Ambiental, SINA, y se dictan otras disposiciones”, establece que con el fin de asegurar el interés colectivo de un medio ambiente sano y adecuadamente protegido, y de garantizar el manejo armónico y la integridad del patrimonio natural de la Nación, el ejercicio de las funciones en materia ambiental por parte de las entidades territoriales, se sujetará a los principios de armonía regional, gradación normativa y rigor subsidiario.

Que según el numeral 9 del artículo 65 de la Ley 99 de 1993, corresponde en materia ambiental a los municipios, y a los distritos con régimen constitucional especial, ejecutar programas de control a las emisiones contaminantes del aire.

Que conforme al numeral 3° del artículo 38 del Decreto Ley No. 1421 de 1993, *“Por el cual se dicta el régimen especial para el Distrito Capital de Santa Fe de Bogotá”*, le corresponde al Alcalde Mayor dirigir la acción administrativa y asegurar el cumplimiento de las funciones a cargo del Distrito.

Que el artículo 2.2.5.1.2.11 del Decreto Nacional No.1076 de 2015, *“Por medio del cual se expide el Decreto Único Reglamentario del Sector Ambiente y Desarrollo Sostenible”*, señala que toda descarga o emisión de contaminantes a la atmósfera sólo podrá efectuarse dentro de los límites permisibles y en las condiciones señaladas por la ley y los reglamentos.

Que el literal f) del artículo 2.2.5.1.6.4 del Decreto Único Reglamentario del Sector Ambiente, establece que, corresponde a los municipios y distritos en relación con la prevención y control de la contaminación del aire, a través de sus alcaldes o de los organismos del orden municipal o Distrital a los que éstos las deleguen, ejercer funciones de control y vigilancia de los fenómenos de contaminación atmosférica e imponer las medidas correctivas que en cada caso correspondan.

Que la Resolución Nacional No. 601 de 2006, *“Por la cual se establece la Norma de Calidad del Aire o Nivel de Inmisión, para todo el territorio nacional en condiciones de referencia”*, modificada por la Resolución Nacional No. 610 de 2010, *“Por la cual se modifica la Resolución 601 del 4 de abril de 2006”*, ambas proferidas por el Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial (actualmente Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible), en su artículo 9º prevé la obligatoriedad por parte de las Autoridades Ambientales de elaborar programas de reducción de la contaminación una vez se declare una zona como área fuente de contaminación en cualquiera de sus clases, así como las directrices de las acciones y medidas a implementar.

Que en el año 2010, el Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial MAVDT (actualmente Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible), publicó la *“Política de Prevención y Control de la Contaminación del Aire”*, la cual tiene como objetivo general impulsar la gestión de la calidad del aire en el corto, mediano y largo plazo.

Que la citada Política Pública, establece los siguientes objetivos específicos:

“Objetivo 1: Regular los contaminantes de la atmósfera que pueden afectar la salud humana y el bienestar de la población, fijando niveles adecuados para proteger la salud de la población y el bienestar humano.

Objetivo 2: Identificar las principales fuentes de emisión de los contaminantes que afectan la salud humana y el bienestar de la población.

Objetivo 3: Establecer, promover y fortalecer las estrategias para prevenir y minimizar la generación de emisiones de contaminantes y de ruido a la atmósfera.

Objetivo 4: Fortalecer espacios de coordinación, participación y capacitación que involucren a los diferentes actores relacionados con la prevención y control de la contaminación del aire.

Objetivo 5: Continuar la implementación de compromisos internacionales adquiridos por el país e incrementar el aprovechamiento de las oportunidades que ofrecen los acuerdos multilaterales sobre medio ambiente, relacionadas con prevención y control de la contaminación atmosférica”.

Que a su vez, la Política Pública citada anteriormente, en materia de calidad del aire, orienta a la implementación, de las siguientes acciones específicas:

1. Implementación de la reglamentación de los contaminantes que afectan la salud y el bienestar humano.
2. Aseguramiento de la calidad en las mediciones de calidad del aire y ruido ambiental.
3. Cuantificación y actualización de la línea base de calidad del aire y ruido.
4. Consolidación de la línea base de calidad del aire y ruido a nivel nacional.
5. Elaboración de inventarios de emisiones.
6. Caracterización de las muestras de material particulado.

7. *Modelación de la calidad del aire.*
8. *Implementar programas de reducción de la contaminación.*
9. *Implementación de la reglamentación para fuentes fijas.*
10. *Aseguramiento en la medición de la calidad para fuentes fijas.*
11. *Consolidación de la línea base de emisiones por fuentes fijas.*
12. *Reconvención tecnológica de los sectores industriales.*
13. *Implementación de la reglamentación para fuentes móviles.*
14. *Aseguramiento en la medición de la calidad para fuentes móviles.*
15. *Consolidación de la línea base de emisiones por fuentes móviles.*
16. *Implementación de programas de desintegración vehicular.*
17. *Promoción al uso de vehículos con combustibles más limpios.*
18. *Implementación de planes de movilidad.*
19. *Implementación de la reglamentación sobre combustibles.*
20. *Uso de combustibles y tecnologías más limpias”.*

Que el literal p) del artículo 5º del Decreto Distrital 109 de 2009, “Por el cual se modifica la estructura de la Secretaría Distrital de Ambiente y se dictan otras disposiciones”, establece como una de las funciones de la Secretaría Distrital de Ambiente la siguiente:

“p. Diseñar y coordinar las estrategias de mejoramiento de la calidad del aire y la prevención y corrección de la contaminación auditiva, visual y electro magnética, así como establecer las redes de monitoreo respectivos”.

Que la Secretaría Distrital de Ambiente, ha avanzado en el desarrollo de instrumentos y herramientas para la gestión de la calidad del aire, dentro de los cuales se encuentra la Resolución No. 2410 de Diciembre 11 de 2015, “Por medio de la cual se establece el Índice Bogotano de Calidad del Aire –IBOCA– para la definición de niveles de prevención, alerta o emergencia por contaminación atmosférica en Bogotá D.C. y se toman otras determinaciones”, la cual fue expedida de manera conjunta con la Secretaría Distrital de Salud.

Que el Decreto Distrital No. 595 de Diciembre 30 de 2015, “Por el cual se adopta el Sistema de Alertas Tempranas Ambientales de Bogotá para su componente aire, SATAB-aire”, en el párrafo 1º del artículo 4 establece que para el nivel preventivo este deberá articularse con: i) Los procesos del Plan Decenal de Descontaminación del Aire de Bogotá PDDAB, ii) El Plan de Ascenso Tecnológico liderados por la Secretaría Distrital de Ambiente, iii) El Plan Maestro de Movilidad liderado por la Secretaría de Movilidad, iv) Los planes de mantenimiento y recuperación de vías y mobiliario público liderados por el Instituto de Desarrollo Urbano, v) La vigilancia en salud pública liderada por la Secretaría Distrital de Salud, entre otros planes y procesos relacionados con la promoción de la salud y la prevención de la contaminación atmosférica.

Que el Decreto Distrital No. 596 del 19 de diciembre de 2011, “Por medio del cual se adopta la Política Distrital de Salud Ambiental para Bogotá, D.C. 2011- 2023”, en su artículo 7 establece que tal política se desarrollará mediante ocho (8) líneas de intervención, cada una de las cuales cuenta con un documento técnico que hace parte integral de la misma.

Que el Documento Técnico en el que se sustenta la línea 7.1 del mencionado Decreto, denominada “Línea de Aire, Ruido y Radiación Electromagnética”, en el numeral 1.1.1.1, “Definición y fuentes principales”, señala que: “El material particulado entre PM10 y PM2.5 es conocido como “respirable”, ya que puede penetrar los mecanismos de defensa del sistema respiratorio y llegar hasta los bronquios o incluso al alveolo pulmonar, como es el caso de las “partículas ultra finas” que están por debajo de 2.5µm y medir incluso menos de 0.1µm de diámetro”.

Que adicionalmente, dicho Documento Técnico, en el numeral 1.1.1.2, “Efectos sobre la salud”, indica que: “la contaminación del aire por material particulado no es un factor causal directo de enfermedad respiratoria aguda, sino un factor asociado que, en combinación con otros factores como la desnutrición, la contaminación intradomiciliaria por tabaquismo pasivo, las deficientes condiciones higiénicas, la no vacunación, los factores climáticos entre otros, produce un aumento de la enfermedad pulmonar. Los estudios epidemiológicos actuales no indican que hay un umbral debajo del cual ningún efecto ocurre. La disminución en la contaminación del aire disminuye el número de consultas de urgencias y de hospitalizaciones en especial en niños y en la tercera edad”.

Que el Decreto Distrital 98 de 2011, “Por el cual se adopta el Plan Decenal de Descontaminación del Aire para Bogotá.”, tiene como objeto contar con elementos objetivos y balanceados en lo que se refiere al diag-

nóstico del problema de la contaminación del aire y sus causas, así como el costo-efectividad de las medidas que se sugieren para su solución. Todo esto enmarcado en una perspectiva integral y multidisciplinaria que permita soluciones incluyentes y eficientes de todos los actores del Distrito Capital.

Que el mencionado Plan Decenal de Descontaminación del Aire para Bogotá – PDDAB, contempló como meta que: *“Para el año 2020 la ciudad reducirá en un 60% las emisiones de material particulado registradas en el inventario para el año 2008 y mantendrá el nivel de los demás contaminantes criterio (Dióxido de Azufre (SO₂), Dióxido de Nitrógeno (NO₂), Monóxido de Carbono (CO) y Ozono (O₃)”.*

Que teniendo en cuenta que el parágrafo 1º del artículo 2º del Decreto Distrital 98 de 2011, establece que la evaluación del Plan deberá efectuarla la Secretaría Distrital de Ambiente cada dos (2) años, la Subdirección de Calidad del Aire, Auditiva y Visual presentó mediante radicado SDA 2017IE69406, el Documento Técnico de Soporte – DTS (Informe Técnico No. 0634 de 2017), para la modificación del mismo.

Que la implementación del Plan Decenal de Descontaminación del Aire para Bogotá, estaba dada a partir de la ejecución de un portafolio óptimo de medidas que permitieran lograr las metas del plan de descontaminación al menor costo posible seleccionado para Bogotá, contemplándose a través del artículo 5 del Decreto Distrital 98 de 2011, las siguientes medidas por sector:

Portafolio óptimo de medidas del Plan Decenal de Descontaminación del Aire para Bogotá.

Sector	Medida		Descripción
Industrial	1	Uso de sistemas de control de emisiones.	Instalación de sistemas de control de emisiones seleccionando las industrias con un único criterio de costo-efectividad.
Industrial	2	Conversión de carbón a gas natural y formalización de industrias.	Transformación tecnológica de las fuentes que actualmente usan carbón para que utilicen gas natural. Esto en combinación con la formalización de industrias.
Transporte	3	Uso de sistemas de control de emisiones en vehículos de transporte de carga.	Instalar catalizadores oxidativos en los vehículos de transporte de carga que circulen en Bogotá. Este requerimiento aplicará también para nuevos vehículos que entren al parque automotor.
Transporte	4	Uso de sistemas de control de emisiones en motocicletas.	Instalar catalizadores oxidativos y sistemas secundarios de inyección de aire en motocicletas de menos de 250 cc. Este requerimiento aplicará también para nuevos vehículos que entren a formar parte de dicho parque.
Transporte (SITP)	5a	Implementación del sistema integrado de transporte público.	Implementar el SITP con su programa de renovación continua de flota y chatarrización.
Transporte (SITP)	5b	Uso de sistemas de control de emisiones en vehículos que ingresan al SITP.	Instalación de filtros de partículas en aquellos buses y busetas que entrarán a formar parte de la flota del SITP.

Que la Subdirección de Calidad del Aire, Auditiva y Visual de la Secretaría Distrital de Ambiente, emitió mediante radicado SDA 2017IE69406, el Documento Técnico de Soporte – DTS (Informe Técnico No. 0634

de 2017), en el cual realizó una evaluación del estado de avance de las medidas definidas en el portafolio transcrito anteriormente, cuyo principal resultado es el siguiente:

Resultado de evaluación del portafolio óptimo de medidas del Plan Decenal de Descontaminación del Aire para Bogotá – PDDAB 2011.

Medida		Análisis
1	Uso de sistemas de control de emisiones.	En vista de los instrumentos que se disponen para la implementación de la medida, <u>se considera que esta debe ser fortalecida para lograr su cabal ejecución y obtener las reducciones de emisiones esperadas</u>
2	Conversión de carbón a gas natural y formalización de industrias.	En vista de las barreras encontradas para la implementación de la medida, así como de los instrumentos de que se dispone para tal fin, <u>se considera que esta debe ser reformulada para lograr las reducciones de emisiones esperadas para este sector.</u>
3	Uso de sistemas de control de emisiones en vehículos de transporte de carga.	<u>Se debe reestructurar el Programa de Autorregulación, que está en funcionamiento</u> , ya que en la actualidad se ve opacado por varias barreras que disminuyen su alcance e influencia para el sector automotor de carga
4	Uso de sistemas de control de emisiones en motocicletas.	<u>Se deben fortalecer otras estrategias complementarias a la medida, como la generación de espacios de educación e incentivar la cultura por la seguridad vial, Ecoconducción y el buen mantenimiento de las motocicletas</u> , así como la búsqueda de la oferta tecnológica que permitan promover el cambio a motocicletas con control de emisiones.
5a	Implementación del sistema integrado de transporte público.	Dentro de ésta medida se contempló la implementación del Sistema Integrado de Transporte Público con un programa de renovación continua de flota y desintegración y según el PDDAB 2011, comprendía el periodo entre el 2011 y el 2020, por lo tanto, esta medida se encuentra en proceso de ejecución.
5b	Uso de sistemas de control de emisiones en vehículos que ingresan al SITP.	Pese a que está demostrado con varios casos exitosos a nivel mundial que los Filtros de Partículas Diésel remueven con más del 97% de eficiencia el material particulado, durante la etapa piloto del proyecto surgieron una serie de barreras de carácter financiero, operativo y técnico que <u>hicieron inviable su instalación.</u>

Que con relación a la medida 3, para el control de emisiones en vehículos de transporte de carga consistente en *“Instalar catalizadores oxidativos en vehículos de transporte de carga que circulen en Bogotá”*, la Secretaría Distrital de Ambiente desarrolló gestiones y acercamientos con diferentes actores de este sector y en el Informe Técnico 00634 de 2017, identificó dos aspectos críticos: *“1) que la gran mayoría de los camiones (o vehículos de carga) que circulan en la ciudad no están matriculados en la ciudad o esporádicamente circulan en las calles de Bogotá, lo que dificulta en gran manera el diseño y la aplicación de estrategias que coaccionen a la instalación de estos dispositivos y, 2) aunque un Catalizador Oxidativo Diésel DOC, tiene un costo muy inferior al de un Filtro de Partículas Diésel DPF, su eficiencia también es menor*

haciendo desfavorable la relación beneficio - costo a lo que se suma los efectos de esta inversión en una estructura económica sensible como lo son las tarifas de fletes para transporte de carga. Las mencionadas situaciones, añaden un alto grado de incertidumbre a la implementación de la medida y plantea la necesidad de identificar otras alternativas para la reducción de emisiones por el sector de carga”.

Que con relación a la medida 4 para el control de emisiones en motocicletas, consistente en *“Instalar catalizadores oxidativos y sistemas secundarios de inyección de aire en motocicletas de menos de 250 cc”*, la Secretaría Distrital de Ambiente, a través del mencionado informe técnico, logró establecer las siguientes conclusiones: *“1) La flota de motocicletas en la ciudad presenta una alta rotación, dando lugar*

a un alto porcentaje de renovación de la misma, esta situación restó importancia a la instalación de SCE en motos usadas ya que requería una inversión y adicionalmente las motocicletas nuevas en su mayoría ya tenían instalados Sistemas de Control de Emisiones; 2) Se estableció que para instalar la válvula SAI, se requiere una modificación en el motor, lo que representa problemas como el riesgo de perforar parte del mismo o la inversión requerida por parte del usuario para instalar una culata nueva con perforación; 3) Para instalar el catalizador a una moto usada, se requieren modificaciones en componentes de la misma, lo que consecuentemente puede afectar las condiciones de seguridad del vehículo. Estas situaciones no solo restaron viabilidad técnica a la medida, sino también afectaban cobertura de garantía en las motocicletas; 4) Para el caso de la motocicletas con motor de dos tiempos, se obtuvo como resultado que los catalizadores actúan como retenedores de partículas, que únicamente acumula PM sin auto-limpiarse, generando saturación del mismo y a futuro una pérdida en el desempeño de la motocicleta. Por esta razón, económicamente y ambientalmente no se observa beneficio alguno al instalar el catalizador en motos (2) tiempos”.

Que la Secretaría Distrital de Ambiente, ha considerado técnicamente que la medida 5b, consistente en la “Instalación de filtros de partículas en aquellos buses y busetas que entrarán a formar parte de la flota del SITP”, no ha sido eficaz para la descontaminación del aire en Bogotá, debido a la complejidad en su aplicación, control y seguimiento ambiental, lo que ha conllevado a que las normas que ha expedido en el ámbito de sus competencias sean de igual forma insuficientes para lograr su objetivo.

Que teniendo en cuenta lo anteriormente expuesto y según los resultados obtenidos durante el proceso de gestión para la implementación y seguimiento del Plan Decenal de Descontaminación del Aire para Bogotá. PDDAB, se han presentado barreras con respecto a las medidas mencionadas, las cuales, hacen referencia a la instalación de Sistemas de Control de Emisiones en vehículos de transporte de carga (medida 3), en motocicletas (medida 4), y en vehículos que ingresan al SITP (medida 5b), establecidas en el artículo 5 del Decreto Distrital 98 de 2011, las cuales no han permitido alcanzar las metas establecidas, en el entendido que la prioridad desde el punto de vista ambiental es reducir los niveles de emisión y concentración de material particulado en la atmósfera de Bogotá, D.C., por este motivo es procedente la derogatoria de las medidas 3, 4 y 5b del artículo 5 del Decreto Distrital 98 de 2011.

Que de igual manera, conforme al Documento Técnico de Soporte – DTS, las medidas mencionadas anterior-

mente, implementadas a través del Decreto Distrital 98 de 2011, no han logrado ser lo suficientemente efectivas para alcanzar la reducción en la descontaminación del aire para Bogotá, siendo necesario generar los mecanismos que efectivicen la reducción de niveles de emisión y concentración de material particulado.

Que gracias al proceso de gestión para la implementación de las medidas del Plan Decenal de Descontaminación del Aire para Bogotá D.C., PDDAB, la Secretaría Distrital de Ambiente ha profundizado en el entendimiento de la problemática asociada a la contaminación atmosférica, por lo que se relacionan las principales conclusiones:

- Se debe establecer un portafolio de medidas ampliado para gestionar las emisiones de cada sector.
- La implementación de tecnologías de post tratamiento de emisiones se debe complementar con estrategias asociadas a las buenas prácticas, eficiencia energética, actualización tecnológica, etc.
- Establecer desde la formulación de los proyectos las opciones de financiación, los posibles incentivos y la responsabilidad económica para su implementación.
- Se debe profundizar en los impactos sociales y económicos para diseñar los proyectos y programas.
- Se debe fortalecer la articulación con los diferentes actores involucrados en cada proyecto. (instituciones públicas y privadas, gremios, academia, ciudadanía).
- Posicionar el Plan de Descontaminación como una herramienta distrital para la gestión de la calidad del aire.

Que de acuerdo a la anterior, la Secretaría Distrital de Ambiente, requiere desarrollar la capacidad de realizar un análisis metodológico para priorizar y evaluar las diferentes alternativas de proyectos para la reducción de emisiones, contemplando como mínimo, un método para priorizar los proyectos, el análisis del sector a intervenir, la cuantificación de las emisiones de material particulado, gases contaminantes y gases de efecto invernadero, modelación de impactos en calidad del aire, evaluación de impactos en salud y otros impactos a definir y evaluación socio-económica o de costo beneficio.

Que conforme a las necesidades identificadas, se determinó que el proceso de actualización del Plan Decenal de Descontaminación del Aire para Bogotá.

PDDAB debe cumplir, como mínimo con los siguientes objetivos:

- Ampliar las alternativas de reducción de emisiones para las fuentes de contaminación, estas pueden ser tecnológicas, de control o de gestión.
- Incluir tipos de fuentes y contaminantes no contemplados en el portafolio óptimo.
- Ajustar el Plan a la dinámica y proyección de ciudad y sus diferentes sectores económicos.
- Fortalecer la articulación con otras entidades con responsabilidades sobre la gestión del impacto en los recursos naturales y con capacidad de gestión y control de los diferentes sectores.
- Fomentar la educación ambiental y el comportamiento ciudadano de forma que la sociedad fortalezca su papel como agente en la protección y control de la calidad del aire de la ciudad.
- Fortalecer los procesos de control y vigilancia a los sectores, incluyendo la actualización tecnológica, metodológica y procedimental.
- Vincular co-beneficios en cambio climático de forma que se armonicen los programas de mitigación y se fortalezca la gestión de recursos para los proyectos de reducción de emisiones.
- Establecer una metodología para formulación y evaluación de proyectos de reducción de emisiones para la ciudad.
- Ajustar la metodología para el seguimiento al Plan, contemplando tanto indicadores de impacto, como de gestión.

Que por las razones expuestas, se hace necesario adoptar la estrategia para la actualización del Plan Decenal de Descontaminación del Aire para Bogotá.

En mérito de lo expuesto,

DECRETA:

ARTÍCULO 1°. - Adopción de la estrategia para la actualización del Plan Decenal de Descontaminación del Aire para Bogotá, en cumplimiento del parágrafo 1° del artículo 2° del Decreto Distrital 98 de 2011. Adóptase la estrategia para la actualización del Plan Decenal de Descontaminación del Aire para Bogotá, contenida en el Documento Técnico de Soporte -DTS No. 0634 de 2017 que hace parte integral de este Decreto, la cual contendrá las siguientes cinco (5) etapas:

Etapas I – Adopción de la estrategia de actualización de la estructura del PDDAB. En esta etapa se define la estructura, se establecen las etapas para la actualización del Plan y se definen las estrategias y líneas de acción.

Etapas II – Definición del grupo inicial de proyectos de reducción de emisiones y aplicación de la metodología para formulación, evaluación de viabilidad y priorización de proyectos. En esta etapa la Secretaría Distrital de Ambiente, desarrollará mesas de trabajo con los diferentes sectores emisores y entidades distritales competentes con el objeto concertar el grupo de proyectos asociados a cada sector, en el marco de las estrategias sectoriales y correspondientes líneas de acción definidas en la Etapa I.

A estos proyectos se les aplicará la metodología previamente definida, con el objeto de establecer su potencial en reducción de emisiones y priorizarlos conforme a su impacto en el cumplimiento de metas. Adicionalmente se diseñará la metodología para evaluación y seguimiento al Plan Decenal de Descontaminación del Aire para Bogotá – PDDAB.

Etapas III - Definición de indicadores de seguimiento, reglamentación de proyectos de reducción de emisiones y revisión de metas generales. En esta etapa se definen los indicadores de seguimiento a la ejecución y cumplimiento de metas de los proyectos priorizados y se reglamentarán aquellos que así lo requieran.

Las etapas II y III de la estrategia de la actualización del PDDAB, se ejecutarán en un plazo no mayor a 12 meses, a partir de la entrada en vigencia del presente decreto.

Etapas IV – Implementación, seguimiento y reporte de impactos de los proyectos priorizados. En esta etapa se ejecutarán los proyectos priorizados en los tiempos definidos en la etapa II, se reportará el seguimiento a los indicadores definidos en la etapa III y se cuantificarán los impactos en reducción de emisiones contaminantes.

Etapas V – Evaluación y seguimiento al Plan Decenal de Descontaminación del Aire para Bogotá - PDDAB. Para lo cual se empleará la metodología definida durante la etapa II y se hará reporte de ejecución de actividades de apoyo al cumplimiento de metas.

PARÁGRAFO 1°. – Estrategias y líneas de acción. Las estrategias (sectoriales y transversales) y las líneas de acción mediante las cuales se busca dar alcance a las metas de reducción y que a su vez enmarcan los proyectos y programas que las diferentes instituciones del nivel distrital desarrollen y reporten, serán las siguientes:

ESTRATEGIAS SECTORIALES

1. MOVILIDAD SOSTENIBLE

- 1.1 Transporte no motorizado
- 1.2 Gestión de la demanda de transporte
- 1.3 Gestión ambiental del transporte de carga
- 1.4 Gestión ambiental y operativa del transporte público de pasajeros
- 1.5 Gestión ambiental del transporte especial, intermunicipal y de servicios.

2. GESTIÓN INTEGRAL DE LA ENERGÍA

- 2.1 Reconversión y adaptación tecnológica en la industria
- 2.2 Uso eficiente de los energéticos en la industria
- 2.3 Optimización de procesos en la industria
- 2.4 Fuentes no convencionales de energía
- 2.5 Desempeño ambiental del sector comercial
- 2.6 Desempeño ambiental del sector institucional

3. INFRAESTRUCTURA URBANA

- 3.1 Mantenimiento y limpieza de la malla vial
- 3.2 Áreas verdes urbanas
- 3.3 Manejo ambiental de las obras de construcción

ESTRATEGIAS TRANSVERSALES

4. FORTALECIMIENTO INSTITUCIONAL Y DEL MARCO REGULATORIO

- 4.1 Actualización normativa para fuentes de emisión
- 4.2 Nuevos métodos de control y seguimiento
- 4.3 Articulación interinstitucional para la gestión de calidad del aire
- 4.4 Articulación regional para la gestión de calidad del aire
- 4.5 Incentivos orientados a la mejora de la calidad del aire

5. INVESTIGACIÓN E INFORMACIÓN EN CALIDAD DEL AIRE

- 5.1 Actualización y ampliación de inventarios de emisiones
- 5.2 Monitoreo de contaminantes y modelación de calidad del aire
- 5.3 Alertas Ambientales
- 5.4 Relación entre calidad del aire y salud
- 5.5 Co-beneficio entre calidad del aire y cambio climático
- 5.6 Socialización sobre calidad del aire y el Plan de Descontaminación

ARTÍCULO 2°. Derógase la medida 3 del artículo 5° del Decreto Distrital 98 de 2011 y continúese implementando las siguientes, mientras se adoptan las medidas definitivas, como producto de la actualización del PDDAB, así:

- * Acciones de seguimiento y control a los vehículos de transporte de carga.

* Programa de Autorregulación Ambiental, establecido mediante el Decreto Distrital 174 de 2006.

ARTÍCULO 3°.- Derógase la medida 4 del artículo 5° del Decreto Distrital 98 de 2011 y continúese implementando acciones de seguimiento y control al grupo de motocicletas del sector del transporte, mientras se adoptan las medidas definitivas como producto de la actualización del PDDAB.

ARTÍCULO 4°.- Derógase la medida 5b del artículo 5° del Decreto Distrital 98 de 2011 y continúese implementando por parte del Sistema Integrado de Transporte Público – SITP, las siguientes medidas, mientras se adoptan las definitivas, producto de la actualización del PDDAB:

- * Desintegración física y de renovación de flota del SITP.
- * Programa de Autorregulación Ambiental, establecido mediante el Decreto Distrital 174 de 2006.

PARÁGRAFO.- La derogatoria de la medida 5b del artículo 5° del Decreto Distrital 98 de 2011, es sin perjuicio de que sea factible la utilización de filtros de partículas para quienes lo hayan implementado y para quienes a modo de autorregulación lo deseen implementar bajo las condiciones que establezca la Secretaría Distrital de Ambiente.

ARTÍCULO 5°.- La Secretaría Distrital de Ambiente, será la entidad responsable de realizar el seguimiento al cumplimiento de las medidas vigentes.

ARTÍCULO 6°. - Publicar el presente Decreto en la Registro Distrital.

ARTÍCULO 7°.- Vigencia. El presente Decreto rige a partir de la fecha de su publicación y deroga las medidas 3, 4 y 5b del artículo 5° del Decreto Distrital 98 de 2011.

PUBLÍQUESE Y CÚMPLASE.

Dado en Bogotá, D.C., a los veintisiete (27) días del mes de junio de dos mil diecisiete (2017).

ENRIQUE PEÑALOSA LONDOÑO
Alcalde Mayor

FRANCISCO JOSE CRUZ PRADA
Secretario Distrital de Ambiente



ALCALDÍA MAYOR
DE BOGOTÁ D.C.
SECRETARÍA DE AMBIENTE

SECRETARÍA DISTRITAL DE AMBIENTE Folios: 1. Anexos: No.
Radicación #: 2017/E69406 Proc #: 3705868 Fecha: 18-04-2017
Tercero: SECRETARÍA DISTRITAL DE AMBIENTE
Dep Radicadora: SUBDIRECCIÓN DE CALIDAD DEL AIRE, AUDITIVA Y
VISUAL Clase Doc: Interno Tipo Doc: Informe Técnico

SECRETARÍA DISTRITAL DE AMBIENTE

Informe Técnico No. 00634, 18 de abril del 2017

DOCUMENTO TÉCNICO DE SOPORTE

MODIFICACIÓN DEL DECRETO 98 DE 2011

Subdirección de Calidad del Aire, Auditiva y Visual - SCAAV

Mediante el cual se presenta el soporte técnico que motiva la modificación del Decreto Distrital 98 de 2011 por el cual se adopta el Plan Decenal de Descontaminación del Aire para Bogotá, y se define la estrategia para realizar la actualización de dicho plan.

Página 1 de 120

Secretaría Distrital de Ambiente
Av. Caracas N° 54-38
PBX: 3778899 / Fax: 3778930
www.ambientebogota.gov.co
Bogotá, D.C. Colombia

**BOGOTÁ
MEJOR
PARA TODOS**



ALCALDÍA MAYOR
DE BOGOTÁ D.C.
SECRETARÍA DE AMBIENTE

Preparado por:

Grupo Plan Decenal de Descontaminación del Aire para Bogotá - PDDAB

Carlos Amarís de León
Karen Johana Blanco Fajardo
Jorge Enrique Castaño Jaramillo
Rafael Arturo Chaparro Ortiz
Wilson Fernando Mendoza Téllez
Sandra Milena Meneses Martínez
Mario Andrés Moncayo Albornóz
Jaime Alexander Rueda Gómez
Hugo Enrique Sáenz Pulido
Zayra Mabel Sánchez Hernández

Grupo Red de Monitoreo de Calidad del Aire de Bogotá

Henry Torres Posada
John Freddy Grajales
Leonardo Quiñones Cantor
Jorge Iván Leal Lozano

Grupo Sistema Integrado de Modelación de la Calidad del Aire de Bogotá

Sandra Mireya Fajardo González

Grupo Sistema de Alertas Tempranas Ambientales de Bogotá

Sebastián Gómez Robles

Grupo de Control a Fuentes Móviles

Edgar Alberto Rojas
Briana Lizeth Cabrera Leiva

Grupo de Control a Fuentes Fijas

Daniel Fabián Palacio Soto

Aprobado por:

Ing. Oscar Alexander Ducuara Falla
Subdirector
Subdirección de Calidad del Aire Auditiva y Visual

Secretaría Distrital de Ambiente
Bogotá D.C., 2017

Página 2 de 120

Secretaría Distrital de Ambiente
Av. Caracas N° 54-38
PBX: 3778899 / Fax: 3778930
www.ambientebogota.gov.co
Bogotá, D.C. Colombia

**BOGOTÁ
MEJOR
PARA TODOS**

2

Contenido

1. PRELIMINARES.....	9
1.1. CONTEXTO GENERAL	9
1.2. INTRODUCCIÓN.....	14
1.3. JUSTIFICACIÓN	14
1.4. OBJETIVO DEL DOCUMENTO	19
1.5. ALCANCE.....	19
2. DIAGNÓSTICO DE CIUDAD	20
2.1. ASPECTOS FÍSICOS DE LA CIUDAD	20
2.2. DESARROLLO URBANO Y SOCIO ECONÓMICO	30
3. MARCO NORMATIVO	46
3.1. INTERNACIONAL	46
3.2. NACIONAL	46
3.3. DISTRITAL	47
4. IMPACTOS DE LA CONTAMINACIÓN DEL AIRE	48
4.1. EFECTOS DE LOS CONTAMINANTES EN LA SALUD HUMANA	48
4.2. SATAB E IBOCA	50
5. ESTADO DE LA CALIDAD DEL AIRE 2011 – 2015	52
5.1. DIAGNÓSTICO DE LA CALIDAD DEL AIRE EN BOGOTÁ.....	52
5.2. GESTIÓN DE LOS GRUPOS SEGUIMIENTO Y CONTROL	57
6. RESULTADOS PDDAB 2011.....	64
6.1. SEGUIMIENTO DE AVANCE EN LAS METAS DEL PDDAB	64
6.2. RESULTADOS POR SECTOR	68
6.3. OTRAS ACCIONES PARA REDUCIR LAS EMISIONES	89
7. INVENTARIO DE EMISIONES CONTAMINANTES 2014	92
7.1. INVENTARIO POR TIPO DE FUENTE DE EMISIÓN	95
7.2. Análisis de categorías	100
8. ESTRATEGIA PARA LA ACTUALIZACIÓN DEL PDDAB	109
8.1. OBJETIVOS DE LA ACTUALIZACIÓN	109
8.2. ETAPAS PARA LA ACTUALIZACIÓN	110
8.3. RELACIÓN CON CIMA	111
9. ETAPA I – MODIFICACIÓN DEL DECRETO 98 DE 2011 Y ACTUALIZACIÓN DE LA ESTRUCTURA DEL PLAN.....	112
9.1. ESTRUCTURA DEL PLAN DE DESCONTAMINACIÓN DEL AIRE	112
9.2. ESTRATEGIAS DE CIUDAD.....	113
9.3. LÍNEAS DE ACCIÓN.....	115
10. RECOMENDACIÓN.....	117
REFERENCIAS.....	119



Lista de Tablas

Tabla 1 - Acumulados de precipitación de las estaciones de la RMCAB mensuales durante 2014.	2
Tabla 2 - Acumulados de precipitación de las estaciones de la RMCAB desde 2000 hasta 2014.	2
Tabla 3 - Promedio de velocidad del viento para las estaciones de la RMCAB desde 2000 hasta 2014.	2
Tabla 4 - Promedios de humedad relativa de los últimos años en las estaciones de la RMCAB.	2
Tabla 5. Crecimiento de los sectores	2
Tabla 6: Matriz energética de Bogotá año 2012.....	2
Tabla 7. Matriz energética sector industrial.....	2
Tabla 8: Matriz Energética Sectores Económicos.....	2
Tabla 9 - Cantidad de excedencias para PM10 y PM2.5 durante 2014 y 2015.	2
Tabla 10 - Excedencias a límites de Ozono 8h respecto a la norma nacional y recomendación OMS	2
Tabla 11 - Seguimientos a fuentes fijas por localidad	2
Tabla 12. Actuaciones Técnicas a fuentes fijas por mes. (Conceptos Técnicos e Informes Técnicos).....	2
Tabla 13. Vehículos revisados en Operativos en la Vía.....	2
Tabla 14. Metas de emisiones y concentración en inmisión de PM10.....	2
Tabla 15. Concentraciones promedio de ciudad para los contaminantes criterio, presentada desde el año 2008 hasta 2016.....	2
Tabla 16. Avance en reducción de emisiones de PM en toneladas.....	2
Tabla 17. Avance en reducción de emisiones de PM en toneladas para el sector industrial.....	2
Tabla 18. Avance en reducción de emisiones de PM en toneladas para el sector de transporte de carga.....	2
Tabla 19. Avance en reducción de emisiones de PM en toneladas para el sector de motocicletas	2
Tabla 20. Tecnologías de cero o bajas emisiones en el SITP	2
Tabla 21. Factores de emisión en g/kWh de un vehículo troncal antes y después de la instalación del SCE.....	2
Tabla 22. Factores de emisión en g/kWh de un vehículo zonal antes y después de la instalación del SCE.....	2
Tabla 23. Avance en reducción de emisiones de PM en toneladas para el sector de transporte público	2
Tabla 24 - Inventario de emisiones 2014 por fuentes de combustión y de área en Bogotá.....	2
Tabla 25 - Porcentaje de participación por tipo de fuente de emisión. Inventario 2014.....	2
Tabla 26 - Comparación inventario de emisiones año 2008 y 2014	2
Tabla 27 - Inventario de emisiones (ton/año) fuentes fijas año 2014.....	2
Tabla 28 - Inventario de emisiones (ton/año) fuentes móviles año 2014	2
Tabla 29 - Inventario de emisiones (ton/año) de material particulado susceptible resuspensión - MPSR.....	2
Tabla 30 – Estrategias y líneas de acción definidas en la Etapa I de la actualización del PDDAB	2

Página 4 de 120

Secretaría Distrital de Ambiente
Av. Caracas N° 54-38
PBX: 3778899 / Fax: 3778930
www.ambientebogota.gov.co
Bogotá, D.C. Colombia

**BOGOTÁ
MEJOR
PARA TODOS**



Lista de Figuras

Figura 1 – Lluvia Mensual.	2
Figura 2 – Lluvia anual. Acumulados multianuales del promedio de las estaciones de la RMCAB.....	2
Figura 3 - Velocidad (Superficie en colores y vectores) y dirección (vectores) del viento en Bogotá durante 2014.	2
Figura 4 - Radiación trimestral de los últimos años.....	2
Figura 5 - Presión atmosférica mensual de las estaciones de la RMCAB.	2
Figura 6 - Humedad relativa mensual media del periodo 2008- 2013 y su comparación con los meses de 2014	2
Figura 7 - Temperatura promedio mensual de las estaciones de la RMCAB en el periodo 1998- 2013	2
Figura 8 - Población de Bogotá y la región, (2015, 2014, 2011).....	2
Figura 9 - Distribución de la población por estrato socioeconómico	2
Figura 10 - Crecimiento de las economías de América Latina, Colombia y de Bogotá – 2014	2
Figura 11 - PIB Estimado para principales ciudades de América Latina 2013.....	2
Figura 12 - Distribución del valor agregado por actividad económica de la Región Bogotá - Cundinamarca.....	2
Figura 13 - Composición y estado de la malla vial a corte de 31 de diciembre de 2013. Fuente: IDU, 2015.....	2
Figura 14 - Distribución por medio de transporte para viajes en Bogotá (2015).....	2
Figura 15 - Indicador distribución modal viajes totales por estrato de la vivienda encuesta (2015-2011)	2
Figura 16 - Distribución horaria total de viajes área de estudio (2011-2015).....	2
Figura 17 – Tasa de motorización por municipio, 2015.....	2
Figura 18 - Principales aeropuertos de américa latina por su capacidad de carga.....	2
Figura 19 - Composición vehicular	2
Figura 20 - Corredores de acceso.....	2
Figura 21 - Caracterización de productos transportados por corredores principales.....	2
Figura 22 - Distribución Principales barreras para la industria.....	2
Figura 23. Evolución de la participación porcentual del PIB regional de Bogotá.	2
Figura 24 - Concentración de PM ₁₀ promedio anual Bogotá 1998 – 2015.....	2
Figura 25 - Mapas interpolados de la concentración de PM ₁₀ en Bogotá.	2
Figura 26 - Concentración de PM _{2.5} en Bogotá.	2
Figura 27 - Mapas interpolados de la concentración de PM _{2.5} en Bogotá.....	2
Figura 28 - Mapas interpolados de la concentración de ozono como promedios 8h en Bogotá 2014.....	2
Figura 29 - Cantidad de vehículos autorregulados por año	2
Figura 30. Emisiones de material particulado entre los años 2008 y 2020 para escenario tendencial sin medidas en comparación con las emisiones en el escenario con plan de descontaminación y las mediciones reales estimadas en los inventarios de emisiones años 2008, 2012, 2014.....	2
Figura 31 - Cantidad de fuentes fijas por tipo combustible	2
Figura 32. Emisiones de material particulado entre los años 2008 y 2020 en el escenario tendencial en comparación con las emisiones en el escenario con plan de descontaminación y las mediciones reales estimadas en los inventarios de emisiones años 2008, 2012, 2014 para el sector industrial.	2
Figura 33. Emisiones de material particulado entre los años 2008 y 2020 en el escenario tendencial en comparación con las emisiones en el escenario con plan de descontaminación y las mediciones reales estimadas en los inventarios de emisiones años 2008, 2012, 2014 para el sector de transporte de carga.	2
Figura 34. Pruebas de motos dos tiempos con el uso de un catalizador.....	2

Página 5 de 120

Secretaría Distrital de Ambiente
Av. Caracas N° 54-38
PBX: 3778899 / Fax: 3778930
www.ambientebogota.gov.co
Bogotá, D.C. Colombia

**BOGOTÁ
MEJOR
PARA TODOS**



Figura 35. Emisiones de material particulado entre los años 2008 y 2020 en el escenario tendencial en comparación con las emisiones en el escenario con plan de descontaminación y las mediciones reales estimadas en los inventarios de emisiones años 2008, 2012, 2014 para el sector de motocicletas	2
Figura 36 - Rutas de prueba para tecnologías en la ciudad de Bogotá	2
Figura 37. Emisiones de material particulado entre los años 2008 y 2020 en el escenario tendencial en comparación con las emisiones en el escenario con plan de descontaminación y las mediciones reales estimadas en los inventarios de emisiones años 2008, 2012, 2014 para el sector de transporte público.....	2
Figura 38 - Contribución de cada fuente de emisión por contaminante. 2014.....	2
Figura 39 - Emisiones de PM10 proveniente de fuentes fijas para año 2008 y 2014.....	2
Figura 40 - Aporte de emisiones de fuentes móviles en ruta para los diferentes contaminantes	2
Figura 41 - Participación por número de vehículos y emisiones de PM según categoría vehicular	2
Figura 42 - Participación de diferentes categorías vehiculares en número de fuentes.....	2
Figura 43 - Contribución de emisiones de material particulado resuspendido año 2014.....	2
Figura 44 - Inventario de emisiones generadas por fuentes industriales.....	2
Figura 45 - Comparación entre inventario de emisiones 2008 y 2014	2
Figura 46 - Distribución por tipo de combustible en la flota de taxis	2
Figura 47 - Comparación cantidad de motocicletas 2012 vs 2014.....	2
Figura 48 - Participación en ventas por tipo de combustible.....	2
Figura 49 - Estructura jerárquica para la actualización del PDDAB	2

Lista de Anexos

Página 6 de 120

Secretaría Distrital de Ambiente
Av. Caracas N° 54-38
PBX: 3778899 / Fax: 3778930
www.ambientebogota.gov.co
Bogotá, D.C. Colombia

**BOGOTÁ
MEJOR
PARA TODOS**



ALCALDÍA MAYOR
DE BOGOTÁ D.C.
SECRETARÍA DE AMBIENTE

ANEXO 01 - Marco Normativo
ANEXO 02 - Fichas de Evaluación Medidas PDDAB 2011
ANEXO 03 - Fichas por categoría del inventario de emisiones

Página 7 de 120

Secretaría Distrital de Ambiente
Av. Caracas N° 54-38
PBX: 3778899 / Fax: 3778930
www.ambientebogota.gov.co
Bogotá, D.C. Colombia

**BOGOTÁ
MEJOR
PARA TODOS**

1. PRELIMINARES

1.1. CONTEXTO GENERAL

El Plan Decenal de Descontaminación del Aire para Bogotá se adoptó como herramienta de planeación en el mediano y largo plazo en el año 2011, mediante el Decreto Distrital 098 de 2011 y después de un trabajo riguroso realizado por la Universidad de Los Andes. Este Plan estableció la hoja de ruta para lograr una reducción efectiva de las emisiones de material particulado en la ciudad con el objeto de mejorar los indicadores de calidad del aire en la totalidad del territorio, entre otros.

La ciudad ha venido realizando enormes esfuerzos para desarrollar las acciones previstas en el plan, así como las demás acciones que se ha considerado se deben realizar para mejorar la calidad del aire que respiran los bogotanos. En este sentido, la Secretaría Distrital de Ambiente, en adelante SDA, invirtió recursos económicos y técnicos en el fortalecimiento de la infraestructura, equipos, herramientas y personal necesarios para desarrollar adecuadamente estas actividades.

La estrategia en que se ha basado el trabajo y los avances de la SDA está fundamentada en la necesidad de realizar la gestión de la calidad de aire de forma integrada. Siendo así, se han podido articular y consolidar los diferentes planes, programas, proyectos y herramientas de la Subdirección de Calidad del Aire, Auditiva y Visual, en adelante SCAAV, lo cual ha permitido generar un sistema estructurado y sinérgico que sirve para medir, evaluar, pronosticar, gestionar y controlar los impactos de los diferentes niveles de contaminación atmosférica en la ciudad, teniendo en cuenta la heterogeneidad espacial de dicha contaminación, así como las interrelaciones misionales, administrativas y operativas entre las diferentes entidades del distrito.

En este proceso se ha armonizado la gestión y operación de:

- La Red de Monitoreo de Calidad del Aire de Bogotá –RM CAB que permite recolectar información sobre la concentración de contaminantes de origen antropogénico y natural, y del comportamiento de las variables meteorológicas que regulan el transporte de los mismos en la atmósfera de Bogotá. Estos datos permiten conocer los niveles de concentración de contaminantes para la población y hoy la ciudad cuenta con monitores de Material Particulado fino, $PM_{2.5}$, en once (11) de las catorce (14) estaciones de monitoreo de la Red.
- El Sistema Integrado de Modelación de Calidad del Aire –SIMCAB, desarrollado en convenio con la Universidad de La Salle y con el apoyo de la Universidad de la Florida, simula la fisicoquímica de la atmósfera bogotana, a fin de entender la generación, movimiento y transformación de contaminantes por la ciudad. Permite predecir estados de alta concentración de contaminantes en la ciudad hasta con 24 horas de antelación, lo cual permite activar preventivamente los sistemas distritales de gestión del riesgo. También permite proyectar distintos escenarios de desarrollo de la ciudad, a fin de evaluar sus impactos en la calidad del aire y por tanto en la afección de la salud en la población.
- El Sistema de Alertas Tempranas Ambientales de Bogotá –SATAB. Un sistema basado en el monitoreo en tiempo real de la RM CAB y la capacidad de pronóstico del SIMCAB para emitir alertas y prealertas de una posible o inminente situación de emergencia ambiental por contaminación atmosférica, para que la

Página 8 de 120

S



institucionalidad del Distrito pueda actuar de forma articulada ante cada alerta o responder en caso de que la emergencia se materialice, de modo que el riesgo por el eventual deterioro de la calidad sea mitigado disminuyendo la vulnerabilidad de la población y haciendo controles excepcionales sobre las fuentes de emisiones contaminantes. Los umbrales para Bogotá de los niveles preventivos, de alerta y de emergencia, calculados con base en las concentraciones de los contaminantes criterio, se definieron mediante el Índice Bogotano de Calidad de Aire, IBOCA. El SATAB y el IBOCA están en consonancia con el Sistema Distrital de Gestión del Riesgo y Cambio Climático de Bogotá.

- Las acciones de gestión para reducción de emisiones del Plan Decenal de Descontaminación del Aire para Bogotá –PDDAB, son un instrumento de planeación que le permite a la ciudad identificar los sectores económicos con mayores aportes en contaminación atmosférica e identifica y gestiona la implementación de las estrategias para reducir dichas emisiones.

Las acciones de Seguimiento y Control que asocia las actividades y estrategias propias del ejercicio misional de la autoridad ambiental, buscan vigilar el cumplimiento de la normativa vigente respecto a límites de emisión de contaminantes atmosféricos para diferentes categorías de fuentes de emisión fijas (industria) y móviles (transporte) y promover el mejor desempeño ambiental de los sectores regulados.

Esta gestión coordinada de la calidad del aire ha permitido a los equipos de la SCAAV alinear sus acciones con las necesidades prioritarias de la ciudad, así como identificar las oportunidades para fortalecer los diferentes instrumentos con que hoy cuenta la ciudad, de manera general puede decirse que la estrategia desarrollada se ha fundamentado en tres aspectos, la revisión regulatoria de los sectores contaminantes a intervenir, el desarrollo de gestiones de acercamiento, sensibilización y concertación con los actores involucrados en la implementación de los proyectos, y la investigación como herramienta para establecer la ruta óptima de implementación y/o reformulación de los proyectos y programas y como complemento estratégico para afrontar las condiciones complejas y cambiantes e incluso las oportunidades que plantea una ciudad como Bogotá, en pro del mejoramiento de la calidad del aire. Todo esto, claro está, de manera paralela al ejercicio de autoridad ambiental mediante el fortalecimiento de las acciones de seguimiento y control.

Las acciones y proyectos adelantados en el marco de esta gestión incluyen el diseño de política pública, el diseño de estrategias y programas de gestión, el fortalecimiento a los procesos de control y seguimiento, y los procesos de cooperación e investigación, todo con el objeto de mejorar el comportamiento ambiental de los sectores.

Dentro de las acciones realizadas, se actualizó el inventario de emisiones con corte a 2012 y 2014, considerando fuentes fijas, móviles y adicionalmente fuentes de área, naturales o biogénicas y fuentes de emisión de material particulado resuspendido como son las construcciones, canteras, malla vial, entre otras, las cuales no se habían tenido en cuenta en inventarios anteriores. Estos inventarios no son comparables técnicamente con la línea base 2008, debido a que se consideró la participación de fuentes industriales adicionales, se actualizaron factores de emisión y eficiencia energética locales para fuentes móviles en los sectores de motocicletas con motores dos (2) y cuatro (4) tiempos y vehículos del transporte público de pasajeros. En este último sector se tuvo en cuenta la participación de nuevas tecnologías propias de la evolución tecnológica con la vinculación de vehículos de estándar de emisión Euro IV y V y tecnologías Híbridas (Euro V- Eléctrico), Gas Natural Vehicular GNV y Eléctricos.

Secretaría Distrital de Ambiente
 Av. Caracas N° 54-38
 PBX: 3778899 / Fax: 3778930
 www.ambientebogota.gov.co
 Bogotá, D.C. Colombia





Con el fin de avanzar en el proceso de caracterización de las fuentes se hizo una actualización del número de industrias de la ciudad por medio de visitas realizadas al sector que está presente en Puente Aranda, Tunjuelito, Kennedy, Bosa, Ciudad Bolívar, Fontibón, Engativá y Suba, siendo estas localidades las que presentan una mayor problemática de calidad del aire considerando los niveles de material particulado PM10. Es necesario mencionar que la implementación de estrategias para la reducciones de emisiones generadas por el sector industrial, necesariamente debe partir del profundo conocimiento y caracterización de las fuentes fijas de emisiones por combustión externa en el sector industrial y de la verificación del cumplimiento normativo (límites máximos de emisión) por parte de las mismas, con el objeto de enfocar adecuadamente las gestiones de mejoramiento de desempeño ambiental en los subsectores críticos de la industria y de emprender toda estrategia sobre la base del cumplimiento normativo y no para este, lo cual no compete a la Autoridad Ambiental sino al sector regulado.

Se ha venido trabajando en la reestructuración del actual "Programa de Autorregulación Ambiental" con el objetivo de generar una estrategia que permita el desarrollo, organización y desempeño eficiente del transporte de carga, alineándose con las políticas propias de la ciudad, de una manera que se involucre a los diferentes actores para lograr un bien común, con lo cual se fortalece una de las herramientas más importantes que se tienen frente a la contaminación que este sector emite en la ciudad. La estructura del nuevo programa se establece en cuatro ejes: Estrategia de logística operacional, buenas prácticas de conducción, prácticas de mantenimiento enfocadas en la eficiencia energética y el cambio tecnológico o uso de tecnologías para reducir las emisiones. Este programa se desarrolla en el marco de las acciones de coordinación de la Unidad de Coordinación Público Privada para la Logística en Bogotá y Cundinamarca.

Mediante la Resolución 646 del 14 de septiembre de 2015, y tras un constante proceso de conciliación y trabajo conjunto con la comunidad, el concejo y la administración pública, las Secretarías Distritales de Movilidad y Ambiente adoptaron el plan para la mitigación de emisiones de los vehículos con motor de ciclo de dos (2) tiempos que circulan en la ciudad de Bogotá 2015 - 2020, el cual busca fortalecer al sector con dos estrategias específicas: ferias de cambio tecnológico y capacitación a los motociclistas en mantenimiento, conducción, seguridad vial y normativa. En el marco de la semana de la Seguridad Vial, el 3 de octubre de 2015 se realizó la Primera Feria por la Seguridad Vial, el Cambio Tecnológico Voluntario y la Cultura Ciudadana, a la cual asistieron más de 1.200 motociclistas y se presentaron motos eléctricas y de combustión con ventajas ambientales, así como un portafolio de capacitaciones preparado por los diferentes actores del sector.

Mediante el Decreto Distrital No. 477 del 21 de octubre de 2013 se adoptó el Plan de Ascenso Tecnológico para el SITP, el cual tiene como objetivo mejorar la calidad del aire y reducir los impactos en la salud pública debidos a la contaminación atmosférica, en la ciudad de Bogotá D.C. El PAT es una herramienta orientada a la reducción de las emisiones y del consumo de combustible en el sector transporte a través de la implementación de tecnologías bajas en carbono, se orienta al cumplimiento de las metas de reducción de consumos de energía, establecidas en la Resolución Nacional 18-0919 de 2010, emanada del Ministerio de Minas y Energía.

Con la Ciudad Laboratorio, uno de los componentes del PAT, se busca robustecer la capacidad técnica de la SDA a través de la experimentación. Ampliar el conocimiento de las características, impactos y oportunidades de gestión de nuevos contaminantes y/o contaminantes no convencionales, así como de nuevas tecnologías para el transporte, gestionando los escenarios interinstitucionales para la realización de pruebas y campañas de medición

Página 10 de 120

Secretaría Distrital de Ambiente
Av. Caracas N° 54-38
PBX: 3778899 / Fax: 3778930
www.ambientebogota.gov.co
Bogotá, D.C. Colombia

**BOGOTÁ
MEJOR
PARA TODOS**



bajo las condiciones propias de la ciudad, brindando una plataforma para la experimentación y un proceso de comprobación rigurosa para la apropiación del conocimiento. Hoy Bogotá cuenta con protocolos de pruebas específicos para los buses troncales, padrones y urbanos, en los que se evalúa de forma objetiva el desempeño ambiental, operacional y energético de las diferentes tecnologías disponibles.

Con el apoyo de la Agencia Suiza para la Cooperación y el Desarrollo y la Universidad Nacional de Colombia, se desarrolló el piloto del programa de filtros con el fin de determinar la flota final objeto de la implementación de la medida y conocer el comportamiento de los filtros en las condiciones de Bogotá. Se realizó el protocolo de control a la instalación de filtros de partículas y se establecieron los escenarios de socialización a los operadores del Plan de implementación de filtros de partículas con tecnologías aprobadas. Adicionalmente se desarrollaron alianzas estratégicas con diferentes proveedores de filtros de partículas con el fin de que se articulen con la implementación del programa.

Mediante Decreto 677 del 29 de diciembre de 2011 se autorizó la Operación Piloto de Taxis Eléctricos, la cual tuvo su preparación en 2012, lanzamiento en 2013 y seguimiento a la operación desde entonces. El objeto de este proyecto es obtener información costo-operativa y de desempeño de vehículos eléctricos, y así constituir elementos de juicio base para la generación de estrategias que promuevan la masificación de la movilidad eléctrica, el desarrollo de infraestructura de recarga y por ende, la reducción de la dependencia de combustibles fósiles y la disminución de las emisiones generadas por el sector transporte en la ciudad de Bogotá. A la fecha operan alrededor de 43 taxis eléctricos en la ciudad y día a día generan información y experiencia valiosa para avanzar con la implementación de tecnologías bajas en carbono.

Se estableció el Programa de Conducción Ecológica en Bogotá, el cual tiene como objetivo fundamental establecer lineamientos que favorezcan la promoción de patrones de conducción menos agresivos. Dentro de la implementación del PDDAB se han identificado otras formas de reducir las emisiones del parque automotor de la ciudad, y una de las variables que ha demostrado ser importante en los niveles de emisión de fuentes móviles es el denominado "patrón de conducción". Conducir con aceleraciones fuertes y detenciones frecuentes y dramáticas, genera mayores emisiones de gases contaminantes en comparación con un patrón menos agresivo. Unos buenos patrones de conducción representan un ahorro significativo debido al menor consumo de combustible y los beneficios en costos asociados al mantenimiento y accidentalidad disminuyen.

Se realizó la estimación del inventario de material particulado resuspendido en la ciudad (PM_{10} y $PM_{2.5}$) como parte de las estrategias para conocer otras fuentes de emisión con gran aporte en las emisiones totales de PM. Este inventario permitió establecer que las mayores emisiones de este contaminante se asocian con el estado de la malla vial, definiendo una relación de 9:1 en comparación con las otras fuentes de emisión (material resuspendido proveniente de vías vs. PM de fuentes fijas y móviles). En el mismo sentido, se está desarrollando nuevo conocimiento sobre las emisiones de PM resuspendido proveniente de otras fuentes como las obras de construcción y los terrenos agrícolas dentro de la ciudad. Además, se está actualizando la información sobre el estado de la malla vial según tipología y estado con el fin de ajustar el inventario de material particulado resuspendido realizado en el marco del Contrato 1467 de 2013, y de esta forma generar lineamientos y estrategias que permitan focalizar las acciones para la reducción de estas emisiones.

Página 11 de 120

Secretaría Distrital de Ambiente
Av. Caracas N° 54-38
PBX: 3778899 / Fax: 3778930
www.ambientebogota.gov.co
Bogotá, D.C. Colombia

**BOGOTÁ
MEJOR
PARA TODOS**



Se diseñó e implementó la primera fase del Plan de Intervención de la Zona Sur Occidente de Bogotá –PIZSO, como una herramienta de gestión en la que interactúan diferentes instituciones conjuntamente para gestionar la calidad del aire del sur occidente de la ciudad. En este plan de intervención se busca fortalecer las acciones interadministrativas que el distrito desarrolla en la zona de atención, con el objeto de generar un impacto en la calidad del aire, considerando las fuentes móviles, las industrias, el estado de las vías, los ecosistemas urbanos y la interacción en estos temas con el municipio de Soacha.

Actualmente como método de seguimiento a las fuentes móviles se realizan mediciones de las emisiones de CO y HC en estado estacionario para vehículos a gasolina y gas, y mediciones de opacidad para vehículos diésel. Por otro lado, el control ambiental en vía se realiza en conjunto con la policía, y aunque tiene un gran despliegue logístico, operacional, técnico y económico, no es representativo para el parque automotor que circula en la ciudad. Se ha evidenciado técnicamente que en nuevas tecnologías de vehículos diésel, como los EURO IV, EURO V, EURO VI y tecnologías con Filtros de Partículas Diésel - DPF instalados, la medición de opacidad no representa adecuadamente el comportamiento ambiental del móvil, debido a las bajas concentraciones de material particulado emitidas. Por lo anterior, se están estructurando acciones, iniciando con vehículos diésel de nuevas tecnologías, a partir del conocimiento de: los sistemas de control de emisiones, las nuevas tecnologías disponibles en equipos de medición, la evaluación de la medición directa de contaminantes en el sistema de escape de los vehículos (óxidos de nitrógeno, material particulado en masa y conteo de nano-partículas), la evaluación de vehículos a condiciones reales de operación (pruebas dinámicas), así como también la estructuración del seguimiento ambiental a partir del Sistema de Diagnóstico a Bordo – OBD. Lo anterior permitiría realizar un seguimiento y control más eficiente a las fuentes móviles, considerando la calidad y confiabilidad de la información y la cobertura técnica y logística.

Se ha profundizado en el conocimiento de propiedades del material particulado, tales como su tamaño y composición, encontrando un alto impacto en calidad del aire, cambio climático y salud, en especial por parte de dos contaminantes: las nano-partículas (PM0.6) y el *Black Carbon*. En este sentido y en compañía de la comunidad académica (Universidad Nacional de Colombia, Universidad de la Salle, Universidad Manuela Beltrán, Universidad Distrital Francisco José de Caldas y Universidad de los Andes), se han desarrollado mediciones de estos contaminantes a nivel respirable en distintos ambientes urbanos, permitiendo conocer su comportamiento en las calles y otros micro-ambientes de la ciudad, y obteniendo información que permite establecer el impacto a mediano plazo de las estrategias implementadas para la mitigación de las emisiones, así como se han generado espacios de discusión sobre las estrategias en desarrollo.

Como estrategia para vincular a la sociedad civil e instituciones de la ciudad, se llevan a cabo escenarios de divulgación del desarrollo de los proyectos que lidera la SDA en cuanto a la gestión de la calidad del aire. Estos espacios también son aprovechados para profundizar en temas referentes al comportamiento de la calidad del aire y la dinámica atmosférica de la ciudad desde el año 2009. Se debe resaltar, que con la estrategia de socialización del PDDAB, se generan mecanismos de comunicación entre los diferentes actores del distrito (sociedad civil, industria, autoridad y academia) con el fin de aunar esfuerzos y colaborar en el seguimiento a los escenarios de interés para mejorar la calidad de vida de los bogotanos.

Este conjunto de acciones ha permitido que la Secretaría de Ambiente tenga un conocimiento más amplio de la calidad del aire en general, las fuentes de emisión, los contaminantes, las tecnologías para monitorearlos y

Página 12 de 120

Secretaría Distrital de Ambiente
Av. Caracas N° 54-38
PBX: 3778899 / Fax: 3778930
www.ambientebogota.gov.co
Bogotá, D.C. Colombia

**BOGOTÁ
MEJOR
PARA TODOS**



mitigarlos, los actores y sus intereses, así como las herramientas disponibles para gestionar las emisiones y las fuentes de emisión. Del mismo modo le ha permitido entender que la herramienta de planeación para la reducción de emisiones debe estar articulada con la dinámica de la ciudad y que la calidad del aire es un bien público que requiere del concurso de los diferentes actores e instituciones públicas y privadas para lograr niveles favorables para la salud humana y para la calidad de vida de todos los bogotanos y bogotanas.

Es por estas razones, y por las que más adelante se expondrán en forma particular, que la Secretaría de Ambiente en cabeza de la Subdirección de Calidad del Aire, Auditiva y Visual ha emprendido las acciones para actualizar el Plan Decenal de Descontaminación del Aire para Bogotá con el concurso de las demás instituciones del orden distrital con injerencia e interés en la calidad del aire y la salud de los bogotanos, la academia, los diferentes sectores y la comunidad en general, y este documento da cuenta de la planificación definida para lograr tal fin.

1.2. INTRODUCCIÓN

El presente documento presenta los antecedentes de la ciudad a modo de ilustrar los principales factores que, a juicio del equipo técnico, pueden tenerse en cuenta al momento de identificar las principales causas asociadas al comportamiento de las emisiones contaminantes y de la contaminación del aire en sí. Se presenta un resumen del marco normativo asociado a los compromisos internacionales de país, los lineamientos de la política nacional y los antecedentes de política pública vigentes en la ciudad que se asocian o referencian para los diferentes sectores económicos o fuentes de la ciudad.

Del mismo modo se presentan los resultados obtenidos y las lecciones aprendidas durante el proceso de gestión para la implementación del portafolio óptimo de medidas definidas en el Plan Decenal 2011, generando las principales conclusiones para proponer la potencialización del instrumento, contemplando el estado actual de las emisiones de la ciudad, analizando sectores y fuentes no contempladas anteriormente y sobre las cuales se ha avanzado de algún modo.

Finalmente se presenta la propuesta para actualización del Plan Decenal, principalmente se definen las etapas para lograr obtener en el tiempo un instrumento de ciudad que le permita a las instituciones formular, evaluar e implementar las medidas de descontaminación que los diferentes sectores de la administración vayan identificando como posibles aportantes para reducir las emisiones, así como tener las capacidades propias de evaluar permanentemente el avance en la gestión y resultados del instrumento de forma que se dinamice conforme a las necesidades y oportunidades del crecimiento y desarrollo de la ciudad.

1.3. JUSTIFICACIÓN

La decisión de actualizar el Plan Decenal y de establecer una estrategia para tal fin obedece a los resultados obtenidos con las acciones implementadas en los últimos años de trabajo de la autoridad ambiental de la ciudad, que han permitido evidenciar tres (3) problemáticas relacionadas con la calidad del aire que los bogotanos respiran en la actualidad y la gestión de la misma:

Página 13 de 120

Secretaría Distrital de Ambiente
Av. Caracas N° 54-38
PBX: 3778899 / Fax: 3778930
www.ambientebogota.gov.co
Bogotá, D.C. Colombia

**BOGOTÁ
MEJOR
PARA TODOS**

Altas emisiones de contaminantes atmosféricos por fuentes industriales, comerciales, de área, móviles y de resuspensión.

Los procesos de combustión y resuspensión de los diferentes sectores económicos de la ciudad emiten contaminantes como material particulado (PM10, PM2.5, black carbon, partículas ultra finas) y gases contaminantes (O3, CO, CO2, NOx, SOx, COV, entre otros), lo cual acarrea afectaciones en salud, en la estructura ecológica y grandes pérdidas sociales y económicas.

Desigualdad en el disfrute de una buena calidad del aire en la ciudad.

La desigualdad en la buena calidad del aire en la ciudad consiste en tener mayores niveles de concentración de material particulado (PM2.5) y (PM10) en algunas zonas de la ciudad, lo que conlleva a que esta población esté expuesta a mayores riesgos de adquirir enfermedades respiratorias y cardiovasculares entre otras.

Debilidad en la articulación interinstitucional para gestionar la calidad del aire de la ciudad.

La gestión de la calidad del aire típicamente se asocia con las competencias de gestión, control y vigilancia de la Secretaría de Ambiente, sin embargo, la gestión sobre algunos de los sectores generadores de emisiones o situaciones específicas, requiere por competencia la actuación de otras entidades del distrito y la región. Ej. El mal estado de la malla vial genera un alto volumen de material particulado por re suspensión, pero la SDA no tiene la competencia para priorizar la recuperación de la malla vial.

Adicionalmente se han identificado las principales acciones a realizar para resolver dicha problemática.

Fortalecimiento al monitoreo de la calidad del aire

La gestión de la Calidad del Aire se basa en el conocimiento de la misma, por lo que fortalecer la capacidad de monitoreo de la misma es fundamental para continuar entendiendo el comportamiento de la contaminación. Se debe priorizar:

- Ampliar el monitoreo actual en las estaciones, a fin de tener los mismos contaminantes monitoreados en todas las 14 estaciones disponibles.
 - Ampliar cobertura de la RMCAB, a fin de atender el 100% de la población bogotana, pues en la actualidad existen vacíos que no permiten tener información certera del estado de la calidad del aire en ciertas zonas de la ciudad.

Profundización en el conocimiento

Actualmente la SDA es líder en la región respecto de la generación de conocimiento de las partículas que en mayor medida afectan la salud humana, pero este proceso debe fortalecerse y ampliarse a otros contaminantes para obtener conclusiones fiables que permitan la generación de políticas de gestión de mayor eficacia. Así se debe seguir trabajando en:

- Medición de nuevos contaminantes y contaminantes no convencionales, a fin de tener información sobre características, impactos y oportunidades de gestión de diversos compuestos cancerígenos, sustancias generadoras de olores ofensivos e incluso metales pesados.
- Caracterización de las emisiones generadas por las fuentes móviles, fijas y por re-suspensión, así como las depositadas en los equipos de monitoreo de la RMCAB, para identificar el origen de las mismas y generar estrategias con enfoques particulares.

Página 14 de 120



- Identificación de niveles de exposición de la población en diferentes escenarios, ciclistas, peatones, zonas críticas de la ciudad, etc., para gestionar adecuadamente los impactos en la misma y evaluar la eficacia de los programas implementados.
- Identificación de beneficios de las nuevas tecnologías, comparando bajo condiciones reales de Bogotá, el desempeño ambiental y energético de diferentes tecnologías disponibles para las tipologías operacionales en Bogotá.

Empoderamiento a la población

Con la puesta en marcha y operación de un Sistema Integrado de Modelación de la Calidad del Aire para Bogotá, se espera no solo vincular el uso de herramientas tecnológicas en las instancias de planeación de la ciudad, sino también poner a disposición de la población servicios como el Pronóstico de Calidad del Aire. Esto tiene por objeto complementario, el promover que los ciudadanos se conviertan en actores activos que exijan tanto el desarrollo de estrategias para la reducción de contaminación por parte de la administración local, como el cumplimiento por parte de los sectores regulados. Para tal efecto, se requiere:

- Acceso a la información mediante la consulta en la página web de la SDA y posteriormente mediante aplicaciones para dispositivos móviles.
- Intensificación, a todo nivel de la formación escolar, del contenido educativo que genere conciencia de las implicaciones a la salud que representa la exposición a la contaminación del aire.
- Potenciar la labor social de los medios de comunicación, mediante la aplicación articulada de estrategias para generación de conciencia ambiental, difusión de conocimiento de herramientas ambientales y visibilización de situaciones nocivas a la calidad del aire para la respectiva acción de la autoridad ambiental.

Actualización de métodos de control y seguimiento

La eficacia de las actividades de control en vía se ve afectadas por los métodos de medición adoptados por la normativa vigente. Hoy, algunos de esos métodos son poco eficaces para realizar el control a las fuentes de contaminación. Del mismo modo la tecnología actual que se emplea para tales tareas, es ineficiente y existen a disposición tecnologías que pueden aumentar la capacidad instalada de la institución sin necesidad de aumentar la planta de personal.

- Implementar el control ambiental a las fuentes móviles a través de pruebas dinámicas, que permitan controlar la manipulación malintencionada de los automotores para superar los controles de la autoridad ambiental.
- Implementar límites de emisión de material particulado u otros contaminantes en sectores específicos del parque automotor para ajustar los métodos a las nuevas tecnologías operativas en la ciudad.
- Implementar herramientas de tecnologías de la información para aumentar la capacidad operativa y mitigar el riesgo de fraude y corrupción en las pruebas en vía.

Implementación de proyectos de reducción de emisiones con co-beneficios

Página 15 de 120

Secretaría Distrital de Ambiente
Av. Caracas N° 54-38
PBX: 3778899 / Fax: 3778930
www.ambientebogota.gov.co
Bogotá, D.C. Colombia

**BOGOTÁ
MEJOR
PARA TODOS**



A nivel de ciudad se deben generar políticas encaminadas a articular la mitigación de Gases de Efecto Invernadero -GEI y la calidad del aire, a través del análisis de los co-beneficios asociados a medidas propuestas.

Para tal fin es necesario fortalecer el marco normativo y robustecer la gestión de conocimiento, facilitando la evaluación y seguimiento de políticas, haciendo uso eficiente de los recursos sostenibles.

- ❑ Formulación de una línea base de emisiones proyectadas en el tiempo *Business as Usual* que permita la priorización de medidas a implementar y la definición de metas de reducción GEI y contaminantes locales para cada sector.
- ❑ Definición de metodología de monitoreo y reporte del cumplimiento de metas.
- ❑ Los proyectos formulados en el marco de estas políticas deberán estar encaminados a promover la eficiencia energética, el uso de combustibles más limpios, la actualización tecnológica de la industria y el parque automotor, así como mejores prácticas en el manejo de recursos y residuos.

Articulación interinstitucional

La eficacia en la gestión de la calidad del aire de la ciudad es un tema transversal, en el que converge la competencia de diversas instituciones distritales y actores de la actividad económica e industrial de la ciudad, así, la SDA requiere del compromiso de la sociedad en general para obtener resultados relevantes en el corto plazo.

- ❑ Promover las políticas de mitigación de la contaminación de forma interinstitucional, donde cada institución en el marco de sus competencias regulen las estrategias para este fin.
- ❑ Adoptar una actualización del Plan Decenal de Descontaminación del Aire para Bogotá entre las instituciones involucradas, Secretarías de Ambiente, Movilidad, Salud, Educación, Hábitat, Desarrollo Económico y Gobierno, Transmilenio e IDU.
- ❑ Implementar el Protocolo de Actuación y Respuesta ante Alertas y Emergencias por Contaminación Atmosféricas, con el concurso de entidades para la logística como la Secretaría de Ambiente y el IDIGER, así como entidades operativas como las Secretarías de Ambiente, Movilidad, Hábitat y Salud, y el IDIGER.

Por otra parte, la SDA ha venido identificando los principales impactos que tiene la contaminación de aire en la ciudad, como información fundamental para priorizar las acciones de gobierno que permitan realizar la actualización del Plan Decenal de forma eficaz, con la participación de los actores correctos y desarrollando las capacidades necesarias para su adecuada implementación.

1.3.1. Afectaciones en la salud humana

La calidad del aire, y en particular los altos niveles de concentración de Material Particulado -PM, en todos sus diferentes tamaños de partícula, PM_{10} , $PM_{2.5}$ y PM_1 , afectan la salud humana. La Organización Mundial de la Salud -OMS declaró en 2012 las emisiones de vehículos diésel como carcinogénicas (IARC, 2012).

En el año 2012, la contaminación del aire en el mundo fue responsable de (WHO, 2012):

- ❑ 3 millones de muertes
- ❑ 6,7% del total de muertes a nivel mundial
- ❑ 16% de las muertes por cáncer de pulmón
- ❑ 11% de las muertes por enfermedad pulmonar obstructiva crónica.

Página 16 de 120

Secretaría Distrital de Ambiente
Av. Caracas N° 54-38
PBX: 3778899 / Fax: 3778930
www.ambientebogota.gov.co
Bogotá, D.C. Colombia

**BOGOTÁ
MEJOR
PARA TODOS**



- Más del 20% de la enfermedad isquémica del corazón y derrame cerebral.
- Alrededor del 13% de las muertes por infecciones respiratorias.

La contaminación por material particulado es un problema de salud ambiental que afecta a las personas en todo el mundo, pero los países de bajos y medianos ingresos experimentan de manera desproporcionada esta carga. (WHO, 2012).

La Secretaría Distrital de Salud, concluyó que por cada 10 microgramos por metro cúbico que aumenta el material particulado, se puede incrementar hasta en un 20% las consultas por ERA en menores de 5 años. Así mismo un incremento entre 10 a 20 microgramos por metro cúbico, se encuentra asociado con un 40% de ausentismo escolar.

Estudios locales de la academia y el sector salud indican que: las sibilancias son el síntoma respiratorio más asociado a la exposición a altos niveles de contaminación del aire por material particulado en Bogotá (L.J. Hernández, 2007) y se pudo observar que la incidencia de síntomas respiratorios graves como la tos y las sibilancias, fue mayor en menores de cinco años que asistían a jardines con altos niveles de contaminación del aire extramuros. (R. Sarmiento, 2015)

1.3.2. Costos asociados a la calidad del aire

Los beneficios económicos asociados a la reducción de la contaminación por material particulado esperada con la implementación del Plan Decenal de Descontaminación del Aire para Bogotá PDDAB se resumen en: Morbilidad \$472 mil millones y Mortalidad \$15,3 billones. (SDA - UNIANDES - TMSA, 2011), es decir, los efectos positivos del PDDAB equivaldrían a un ahorro superior a los \$15,8 billones COP (pesos de 2009) en costos asociados al tratamiento de enfermedades.

1.3.3. Urbanismo

La deposición y acumulación de diferentes contaminantes atmosféricos en la infraestructura urbana (monumentos de interés cultural, artístico, histórico y arquitectónico, así como casas, edificios, puentes, etc.) y en diversos materiales urbanos como piedra, ladrillo, mármol, metal, plástico y pintura, aumentan los costos sociales, culturales y económicos de la ciudad, dado que incrementan las actividades de limpieza y mantenimiento, afean el paisaje urbano y perjudican la percepción de los habitantes y visitantes del casco urbano (Vallero, 2014). Por ejemplo, la exposición a gases ácidos puede corroer el mármol de esculturas como La Rebeca, ubicada entre carreras 12 y 13 con calle 25. Así mismo, el contaminante *Black Carbon* se puede evidenciar en las edificaciones y avenidas por una capa de color negro, más conocida como hollín, que deteriora y envejece las estructuras y materiales (Highwood, 2006). Por otro lado, las fuentes de contaminación atmosférica, la meteorología, el relieve urbano y la cantidad y tipos de construcción influyen y definen la contaminación y la calidad del aire de la ciudad, de modo que la planeación urbana y el ordenamiento territorial están profundamente relacionados con la calidad de aire y la calidad de vida.

1.3.4. Ecosistemas

El material particulado presente en los contaminantes monitoreados por la Red de Monitoreo de la Calidad del Aire de Bogotá -RMCAB (PM_{10} , $PM_{2.5}$, y *Black Carbon*) tienen la capacidad de adherirse a la superficie de las hojas del arbolado público (Pulecio, 2010; Brantley 2014), lo cual ocasiona obstrucción de los estomas de las coberturas

Página 17 de 120

Secretaría Distrital de Ambiente
Av. Caracas N° 54-38
PBX: 3778899 / Fax: 3778930
www.ambientebogota.gov.co
Bogotá, D.C. Colombia

**BOGOTÁ
MEJOR
PARA TODOS**



vegetales (Mansfield, 1998), deteriorándolas y disminuyendo su crecimiento. Esto es especialmente notorio en los árboles liquidámbar sembrados en la carrera décima, en donde su crecimiento ha sido lento. Junto a este fenómeno de obstrucción, compuestos tóxicos transportados por el material particulado, tales como metales pesados e Hidrocarburos Aromáticos Policíclicos (HAP), pueden interactuar con las plantas, generando fenómenos de bioacumulación y biomagnificación, e intensificando sus efectos tóxicos, al afectar a los especímenes vegetales y a las aves o personas que usan sus frutos como alimento (Murakami, 2012; Wang, 2012, Vallero, 2014).

1.3.5. Cambio Climático

La calidad del aire y el cambio climático están íntimamente ligados. Las acciones locales en calidad del aire, entendidas en el contexto de ciudades y regiones, tienen un impacto positivo en la emisión de gases de efecto invernadero y por tanto ayudan a mitigar la meta global de no aumentar la temperatura promedio del planeta en 1.5°C referente a la época preindustrial, valor que es tomado hoy día como la línea de Cambio Climático peligroso. Por otro lado, la gestión en la calidad del aire puede ayudar a definir el uso del suelo y fomentar el ordenamiento territorial en las ciudades desde el punto de vista de disminuir la vulnerabilidad ante el cambio climático y los impactos asociados a la calidad del aire. (SDA, 2015)

1.3.6. Competitividad

La pérdida de productividad asociada a los días de actividad restringida presenta una estrecha relación con la pérdida de competitividad de la ciudad. El costo evitado asociado con la pérdida de productividad se debe a los días laborales perdidos por la población trabajadora cuando deben quedarse al cuidado de un niño enfermo por causas relacionadas con la contaminación del aire. (SDA - UNIANDES - TMSA, 2011)

Por otra parte, la percepción de contaminación en una ciudad es una situación atenuante de la intensidad de visita de carácter turístico, lo que evidentemente afecta el crecimiento de ese sector en la ciudad y por ende su competitividad.

1.4. OBJETIVO DEL DOCUMENTO

El presente documento tiene por objeto establecer las consideraciones necesarias para definir las necesidades de actualización del Plan Decenal de Descontaminación del Aire para Bogotá, así como definir la estrategia que debe desarrollar el Distrito Capital en cabeza de la Secretaría de Ambiente para lograr dicha actualización, de forma que la ciudad obtenga una herramienta de gestión acorde con sus necesidades actuales, que articule las diferentes acciones del gobierno distrital y la sociedad en general y permita a la administración desarrollar la capacidad de diseñar, evaluar e implementar los diferentes proyectos y programas necesarios para cumplir con las metas de reducción de emisiones y de calidad del aire.

1.5. ALCANCE

Este documento es el soporte técnico para modificar el Decreto 98 de 2011, se centra en definir la necesidad de actualizar el Plan Decenal, así como las necesidades específicas para surtir el proceso de actualización general del mismo, los actores necesarios y los tiempos para llevar a cabo dicha iniciativa.

Página 18 de 120

Secretaría Distrital de Ambiente
Av. Caracas N° 54-38
PBX: 3778899 / Fax: 3778930
www.ambientebogota.gov.co
Bogotá, D.C. Colombia

**BOGOTÁ
MEJOR
PARA TODOS**



10

2. DIAGNÓSTICO DE CIUDAD

Para el desarrollo de este trabajo se consideraron las condiciones de ciudad diagnosticadas para el año 2014, así el análisis de las condiciones de ciudad en términos físicos, económicos, y ambientales se da para el mismo periodo.

2.1. ASPECTOS FÍSICOS DE LA CIUDAD

2.1.1. Geografía

Bogotá D. C. se ubica en la cordillera oriental de los Andes, tiene una extensión total de 163,659 hectáreas (Ha), de las cuales 41,388 se clasifican en suelo urbano y 122,271 en suelo rural. La mayor parte de la ciudad se ubica entre los 2,550 y los 2,620 m.s.n.m, aunque se encuentran alturas del orden de los 3,000 m.s.n.m en los cerros orientales.

El Distrito Capital limita por el norte con el municipio de Chía; por el oriente con los Cerros Orientales y los municipios de La Calera, Choachí, Ubaque, Chipaque, Une y Gutiérrez; por el sur con los departamentos del Meta y Huila; y por el Occidente con el río Bogotá y los municipios de Cabrera, Venecia, San Bernardo, Arbeláez, Pasca, Sibaté, Soacha, Mosquera, Funza y Cota.

Las coordenadas geográficas de la ciudad son latitud norte 4°35'56"57 y longitud oeste 74°04'51"30; con coordenadas planas: 1.000.000 metros norte y 1.000.000 metros este. El Acuerdo 02 de 1992 dividió a la ciudad en 20 localidades, quedando organizada de la siguiente manera: 1. Usaquén, 2. Chapinero, 3. Santa Fe, 4. San Cristóbal, 5. Usme, 6. Tunjuelito, 7. Bosa, 8. Kennedy, 9. Fontibón, 10. Engativá, 11. Suba, 12. Barrios Unidos, 13. Teusaquillo, 14. Mártires, 15. Antonio Nariño, 16. Puente Aranda, 17. Candelaria, 18. Rafael Uribe, 19. Ciudad Bolívar y 20. Sumapaz.

2.1.2. Evaluación y análisis de variables meteorológicas

La Red de Monitoreo de Calidad del Aire de Bogotá a través de los sensores localizados en sus estaciones, realiza el monitoreo de variables meteorológicas como la precipitación, velocidad y dirección del viento, temperatura, radiación solar y humedad relativa, en este aparte se presenta el análisis realizado para el año 2014 por el equipo técnico de la RMCAB para las variables enunciadas.

Uno de los fenómenos climáticos que presentan mayor relevancia en la modulación de las precipitaciones en Colombia corresponde al fenómeno ENOS (El Niño Oscilación Del Sur). A lo largo de 2014 se presentó una fase neutral según los informes emitidos por la NOAA (National Oceanic and Atmospheric Administration) (El Niño/Southern Oscillation (ENSO) Diagnostic Discussion, s.f.), en donde el índice oceánico de EL NIÑO (ONI) alcanzó un máximo de 0.7°C en el promedio de los trimestres Octubre-Noviembre-Diciembre (OND) y un mínimo

Página 19 de 120

Secretaría Distrital de Ambiente
Av. Caracas N° 54-38
PBX: 3778899 / Fax: 3778930
www.ambientebogota.gov.co
Bogotá, D.C. Colombia

**BOGOTÁ
MEJOR
PARA TODOS**



de -0.6 en Enero-Febrero-Marzo (EFM). Esto significa que durante el año, las precipitaciones y otras variables meteorológicas no debieron afectarse por la influencia del fenómeno ENOS y más su respuesta es con base en la climatología presente en la región y a eventos de escala menor, con tendencia a valores promedio.

El comportamiento de los vientos en Colombia responde al flujo de los alisios del noreste y sureste, los cuales confluyen en la zona tropical formando la llamada zona de convergencia intertropical (ZCIT), que al desplazarse sobre el territorio debido al cambio relativo de la incidencia solar sobre la tierra genera las temporadas de lluvia en el país. Regularmente la circulación de los vientos alisios se ve trastornada por anomalías en el balance de energía modificando la distribución espacial y temporal de las lluvias, según el evento ENOS que se encuentre presente. Bogotá se encuentra ubicada en la región Andina de Colombia y está determinada por una distribución temporal de lluvias, dominada por las características climatológicas de la cuenca del Río Bogotá – Sabana de Bogotá. Al estar encerrada por dos ramales de la cordillera Oriental presenta escasa pluviosidad (500 a 1000 mm en promedio). La distribución típica de lluvias es caracterizada por dos temporadas secas y dos temporadas lluviosas bien definidas siendo la temporada seca de inicio de año y la lluviosa de finales de año las más definidas y prolongadas (Hurtado, 2000). Las características de la variabilidad de la precipitación en Bogotá se resumen desde el punto de vista horario y mensual donde se aprecia que existen dos temporadas lluviosas, en donde la más fuerte es en octubre - noviembre y a su vez la mayor intensidad se presenta en horas de la tarde y primeras horas de la noche.

Los vientos alisios traen consigo humedad que a su vez produce lloviznas que de alguna forma reemplazan las lluvias fuertes de los periodos lluviosos y que además gracias a ellos los contaminantes producidos en zonas industriales en las afueras de la ciudad, (municipios como Soacha, Madrid) son transportados hacia la ciudad. Por otra parte, los llamados vientos locales son bastante variables y dependen de la distribución de las precipitaciones, predominan durante la segunda temporada de lluvias y viajan hacia el nororiente, oriente y occidente, con velocidades medias de 4 a 6 m/s. Los vientos con diferentes direcciones dan lugar a condiciones de discontinuidad y presencia de corrientes ascendentes que, junto con el calentamiento diurno, apoyan la formación de nubes de amplio despliegue vertical favoreciendo las precipitaciones fuertes y la ocurrencia de tormentas eléctricas, granizadas y torbellinos en zonas locales y a veces de poca extensión.

2.1.2.1. Precipitación

La Figura 1 presenta el acumulado promedio mensual de la RMCAB en el periodo 1998 – 2013, el promedio mensual de la estación del aeropuerto El Dorado (IDEAM) en el periodo 1980-2010 y el promedio de la RMCAB en 2014. Se observa que durante los primeros tres meses se presentaron lluvias por encima de lo normal, lo que tendió a disminuir drásticamente con valores moderadamente por debajo de lo normal hasta el último trimestre en donde se presentó un acumulado significativo, particularmente en el mes de diciembre en donde se registraron 132 mm y siendo la estación de Las Ferias la de mayor valor con 179 mm para este mes de diciembre (Tabla 1). Por su parte, en el mes de agosto se presentó la diferencia más significativa, alcanzando los 20 mm por debajo con respecto al estimado de la RMCAB. Es importante resaltar que los promedios de la RMCAB aún no representan una climatología de Bogotá; estos se muestran únicamente como comparación de lo ocurrido en los últimos años.

Página 20 de 120

Secretaría Distrital de Ambiente
Av. Caracas N° 54-38
PBX: 3778899 / Fax: 3778930
www.ambientebogota.gov.co
Bogotá, D.C. Colombia

**BOGOTÁ
MEJOR
PARA TODOS**



ALCALDÍA MAYOR
DE BOGOTÁ D.C.
SECRETARÍA DE AMBIENTE

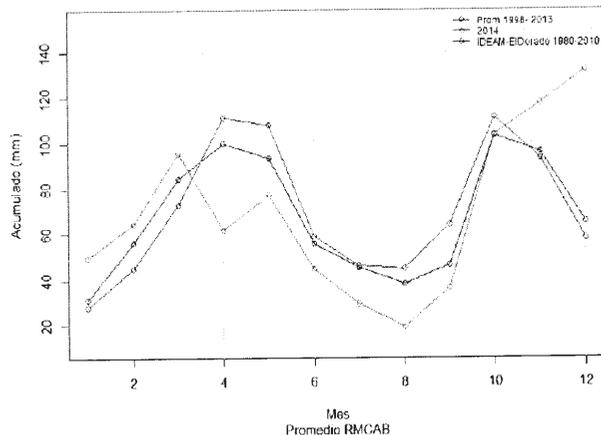


Figura 1 – Lluvia Mensual.
Fuente: SDA, 2015

En Bogotá, la lluvia es originada principalmente por convección, lo cual implica el ascenso de masas de aire cálidas y húmedas, que al enfriarse se condensan formando nubes y dan origen a la precipitación. Otro origen de la precipitación es el que se observa en el sector oriental de la capital, donde es muy común la formación de nubes orográficas debido a la presencia de los cerros orientales. El aire húmedo procedente de los llanos asciende por la cordillera condensándose y creando nubes que coronan la montaña, alcanzan la franja oriental de la ciudad generando la mayoría de las veces, lloviznas o lluvias ligeras en el corredor más próximo al piedemonte. Esta situación es común entre julio y septiembre cuando los vientos Alisios del suroriente están más activos.

Tabla 1 - Acumulados de precipitación de las estaciones de la RMCAB mensuales durante 2014.
(NA no cumple criterio de representatividad)

Estación	ENE	FEB.	MAR.	ABR.	MAY.	JUN.	JUL.	AGO.	SEP.	OCT.	NOV.	DIC.
Carvajal-Sevillana	NA	39.7	69.6	74.9	59.5	42.4	25.7	NA	34.9	119.2	92.9	NA
Centro de Alto Rendimiento	52.9	121.8	167.6	100.2	117.4	31.6	18.9	9.6	NA	131.3	133.7	135.8
Fontibón	NA	28.7	45.9	28.6	41.2	17.4	NA	NA	NA	NA	NA	NA
Guaymaral	84.3	84.7	117.3	42.3	40.6	47.9	29.8	24.4	46.9	109.1	85.1	123.9
Kennedy	24	50.9	68	83.3	83.9	NA	NA	NA	39.9	95.8	101	124
Las Ferias	36.7	85.5	135.5	54.3	109.5	31.6	23.2	3.1	NA	110.1	143.6	179.5
MinAmbiente	69	60.4	97.4	34.7	99.3	41.3	31.1	17.9	27	140.2	132.7	163.6
Puente Aranda	24.3	39	47.9	63.1	71.7	56.7	22.4	22.6	38.3	73.9	108.8	111.6
San Cristobal	46.3	93.5	175.7	81.8	80.8	93	60.9	43.2	24.5	53.9	163.5	158.4
Suba	56.5	62.4	60.7	61.3	82.7	37.7	24.6	11.9	46.6	101.5	75.7	110.8
Tunal	31.5	52.7	49	52.2	58.5	49.6	33.7	21.4	32.6	105.4	96.1	91.7
Usaquén	70.2	52.7	113.4	64.7	78.3	39	23.9	NA	NA	99	159.7	119.9

Secretaría Distrital de Ambiente
Av. Caracas N° 54-38
PBX: 3778899 / Fax: 3778930
www.ambientebogota.gov.co
Bogotá, D.C. Colombia

**BOGOTÁ
MEJOR
PARA TODOS**



ALCALDÍA MAYOR
DE BOGOTÁ D.C.
SECRETARÍA DE AMBIENTE

Fuente: SDA, 2015

La Figura 2 presenta los acumulados multianuales del promedio de las estaciones de la RMCAB a partir del año 1998 y hasta 2014, según las estaciones presentes.

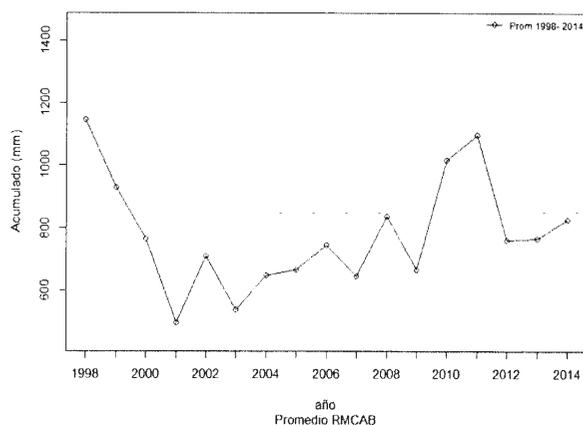


Figura 2 – Lluvia anual. Acumulados multianuales del promedio de las estaciones de la RMCAB
Fuente: SDA, 2015.

En la

Tabla 2 se presentan los acumulados anuales de cada estación de la RMCAB, hasta 2014. El promedio de la RMCAB anual estuvo por encima de lo sucedido históricamente con 73 mm. Las estaciones con mayor acumulado en 2014 fueron Centro de alto rendimiento y San Cristóbal mientras que Tunal y Puente Aranda registraron los menores valores.



ALCALDÍA MAYOR
DE BOGOTÁ D.C.
SECRETARÍA DE AMBIENTE

Tabla 2 - Acumulados de precipitación de las estaciones de la RMCAB desde 2000 hasta 2014.

Estaciones	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014
Cadé Energía	754	525	812	551											
Carvajal-Sevillana	585	317	580	421	577		692	669		620	970	1024	638	678	639
Cazuca	551	339	485	142	525	326	674	507	703						
Central de Mezclas	402	345													
Centro de Alto Rendimiento					739	752		707	848	815	1523	1710	891	964	1062
Chico lago (Sto Tomas)	884	588	913		756	797	1095	915	841	758	980				
Engativá															
Fontibón	687	471	653	574	684	545	520	559		382	522	520	350	392	
Guaymaral			578	709				646	821	656	1048	1394	639	828	836
Kennedy								611	546	839	559	644	587	688	689
Las Ferias	606	592	667			882	861	654	695	759	1321	1429	931	855	925
MinAmbiente	851	636	874							812			940	940	915
Olaya	1138														
Puente Aranda		564	901	891	248	431	580	701	1547	857	881	812	679	660	680
San Cristóbal													938	865	1076
Suba	650	496	489		1007		573	460	575	646	1023	1156	866	930	732
Tunal								539	686	542	1071	1066	668	711	674
Univ. Nacional	863	542													
Usaquén	1242	563	867	495		947	825	780	946	624	1292	1277	828	703	869
USME							702	553	718						
Vitelas							1087	803	839	652	922				
Promedio Anual	768	498	711	540	648	668	747	646	838	668	1016	1097	761	768	827

Fuente: SDA, 2015

2.1.2.2. Vientos

Existen dos regímenes de vientos en la ciudad, los generales y los vientos locales, los primeros son los de influencia sinóptica, denominados alisios, los cuales toman direcciones nororiente y suroriente sobre la ciudad y la sabana. Estos vientos traen consigo lloviznas que reemplazan las lluvias fuertes del periodo lluvioso y arrastran la contaminación producida en las zonas industriales de Soacha y Madrid hacia la ciudad

Durante 2014 para los valores promedio de velocidad y predominancia de la dirección de los vientos durante el año en grupos horarios y diarios más significativos se presentaron en horas de las tardes, particularmente en las estaciones de Kennedy, Puente Aranda y Carvajal-Sevillana, con vientos máximos relativos de hasta 4.9 m/s. Por el contrario, Tunal y Guaymaral registraron promedios del viento de 1.0 y 1.1 m/s promedio diario, alcanzando valores máximos de 2.5 y 2.7 m/s respectivamente.

Teniendo en cuenta los valores promedios históricos de velocidad media y máxima relativa de la red y la comparación con lo corrido de 2014, en el caso de la velocidad media, las condiciones fueron ligeramente superiores a lo esperado históricamente, particularmente a mediados del año mientras que, en el caso de las velocidades máximas relativas, durante el primer semestre tendió a estar por encima de lo esperado y en el segundo semestre los valores tendieron a estar similares a la referencia. La Tabla 3 presenta los promedios anuales para cada una de las estaciones de la RMCAB, desde 2000 hasta 2014 siendo los NA datos que no cumplen el criterio de representatividad del 75%.

Página 23 de 120

Secretaría Distrital de Ambiente
Av. Caracas N° 54-38
PBX: 3778899 / Fax: 3778930
www.ambientebogota.gov.co
Bogotá, D.C. Colombia

**BOGOTÁ
MEJOR
PARA TODOS**

Tabla 3 - Promedio de velocidad del viento para las estaciones de la RMCAB desde 2000 hasta 2014.

Estación	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014
Cade_Energia	0.7	0.9	0.7	0.8	NA										
Carvajal-Sevillana	0.9	1.3	1.2	2.1	NA	NA	NA	1.8	1.9	2.4	2.1	2.1	2.4	2.4	2.4
Cazuca	1.9	2.1	2.3	NA	2.8	2.4	2.5	2.6	1.7	NA	NA	NA	NA	NA	NA
Central_de_Mezclas	2	NA													
Centro_de_Alto_Rendimiento	NA	NA	NA	NA	0.8	1.9	NA	1.1	1.4	1.7	1.5	1.3	1.4	1.4	1.4
Chico_Jago_Sto_Tomas.	0.4	0.4	0.4	NA											
Fontibon	2.4	2.8	2.8	2.8	2.7	2.8	2.9	3.4	2.7	3	2.8	2.9	3	3	NA
Guaymaral	NA	NA	0.6	NA	NA	NA	NA	1.1	1.2	1.3	NA	0.9	1	1	1.1
Kennedy	NA	NA	NA	NA	NA	NA	1.5	1.5	2.3	2.7	2.5	2.4	2.6	2.5	2.6
Las_Ferias	1.7	1.7	1.6	NA	NA	1.5	1.4	1.4	1.9	2.1	1.7	1.8	1.9	1.9	1.8
MinAmbiente	0.4	0.5	0.5	NA	NA	NA	NA	NA	NA	1.2	NA	NA	NA	1.8	1.8
Olaya	1.8	NA													
Puente_Aranda	1.9	2.4	2.4	2.6	2.7	2.8	2.8	2.7	2.7	2.9	2.7	2.7	2.2	2.1	2.1
San_Cristobal	NA	1.1	1.7	1.8	2.2	1.8									
Suba	1.4	1.4	1.3	NA	1.6	NA	1.3	1.5	0.5	0.9	1	1.8	2	2	1.9
Tunal	NA	2.1	1.3	1.2	1.2	1.1	1.1	1.1	1						
Univ_Nacional	0.5	0.6	NA												
Usaquen	1.2	1.1	1	1.2	NA	1.6	2.4	1.8	0.7	0.9	1.2	1.4	1.6	1.6	1.4
USME	NA	NA	NA	NA	NA	NA	2.6	2.7	3.5	NA	NA	NA	NA	NA	NA
Vielma	NA	NA	NA	NA	NA	NA	1.6	1.5	1.7	NA	NA	NA	NA	NA	NA
Promedio	1.3	1.4	1.3	1.9	2.1	2.2	2.1	2	1.8	1.8	1.8	1.8	1.9	1.9	1.7

Fuente: SDA, 2015

Las rosas de vientos presentaron un comportamiento regular según su ubicación; hacia el norte y oriente es común observar vientos predominantes del este y del norte, salvo en la estación de Usaquén la cual presentó predominancia del sur. Por su parte, las estaciones ubicadas al centro geográfico de la ciudad como Centro de Alto Rendimiento y Puente Aranda presentaron frecuencias con una amplia variabilidad en sus direcciones; hacia el occidente son predominantes vientos del este y del sur a medida que se acercan al sur geográfico de la ciudad. Respecto del porcentaje de vientos en calma (menores a 0.5 m/s), se observa que, hacia el occidente y suroriente de la ciudad, los vientos tienden a estar la mayor parte del tiempo en movimiento, a diferencia del noreste donde hasta el 30% de los datos anuales se presentaron en calma. Esta condición obedece a la orografía de la ciudad, la cual a su vez facilita la dispersión en algunas zonas de los contaminantes y también genera corrientes de vientos ascendentes que apoyan la formación de lluvias locales.

El mapa de la Figura 3 muestra la ciudad de Bogotá, la distribución de las estaciones geográficamente y la interpolación de los promedios de velocidad del viento en el 2014 sobre esta superficie. Asimismo, se presentan los vectores con las velocidades y direcciones predominantes de los vientos. Según lo descrito anteriormente, se puede observar que la tendencia de la velocidad del viento geográficamente tiene a presentar velocidades bajas al nororiente y sectores del sur de la ciudad. Predominan vientos del noreste-este y sureste-este en los extremos norte y sur de la ciudad y se observa confluencia de los vientos en sectores aledaños a Mosquera. Los mayores



valores de velocidad del viento se encontraron en el occidente particularmente en la localidad de Kennedy, alcanzando velocidades de hasta 2.6 m/s promedio diario.

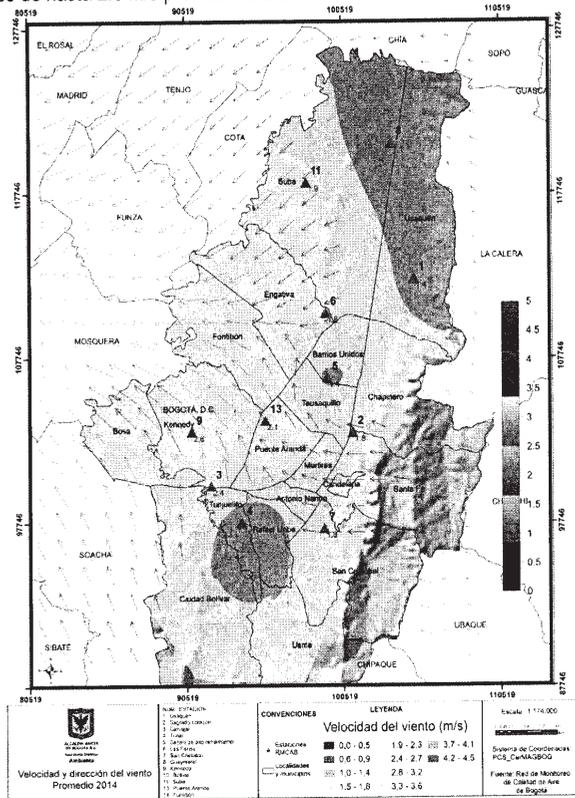


Figura 3 - Velocidad (Superficie en colores y vectores) y dirección (vectores) del viento en Bogotá durante 2014. Fuente: SDA, 2015

2.1.2.3. Radiación solar

Cuando hay nubes aparece un cambio marcado en la distribución de la radiación solar, se incrementa la reflexión, la difusión y se reduce la cantidad de radiación directa sobre la superficie. La cantidad de radiación solar global (radiación solar directa más la difusa) puede reducirse en una ciudad como Bogotá entre un 15 y un 25% debido a la contaminación atmosférica y los promedios de nubosidad durante un día. Durante los periodos de lluvia la baja radiación y la presencia de contaminación puede significar una reducción de más del 50% de la radiación directa sobre la superficie en un día. Esto conduce a una disminución de la cantidad de radiación ultravioleta, considerada

Secretaría Distrital de Ambiente
Av. Caracas N° 54-38
PBX: 3778899 / Fax: 3778930
www.ambientebogota.gov.co
Bogotá, D.C. Colombia



una radiación biológicamente activa que mejora las condiciones fitosanitarias y mata bacterias que causan enfermedades.

Para el año 2014, San Cristóbal presenta los mayores acumulados a lo largo del año con valores máximos que inician en el primer trimestre hacia el mediodía, a mitad del año a la 1pm y finalizando el periodo en octubre entre las 11a.m y las 12m. Estaciones como Guaymaral y Kennedy presentaron sus mayores acumulados el primer trimestre en horas cercanas al medio día. Fue constante la disminución de la radiación en horas de la tarde en el mes de noviembre y las crestas hacia inicios y mitad de año en todas las estaciones; los comportamientos en las estaciones de Centro de alto rendimiento y Kennedy son similares en cuanto a variabilidad e intensidad.

La Figura 4 presenta el comportamiento de la radiación solar durante los últimos trimestres, desde 2008 hasta 2014. En 2014 salvo el primer trimestre, tendieron a estar similares los acumulados, situación que no ha sido común en los años anteriores.

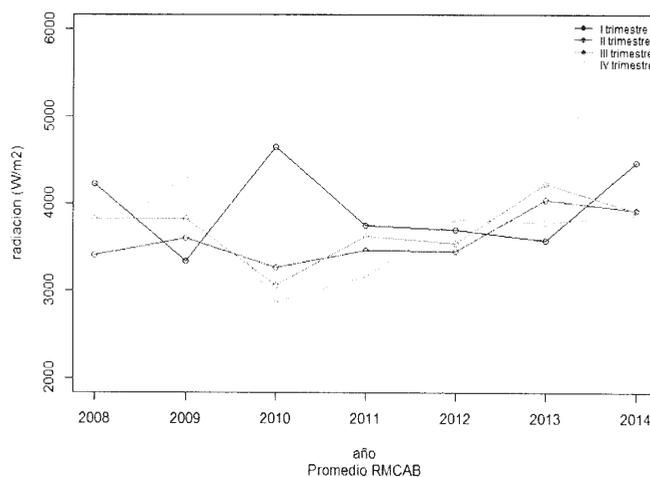


Figura 4 - Radiación trimestral de los últimos años.
Fuente: SDA, 2015.

2.1.2.4. Presión Atmosférica

La presión atmosférica presenta dos valores máximos (cerca de las 10 de la mañana y las 10 de la noche) y dos mínimos (alrededor de las 4 de la tarde y las 4 de la mañana) durante el día, comportamiento que recibe el nombre de variación semi-diurna por el espacio de tiempo que hay entre los dos ciclos. En Bogotá, el valor máximo medio se registra en la mañana (753,5 hPa) y el mínimo en horas de la tarde con un valor medio de 750,6 hPa.

El aire cálido y poco denso que caracteriza la franja ecuatorial explica el dominio de las bajas presiones sobre este sector del planeta. Colombia y específicamente la ciudad de Bogotá se ven favorecidas por esta condición atmosférica que, por estar acompañada de movimientos ascendentes, facilita la dispersión de los componentes del

Página 26 de 120



aire, especialmente durante las horas del día cuando hay mayor calentamiento. Sin embargo, durante las épocas secas y particularmente en los amaneceres precedidos de noches despejadas las inversiones térmicas pueden anular esta posibilidad de dispersión.

Las estaciones que miden la presión presentaron un comportamiento regular según su ubicación la cuál en general, depende de la ubicación geográfica (mayor presión en estaciones ubicadas al occidente de la ciudad). Figura 5 muestra la presión atmosférica discriminada mensualmente, se observa la monomodalidad característica para la ciudad de Bogotá y que durante el gran parte del año la presión estuvo por encima del promedio salvo en los meses de mayo, septiembre y octubre.

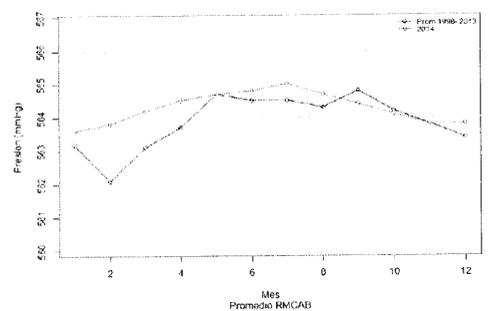


Figura 5 - Presión atmosférica mensual de las estaciones de la RMCAB.
Fuente: SDA, 2015.

2.1.2.5. Humedad Relativa

La Tabla 4 muestra que la humedad relativa en términos trimestrales ha venido disminuyendo y que en 2014 el último trimestre presentó el mayor porcentaje de este parámetro. En la Tabla 4 se presentan los promedios de los últimos años en las estaciones de la RMCAB.

Tabla 4 - Promedios de humedad relativa de los últimos años en las estaciones de la RMCAB.

Estación	2009	2010	2011	2012	2013	2014
Centro de Alto Rendimiento	67.9	71	68.6	66.5	66.5	67.3
Guaymaral	73.6	NA	65.1	63	62.3	65.9
Kennedy	67.5	69.2	69.9	66.1	65.2	64.5
Las Ferias	64.6	66.7	66.7	64	62.9	62.8
San Cristobal	NA	NA	NA	60.5	NA	59.1
Tunal	66.1	67.5	67.4	64.2	63.1	63
Promedio	70.2	68.6	67.6	64	64	63.8

Fuente: SDA, 2015

Secretaría Distrital de Ambiente
Av. Caracas N° 54-38
PBX: 3778899 / Fax: 3778930
www.ambientebogota.gov.co
Bogotá, D.C. Colombia



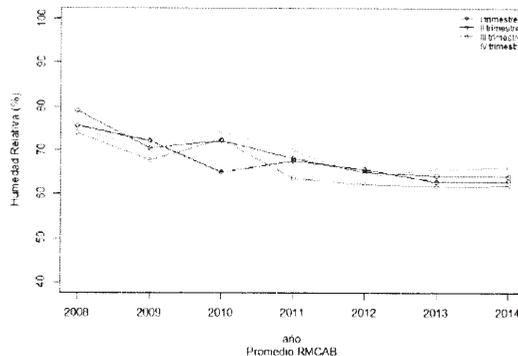


Figura 6 - Humedad relativa mensual media del periodo 2008- 2013 y su comparación con los meses de 2014
 Fuente: SDA, 2015.

2.1.2.6. Temperatura Superficial

La atmósfera superficial de Bogotá generalmente es turbulenta, debido a los efectos del viento que fluye sobre objetos de tamaños y formas diferentes (el cual causa turbulencia mecánica), y los efectos del calor producido por un calentamiento diferencial (el cual causa turbulencia convectiva). Lo anterior afecta los procesos de dilución y de mezcla de los contaminantes en la atmósfera.

La turbulencia en la capa de mezcla es de naturaleza preferentemente convectiva debido al transporte de calor de la superficie terrestre caliente y al enfriamiento radiativo de la cumbre de la capa de las nubes. El primer proceso genera parcelas de aire caliente que suben desde el suelo, mientras que el segundo genera masas de aire frío que descienden. Ambos procesos pueden ocurrir simultáneamente. En condiciones de cielo despejado, el crecimiento de la capa de mezcla está relacionado con el calentamiento del suelo debido a la radiación solar. Después del amanecer, su espesor comienza a crecer, generándose una mezcla intensa por las parcelas de aire caliente que ascienden. La altura de la capa de mezcla alcanza su valor máximo por la tarde.

En algunas mañanas ocurre un fenómeno llamado inversión térmica, que se da cuando hay un aumento de temperatura en la capa de inferior de la atmósfera, que actúa como barrera que frena los movimientos ascendentes de la atmósfera, el aire no puede elevarse en una zona de inversión, puesto que es más frío y por lo tanto, más denso en la zona inferior. Una de las causas de este fenómeno es el enfriamiento nocturno de un estrato cercano a la tierra (causado por los cielos claros que permiten que el calor escape de la superficie) junto con vientos suaves que no permiten que los contaminantes se dispersen, causando riesgo para la población ya que el aire frío comprime los contaminantes contra el suelo. La temperatura del aire en la superficie (2m arriba de la ubicación de la estación en cada punto) de la ciudad mostró valores superiores a los esperados según la historia de la RMCAB y se observaron diferencias de hasta 0.6 °C (abril y noviembre), mientras que el único mes de diferencia negativa se presentó en agosto con -0.2 °C. Similar a esto, los valores promedio fueron mayores a lo reportado climatológicamente por la estación del aeropuerto Eldorado del IDEAM, como se puede apreciar en la Figura 7, la cual muestra el promedio de la temperatura superficial para todas las estaciones de la RMCAB que miden esta



variable discriminados mensualmente, los valores de la estación del aeropuerto Eldorado del IDEAM y su comparación con el promedio de temperatura mensual de 2014.

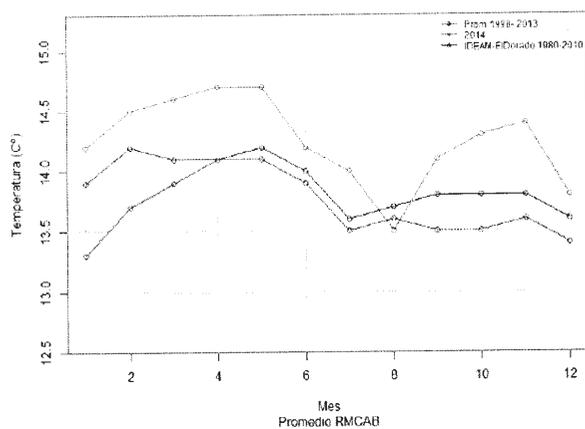


Figura 7 - Temperatura promedio mensual de las estaciones de la RMCAB en el periodo 1998- 2013 IDEAM Eldorado 1980-2010 y RMCAB 2014.
Fuente: SDA, 2015.

2.2. DESARROLLO URBANO Y SOCIO ECONÓMICO

En los últimos años, Bogotá ha realizado grandes esfuerzos para mejorar la calidad de del aire que respiran los ciudadanos, se ha gestionado y llevado a término algunas medidas que en su momento se plantearon como soluciones a los problemas de contaminación del aire plasmadas en el Plan Decenal de Descontaminación del Aire para Bogotá. Sin embargo, a pesar de los grandes esfuerzos, todavía queda mucho camino por recorrer, para el año 2030 vivirán más de 10 millones de habitantes en la capital, de acuerdo con el estudio elaborado por la Naciones Unidas llamado World Urbanization Prospects (UN 2014) Esto significa que la ciudad tendrá que crecer de una manera próspera, habitable, innovadora, incluyente y sobre todo sostenible.

Este nuevo enfoque de ciudad requiere actualizar las políticas públicas que acompañen su crecimiento y mejoren las herramientas para mitigación, seguimiento y control en materia de contaminación atmosférica para los próximos años, donde el apoyo de la academia, la integración del sector público y privado es fundamental para tomar decisiones que tengan objetivos y costo eficientes que permitan mejorar la calidad de vida de los Bogotanos.

2.2.1. Población

Para el 2015, Bogotá Región fue el sexto centro de población en América latina y el primero del país. La población total para Bogotá, Soacha y resto de municipios comparando los valores obtenidos en la EM 2015, la EMP 2014 y

la EM 2011¹ fue de 9.098.822 habitantes. En Bogotá la población se elevó a 7.892.449 habitantes, convirtiéndose en una de las economías urbanas con mayor mercado potencial.

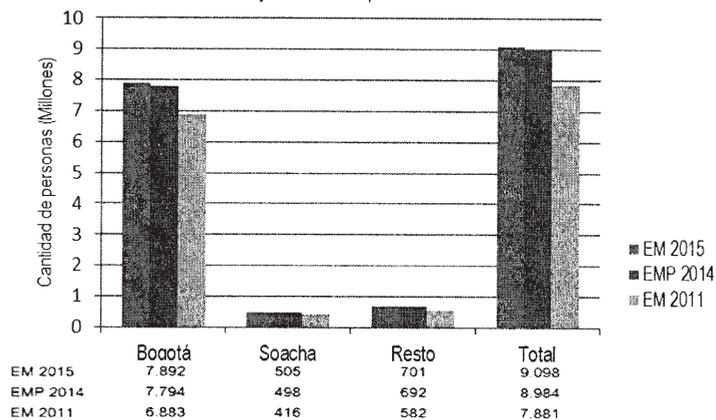


Figura 8 - Población de Bogotá y la región, (2015, 2014, 2011)

Fuente: Elaboración a partir de encuesta de movilidad Bogotá 2015 y 2011 y EMP2014.

De acuerdo con la estratificación socioeconómica el mayor crecimiento, con respecto a 2011, se presenta en estrato 1 con 1.55%, seguido de estrato 4 con 1.12%.

¹ Los datos para la EM2011 corresponden a estimaciones de población mayor o igual a 5 años

² La información presentada es el resultado de la variación entre Encuesta multipropósito 2011, página 12 y la información de la Encuesta de movilidad 2015, BD, columna "estrato".



ALCALDÍA MAYOR
DE BOGOTÁ D.C.
SECRETARÍA DE AMBIENTE

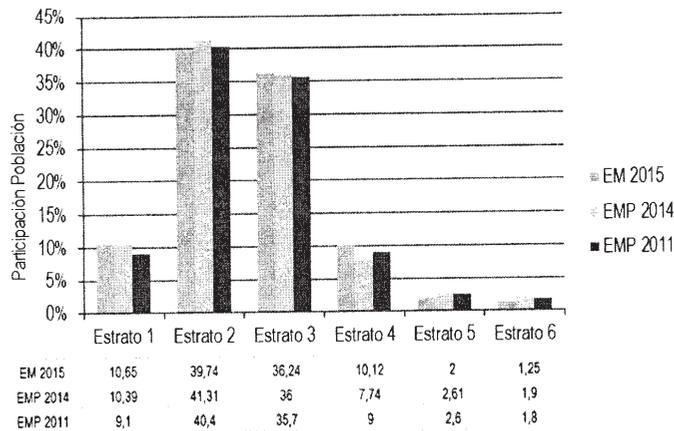


Figura 9 - Distribución de la población por estrato socioeconómico
Fuente: Elaboración a partir de encuesta de movilidad Bogotá 2015, EMP 2014 y EMP2011.

2.2.2. Crecimiento económico

En 2014 el PIB de la ciudad creció con una tendencia cercana al 4.5%³, tendencia que se ha mantenido en los últimos años, ver gráfico 3, y que ha consolidado a la ciudad como el centro económico más importante del país, generando el 24% del PIB, con un alto nivel de diversificación y orientación hacia la producción de servicios (CCB 2015).

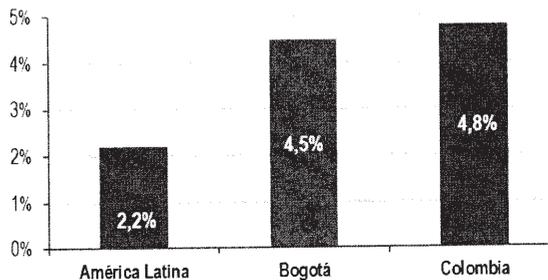


Figura 10 - Crecimiento de las economías de América Latina, Colombia y de Bogotá – 2014
Fuente: Secretaría Distrital de Hacienda, 2014. Ministerio de Hacienda y Crédito Público, 2014. FMI, 2014.
Cálculos: Dirección de Gestión de Conocimiento, CCB. py: proyección.

³ Estimaciones de la Secretaría Distrital de Desarrollo Económico

Secretaría Distrital de Ambiente
Av. Caracas N° 54-38
PBX: 3778899 / Fax: 3778930
www.ambientebogota.gov.co
Bogotá, D.C. Colombia

**BOGOTÁ
MEJOR
PARA TODOS**

De acuerdo con la Cámara de Comercio de Bogotá, la capital ocupa el séptimo lugar entre las principales ciudades de América Latina respecto al PIB cuyo ingreso es de aproximadamente U\$99.746 millones anuales, muy por encima de ciudades como Montevideo (U\$36.310 millones), Ciudad de Panamá (U\$27.847 millones) y Medellín (U\$38.076 millones) (CCB 2014).

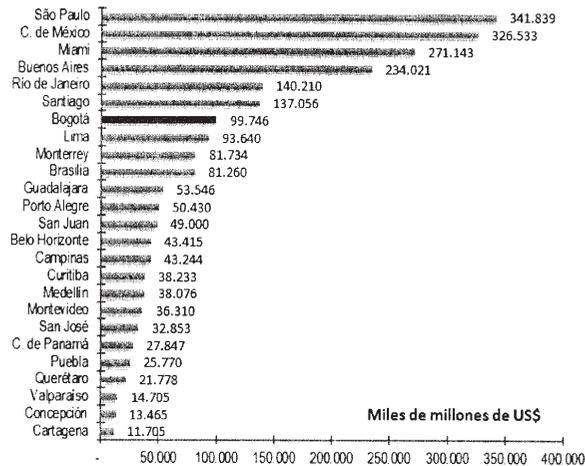


Figura 11 - PIB Estimado para principales ciudades de América Latina 2013

Fuente: América Economía Intelligence, 2014. Mejores ciudades para hacer negocios en América Latina. Cálculos: Dirección de Gestión de Conocimiento, CCB.

De acuerdo a la siguiente figura, en 2014, las actividades con mayor dinamismo en su crecimiento fueron: Transporte, almacenamiento y comunicaciones (5,6%), Actividades de servicios sociales, comunales y personales (5,2%) y Establecimientos financieros, seguros, actividades inmobiliarias y servicios a las empresas (4,9%), estas actividades generan el 58% del PIB. Los dos sectores con el menor desempeño fueron la construcción (1,3%) y la industria (-1,4%) que desde el año 2012 se mantiene con balance negativo (ANIF, CCB, Bancoldex 2014).



ALCALDÍA MAYOR
DE BOGOTÁ D.C.
SECRETARÍA DE AMBIENTE

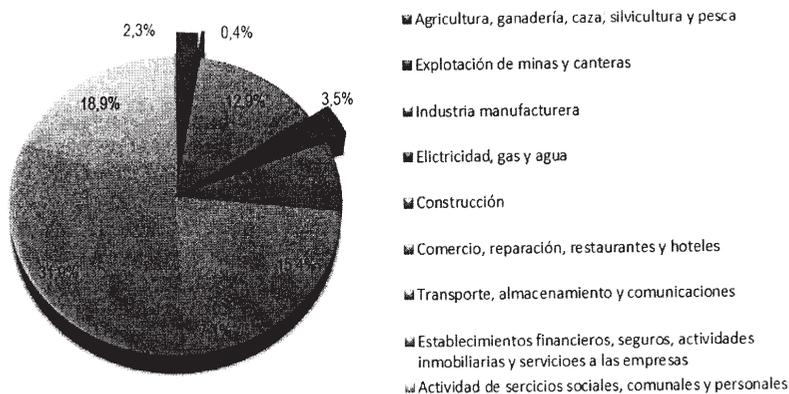


Figura 12 - Distribución del valor agregado por actividad económica de la Región Bogotá - Cundinamarca
Fuente: DANE, 2014. Cuentas Nacionales trimestrales. Cálculos: Dirección de Gestión de Conocimiento, CCB. Cifras provisionales del 2012.

Estos resultados indican que la ciudad ha consolidado condiciones favorables para la actividad empresarial y para la calidad de vida de la población, siendo los bienes y servicios el sector con mayor dinamismo en la capital, representando el 77% del valor agregado, y el 34% de los que se producen en el país (CCB 2014).

Si bien, este balance es positivo, Bogotá tiene grandes retos en todos los frentes para aprovechar su potencial productivo, se trata no sólo de crear nuevas empresas manufactureras e impulsar nuevos sectores industriales, sino fundamentalmente, de volver competitivos procesos productivos completos. Esto implicará entonces modernizar todos los eslabones de la cadena productiva, incluidas las políticas públicas que ubiquen a la industria como unidad fundamental de la economía de la ciudad, articulándose con la nación y más importante aún, articulándose con la economía global; así la capital podrá consolidarse como una ciudad más atractiva para los negocios y con mejor calidad de vida para su población.

2.2.3. Movilidad

El crecimiento de una ciudad como Bogotá, debe estar enmarcado en el Desarrollo Urbano Orientado al Transporte Sostenible – DOTS. Este tipo de medidas buscan integrar los corredores de transporte público masivo con el desarrollo urbano, concentrándose en generar actividad cercana a las estaciones de transporte masivo, reduciendo distancias de viaje y mejorando la calidad de vida. Y aunque se han realizado avances en cuanto a la integración de los sistemas de transporte, falta mucho para tener una infraestructura pensada a partir del aprovechamiento del Sistema Integrado de Transporte Público – SITP.

Para un mejor entendimiento de los indicadores que se muestran a continuación, es indispensable conocer las condiciones de prestación del servicio de transporte y políticas de movilidad en Bogotá, que rigen al momento de la realización de las consultas de la información.

Página 33 de 120

Secretaría Distrital de Ambiente
Av. Caracas N° 54-38
PBX: 3778899 / Fax: 3778930
www.ambientebogota.gov.co
Bogotá, D.C. Colombia

**BOGOTÁ
MEJOR
PARA TODOS**



Para la fecha de la investigación, el Sistema Transmilenio cuenta con 9 troncales en operación (Calle 80, Autopista Norte, Avenida Caracas, Avenida de las Américas, Avenida Norte – Quito – Sur, Avenida Suba, Eje Ambiental, Carrera 10 y Calle 26), con cerca de 113 km de vías exclusivas en operación. El servicio se presta con 9 terminales de integración de rutas alimentadoras (Portal 80, Portal Norte, Portal Usme, Portal Tunal, Portal Américas, Portal Suba, Portal Sur, Portal 20 de Julio, Portal Eldorado), 7 estaciones intermedias de integración de rutas alimentadoras (Granja-Cra 77, Avenida Cali, Banderas, Molinos, Calle 40 Sur, General Santander y Bicentenario) y 125 estaciones sencillas. Adicionalmente el sistema cuenta con 4 estaciones en el municipio de Soacha y sobre la carrera 7 con un carril preferencial para buses padrones. El número de buses asciende a 1.451 buses articulados, 314 buses biarticulados, 261 padrones duales, 960 alimentadores y 6000 buses zonales. La infraestructura para el uso de bicicletas cuenta con 465 kilómetros de ciclorrutas, además de los 141 cicloparqueaderos con aproximadamente 7 mil cupos disponibles en la ciudad.

2.2.3.1. Malla vial

El Instituto de Desarrollo Urbano, IDU, reporta que la malla vial de Bogotá a diciembre de 2013 alcanza 15.400 kilómetros carril, de los cuales el 95% corresponden al subsistema vial y el 5% al subsistema de transporte (troncales Transmilenio). Para el cálculo de las cifras del estado de la malla vial con corte a diciembre de 2013 se efectuó el ajuste y reclasificación de acuerdo con lo establecido en el Decreto 364 de 2013 (temporalmente suspendido). Por lo anterior, estadísticamente no es comparable el estado de la malla vial del año 2013 contra la información histórica (IDU, 2013).

El subsistema vial está constituido por tres mallas jerarquizadas de la siguiente manera:

- ☐ Malla Vial Arterial: se subdivide en principal y complementaria. La principal es el soporte de la movilidad y accesibilidad metropolitana y regional. La complementaria, articula operacionalmente los subsistemas de la malla vial arterial principal, facilita la movilidad de mediana y larga distancia como la articulación urbana.
- ☐ Malla Vial Intermedia: constituida por una serie de tramos viales que pasan entre la red que conforman la malla arterial principal y complementaria, sirviendo como alternativa de circulación a éstas. Permite el acceso y fluidez de la ciudad a escala zonal.
- ☐ Malla Vial Local: establece el acceso a las unidades de vivienda.

Las mallas están relacionadas funcionalmente por las intersecciones generadas por las mismas. La malla vial local e intermedia tiene los porcentajes más altos de vías en mal estado, lo que genera una baja movilidad entre sectores.

Página 34 de 120

Secretaría Distrital de Ambiente
Av. Caracas N° 54-38
PBX: 3778899 / Fax: 3778930
www.ambientebogota.gov.co
Bogotá, D.C. Colombia

**BOGOTÁ
MEJOR
PARA TODOS**

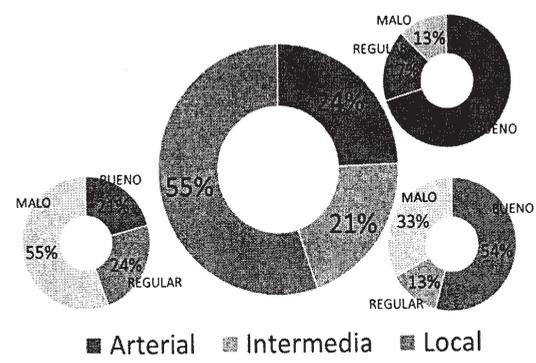


Figura 13 - Composición y estado de la malla vial a corte de 31 de diciembre de 2013. Fuente: IDU, 2015

2.2.3.2. Distribución modal de viajes

En la encuesta de movilidad 2015, la SDM identificó la distribución modal para los viajes en Bogotá, así:

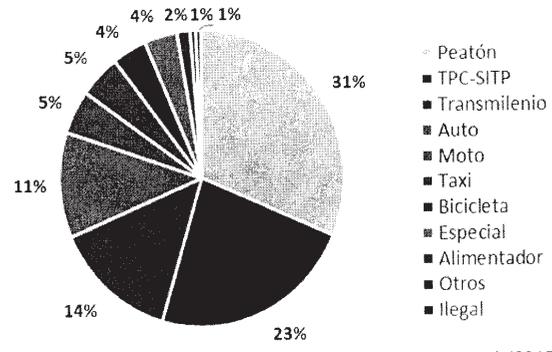


Figura 14 - Distribución por medio de transporte para viajes en Bogotá (2015)
Fuente: Encuesta Movilidad Bogotá 2015

Para el año 2015, el 39% de los viajes se realizaron en transporte público colectivo, y se resalta un 4% en bicicleta. En la siguiente gráfica se presenta la evolución de la participación de cada modo por estrato socioeconómico, donde se aprecia la alta participación del uso del auto en los estratos 4, 5 y 6. Pese a que se aprecia un leve descenso del mismo en el estrato 6 y la participación se mantiene para los estratos 4 y 5, aún es el medio predominante en los estratos 5 y 6, mientras para los estratos 1, 2 y 3 predomina la caminata y el transporte público colectivo.

Secretaría Distrital de Ambiente
Av. Caracas N° 54-38
PBX: 3778899 / Fax: 3778930
www.ambientebogota.gov.co
Bogotá, D.C. Colombia



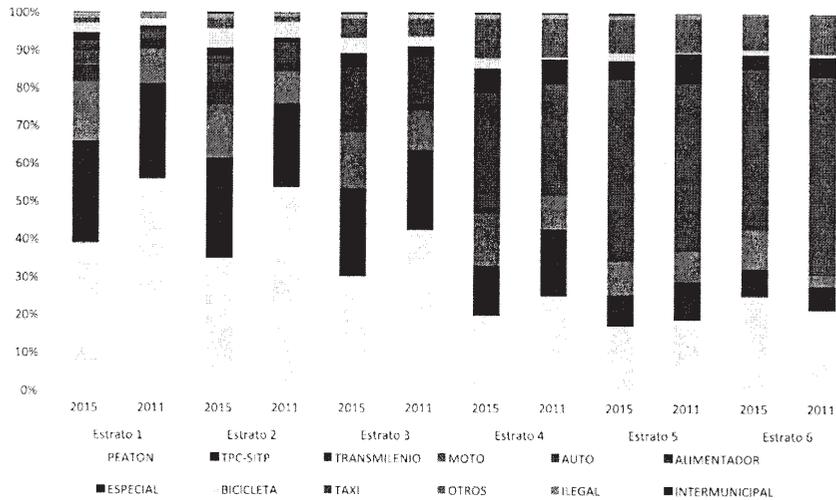


Figura 15 - Indicador distribución modal viajes totales por estrato de la vivienda encuesta (2015-2011)
 Fuente: Encuesta de Movilidad Bogotá 2015

2.2.3.3. Distribución horaria de viajes

Según la SDM, "La distribución diaria de los viajes en la zona de estudio, presenta un comportamiento típico en las áreas urbanas, con tres picos de demanda: el máximo en horas de la mañana, 6:00 a 7:00, con 1.951.871 viajes 15 min antes de lo registrado en el año 2011; el segundo en el periodo del medio día, 11:45 a 12:45, con 1.590.415 viajes; y finalmente en las horas de la tarde, 17:30 a 18:30, con 1.495.893 viajes, estos últimos en el mismo horario registrado en 2011".

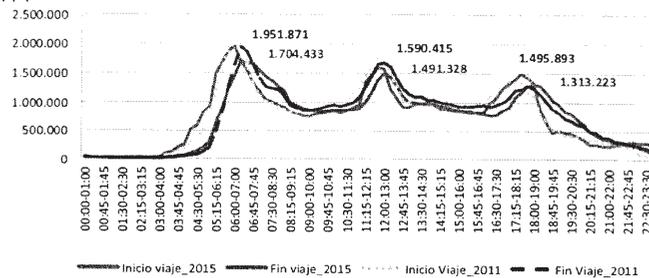


Figura 16 - Distribución horaria total de viajes área de estudio (2011-2015)
 Fuente: Encuesta Movilidad Bogotá 2015



2.2.3.4. Tasa de motorización

Hoy los principales retos en materia de movilidad apuntan al fortalecimiento del sistema SITP, como sistema de transporte y mejorar el sentido de pertenencia por el transporte público, lo que ayudaría a disminuir la tasa de motorización de la ciudad. Esto implica una planeación de calidad y un diseño del uso del suelo que permita construir formas para soportar, facilitar y priorizar tanto el transporte público como los modos no motorizados.

De acuerdo con la información suministrada por la Encuesta de Movilidad Bogotá 2015, hoy se tiene una tasa de motorización de 162 vehículos por cada 1000 habitantes, con edad superior a 5 años, sin tener en cuenta aquellos vehículos que son propiedad institucional o capital de trabajo de empresas. Si se compara con la información de 2011 (CCB 2015), donde se estimó 163 veh/mil habitantes, la tasa de motorización se ha mantenido, en parte, por las estrategias aplicadas en el distrito como la entrada en operación de la Fase III de Transmilenio, la aplicación de carriles preferenciales en varios corredores y la construcción de 392 kilómetros de ciclorrutas, que hacen de la ciudad, una de las mejores en América Latina para el tránsito en este medio de transporte no motorizado, según un estudio del BID (BID 2015).

Teniendo en cuenta la distribución por tipo de vehículo motorizado y estrato socioeconómico para la capital, comparado con los datos obtenidos en el año 2011, el mayor incremento lo presentan las motos con un 21% y los camperos con un 14,6%. Se observa un pequeño incremento en la participación de autos en el estrato 1 mientras la moto mantiene el mayor porcentaje de participación en dicho estrato. En los estratos 2 y 3 se destaca el incremento de más del 10% en la participación de las motos mientras, en los estratos 4 a 6, el incremento es inferior al 7%. En el 6 no se evidencia modificación en la participación por tipo de vehículo. (SDM 2015).

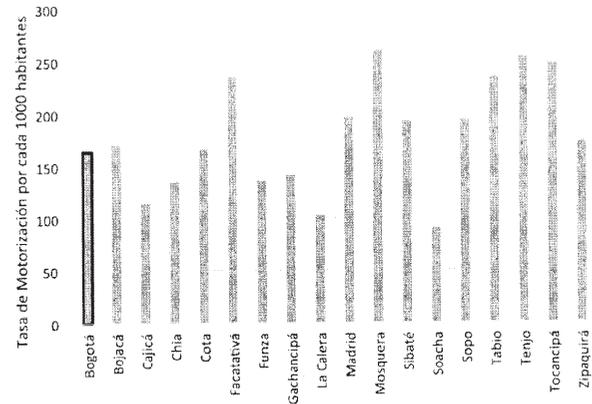


Figura 17 – Tasa de motorización por municipio, 2015.
Fuente: SDM, Encuesta de Movilidad 2015

Para la revisión de consistencia de este indicador se comparó la distribución con el registro distrital automotor (RDA), a 30 de septiembre de 2015, con la salvedad que en dicho registro no se diferencian las pick up de las camionetas y no se cuenta con información del lugar de utilización del vehículo. Se observa que la participación de

Secretaría Distrital de Ambiente
Av. Caracas N° 54-38
PBX: 3778899 / Fax: 3778930
www.ambientebogota.gov.co
Bogotá, D.C. Colombia



automóviles en la EM2015 es 11% superior, mientras camperos y motos presentan un porcentaje de participación similar al estimado en el presente ejercicio.

2.2.3.5. Logística

Según el Índice de Desempeño Logístico del Banco Mundial de 2014 que refleja las percepciones de la logística de un país basadas en la eficiencia de procesos, tiempos, oportunidad y costos, Colombia se ubica en el puesto 97 entre 160 países.

Bogotá se ha consolidado como un centro logístico de gran importancia a nivel latinoamericano, llegando a movilizar alrededor 630 mil toneladas al mes en el Aeropuerto El Dorado de Bogotá (ver Figura 18), estando por encima de ciudades como Sao Paulo y Ciudad de México.

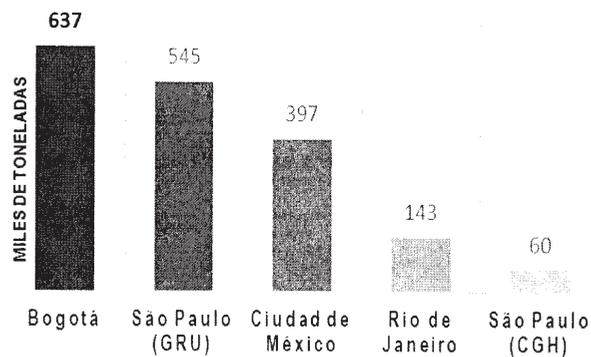


Figura 18 - Principales aeropuertos de américa latina por su capacidad de carga
Fuente: Ecquants Analysis, 2012. Estadísticas de Aeropuertos.
Cálculos: Dirección de Gestión de Conocimiento, Cámara de Comercio de Bogotá.

En el transporte terrestre, Bogotá es el nodo más importante del comercio del país (MTT 2014), donde se consumen de acuerdo con el estudio realizado por el Centro de Actividad Logística de Carga de Bogotá (CALCAB), cerca de 17.000 toneladas diarias de productos varios y se produce 6.500 toneladas de basura. En un día hábil se puede encontrar una distribución vehicular en donde predominan los vehículos livianos 49% y los camiones de dos ejes 42%.

20

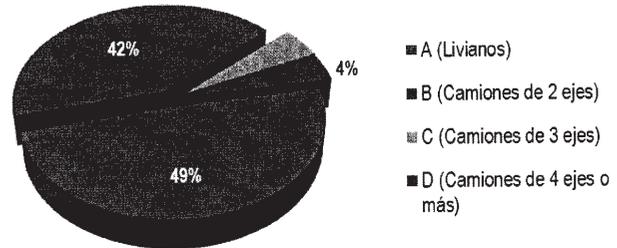


Figura 19 - Composición vehicular
Fuente: Actualización y ajuste de la matriz OD de transporte de carga en Bogotá D.C., Steer Davies Gleave 2014

En un día hábil los corredores de mayor demanda de vehículos de carga, para la categoría más común (B), en orden de importancia son: calle 80, calle 13, Autopista Sur y Autopista Norte, ver Figura 20.

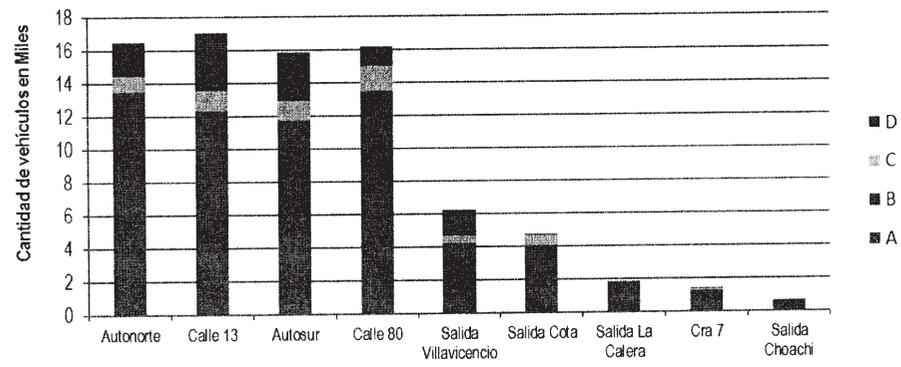


Figura 20 - Corredores de acceso
Fuente: Actualización y ajuste de la matriz OD de transporte de carga en Bogotá D.C., Steer Davies Gleave 2014

Dentro de la caracterización de los productos que se distribuyen se tienen 3 categorías principales, productos manufacturados alimenticios, insumos de construcción y productos agrícolas. Ver Figura 21.

Secretaría Distrital de Ambiente
Av. Caracas N° 54-38
PBX: 3778899 / Fax: 3778930
www.ambientebogota.gov.co
Bogotá, D.C. Colombia



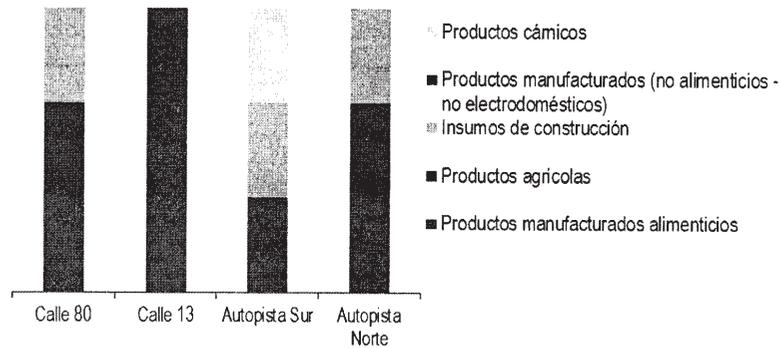


Figura 21 - Caracterización de productos transportados por corredores principales
 Fuente: Actualización y ajuste de la matriz OD de transporte de carga en Bogotá D.C.,
 Steer Davies Gleave 2014

Sin embargo, todavía existen varias barreras para que la ciudad sea más competitiva, según la Encuesta de Opinión Industrial Conjunta de la ANDI en 2014, la infraestructura y los costos logísticos se llevaron el sexto lugar con un 14%.

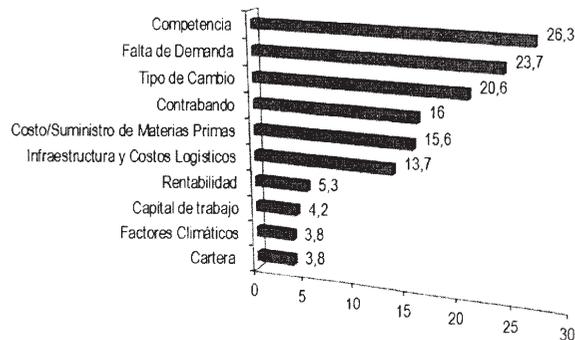


Figura 22 - Distribución Principales barreras para la industria
 Fuente: Encuesta de Opinión Industrial Conjunta de la ANDI a junio de 2014.

Vale la pena resaltar iniciativas como el Plan de Logística Regional – PLR, que desde hace 8 años viene consolidando una alianza interinstitucional para el fortalecimiento de la logística regional. Esta alianza entre la Cámara de Comercio de Bogotá, el Distrito, la Gobernación y recientemente Invest in Bogotá, busca principalmente



mejorar la competitividad de la región mediante lineamientos de política y proyectos en materia logística y articular al sector privado y público para actuar de manera coordinada en el tema de logística.

Dentro de lo que se ha logrado con estas alianzas se establecieron los estudios de cuatro plataformas logísticas que estarán ubicadas en los principales accesos y conexiones entre Bogotá y Cundinamarca, como son Soacha, Siberia, Sumapaz y La Línea de carga del Aeropuerto El Dorado; un Observatorio Regional de Logística que permitirá hacer seguimiento al comportamiento del sector para tomar mejores decisiones y una propuesta de proyectos orientados a optimizar tiempos y trámites en la cadena logística.

El reto más grande es la implementación de las recomendaciones de los estudios, particularmente en un tema como la logística, que es novedoso en el país. Las entidades aliadas le apuestan a la implementación de proyectos priorizados mediante el establecimiento de la Unidad de Coordinación Público Privada para el mejoramiento del desempeño logístico de la ciudad y la región (UCPPL), que está encargada de gestionar y llevar a cabo los proyectos formulados y otras iniciativas pertinentes al desarrollo logístico de la región (Bogotá y Cundinamarca le apuestan a la logística regional – Cámara de Comercio de Bogotá).

2.2.4. Industria

2.2.4.1. Aspecto económico:

En el año 2015 Bogotá D.C., fue la economía con mayor participación en el PIB nacional con 25,6%, seguida de Antioquia con 13,8%; Valle del Cauca con 9,6%; Santander con 7,9%; Cundinamarca con 5,2% y Atlántico con 4,1%; estas 6 economías concentraron el 66,2% del agregado nacional en el año 2015, mientras que para el año 2014 concentraron el 64,7%.

Su porcentaje de participación en el PIB se explicaron principalmente por comercio contrastado con cultivo de productos agrícolas para Cundinamarca y Antioquia mientras que, para Atlántico y Valle del Cauca, se debió al desempeño de la industria manufacturera. Sin embargo, durante el primer trimestre de 2016, la industrial bogotana registró mayores niveles de producción y ventas respecto al mismo periodo de 2015. Así, la producción real del sector aumentó 1,8% y las ventas 1,3%. Los sectores manufactureros en Bogotá que jalaron positivamente la producción real del periodo, se observan en el siguiente cuadro.

Tabla 5 - Crecimiento de los sectores

Sectores	% de crecimiento
Fabricación de farmacéuticos, aseo personal y otros químicos	11.2
Embutidos y conservas	8.2
Confecciones	3.1
Artículos de caucho y plástico	2.4

Fuente: DANE, elaboración propia

• DANE por medio de la MTMR

Secretaría Distrital de Ambiente
Av. Caracas N° 54-38
PBX: 3778899 / Fax: 3778930
www.ambientebogota.gov.co
Bogotá, D.C. Colombia



Estos buenos resultados fueron contrarrestados principalmente por la menor dinámica de producción registrada en elaboración de maquinaria y equipo (-7,5%), hierro, acero y la fabricación de minerales no metálicos (-3,1%).

Es pertinente resaltar que si bien es cierto que Bogotá es la región que mayor aporta en la formación del PIB no es lo menos que su participación relativa es cada vez menor mostrando una reducción de un punto porcentual, en el periodo 2000 - 2015, según se observa en el siguiente cuadro.

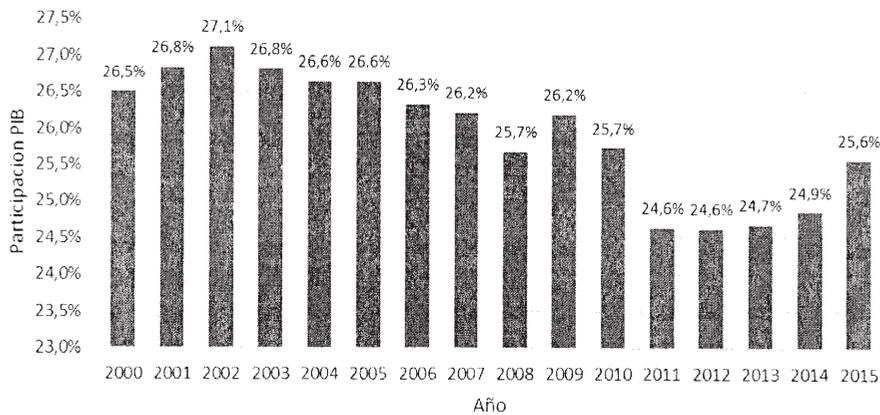


Figura 23. Evolución de la participación porcentual del PIB regional de Bogotá.

Según la Encuesta Anual Manufacturera del año 2014, Bogotá concentra 42.2% de los establecimientos industriales que cumplieron parámetros según su localización geográfica. 59% de la Producción Bruta nacional se concentró en las áreas metropolitanas correspondiéndole a Bogotá 27.9% de ella. Referente al personal ocupado por la industria manufacturera del país la ciudad comporta el 38.7%

2.2.4.2. Aspecto energético

A los efectos del análisis del consumo energético de la ciudad de Bogotá, se asumirá como base el estudio *Plan de eficiencia energética y de fuentes renovables para Bogotá – Actualización de la Matriz Energética*⁵. En él se indica que Bogotá consumió 59.447 Tera calorías equivalente al 22.4%, una quinta parte de la energía de uso final en Colombia. El perfil de consumo energético de Bogotá es diferente al nacional, en este último el orden de consumo energético de mayor a menores desde el punto de vista sectorial es: transporte, industria y residencial; en el Distrito Capital el orden es transporte, residencial e industrial. En un análisis vertical de la estructura de

⁵ Secretaría Distrital de Ambiente - SDA y elaborado por el Experto Ing. Omar Prias Caicedo. 2014



ALCALDÍA MAYOR
DE BOGOTÁ D.C.
SECRETARÍA DE AMBIENTE

consumo, Bogotá comporta porcentajes de participación diferentes de los promedios nacionales, es así como el sector transportador en el distrito capital participa con 70.7 % mientras que a nivel nacional es del 41.6% La industria en Bogotá representa el 10.2% y el comportamiento nacional es de 24.4 % y el sector residencial local es de 11.1% y el nacional de 19.8 %.

La relevancia del consumo energético del sector residencial respecto al industrial, en Bogotá se explica por la alta concentración de la población urbana, cerca de ocho millones de habitantes, por la prominencia del sector de los servicios y por el cada vez más marcado comportamiento de la industria manufacturera local a trasladar sus instalaciones fabriles a los municipios cercanos ubicados en la sabana de Bogotá. En el siguiente cuadro se puede observar la matriz energética de Bogotá estimada para el año 2012.

Tabla 6 - Matriz energética de Bogotá año 2012

Sectores	Bogotá proyectada 2012	% participación
Transporte	42.018	70.7
Industrial	6.055	10.2
Residencial	6.620	11.1
Comercial y Público	4.753	8.0
TOTAL	59.447	100.0

Fuente: Adaptación Consultoría. Consumo total de energía por sectores

2.2.4.3. Perfil energético sector industrial

El 20% de las empresas en la región Bogotá-Cundinamarca son industria manufacturera. Se destaca la producción de productos metálicos, maquinaria, equipos, imprenta, químicos, alimentos, bebidas, tabaco, textiles y maderas. A continuación, se ilustra el perfil energético del sector industrial de la ciudad:

Tabla 7 - Matriz energética sector industrial

Energético	2012	%
Energía Eléctrica	1.763	30
Gas Natural	1.691.7	27.1
Carbón Mineral	666.3	11
Diésel oil	647.2	10.7
GLP	74	1.2
Fuel oil	562.4	9.3
Petróleo	650	10.7
Total	6.054.6	100

Página 43 de 120

Secretaría Distrital de Ambiente
Av. Caracas N° 54-38
PBX: 3778899 / Fax: 3778930
www.ambientebogota.gov.co
Bogotá, D.C. Colombia

**BOGOTÁ
MEJOR
PARA TODOS**

Fuente: Proyección Sector Industrial Bogotá año 2012 O. Prias. Adaptación propia

Las 6.054.6 Tera calorías consumidas por la industria de Bogotá representan 9.4 % de la energía consumida por este sector a nivel nacional. La energía eléctrica es el energético de mayor uso, 30.0%, seguido por el gas natural 27.1% el Carbón mineral 11.0% y los combustibles líquidos (ACPM, Fuel Oil y GLP) 30.7 %.

Cerca del 70.0% del total de la demanda energética del sector industrial está representado por combustibles de origen fósil.

En términos de equivalencia energética y económica un kilovatio/hora de energía eléctrica cuesta en promedio \$COL 350. La misma cantidad de energía producida con gas natural vale \$COL 75.2 y con carbón \$COL 32.2. Este aspecto constituye un factor importante al momento de la formulación de las medidas de mitigación.

A continuación, se presenta un cuadro resumen, el cual constituye una aproximación a la matriz energética de los principales 10 sectores manufactureros de la ciudad lo cual permite identificar las potenciales emisiones contaminantes y formular medidas de mitigación ambiental y de Gestión energética para el incremento de la productividad empresarial y la competitividad de la ciudad.

Tabla 8 - Matriz Energética Sectores Económicos

Sectores	Cálculos sector industrial														Total
	GN	CM	LE	BZ	RC	EE	GL	KJ	DO	FO	CQ	NE	CL	OTROS	
Alimentos Bebidas y Tabaco	126,8	133,0	8,8	491,5	0,1	227,5	17,0	1,9	49,1	2,0	0,0	0,6	0,0	0,0	1058,3
Textil y Confecciones	14,1	215,6	0,0	0,0	1,0	171,0	4,0	2,2	10,9	0,8	0,0	0,1	0,0	0,0	419,8
Calzado y Cueros	6,8	3,2	0,0	0,0	0,0	15,3	0,1	0,1	0,3	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	26,0
Maderas y Muebles	33,7	0,6	0,0	0,0	0,0	17,7	0,0	0,6	0,6	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	53,3
Papel e Imprenta	95,8	299,7	0,0	19,5	123,4	102,9	3,3	0,6	2,4	2,7	0,0	0,1	0,0	0,0	650,4
Químicos	846,3	100,4	0,0	0,0	12,6	193,6	5,7	4,4	18,0	0,5	3,6	0,7	9,3	0,0	1195,1
Cemento	748,4	600,9	0,0	0,0	0,0	115,0	0,0	0,3	17,1	0,2	0,0	0,4	0,0	0,0	1482,1
Piedras Vidro y Cerámicas	20,2	96,3	1,0	0,0	0,0	51,5	16,8	17,9	5,6	0,0	0,0	0,1	0,0	0,0	211,4
Hierro Acero y No Ferrosos	55,8	321,8	0,1	0,0	0,0	224,4	10,8	3,5	9,6	0,0	58,2	0,2	0,0	39,3	723,6
Maquinaria y Equipos	8,6	0,2	0,1	0,0	0,0	54,5	1,7	0,0	6,5	15,2	0,7	0,2	0,0	0,0	87,8
Otros	50,6	0,1	0,0	0,0	0,0	46,0	0,0	0,0	49,3	0,0	0,0	0,8	0,0	0,0	148,8
Total	2007,2	1773,7	9,9	510,9	137,1	1219,7	59,5	31,4	169,5	21,6	62,5	3,1	9,3	39,3	6054,6

Fuente: Política ambiental de eficiencia energética para el sector manufacturero de Bogotá 2008, actualizado 2012. Elaboración propia.

GN: Gas Natural; RC: Recuperación; DO: Diésel OIL; CM: Carbón de leña; CM: Carbón mineral; EE: Energía Eléctrica; FO: Fuel oil; LE: Leña; GL: Gas Licuado del petróleo; CQ: Coque; BZ: Bagazo; HJ: Kerosene JET; NE: No energético.

En el cuadro anterior se observa que el sector cementero es el mayor consumidor de energía con un total de 1.482.1 Tcal., de las cuales 748.4 Tcal son de gas natural y 600.9 Tcal de carbón mineral. El sector químicos demanda 1.195.1 Tcal. El gas natural comporta el 70% de esta demanda. La industria dedicada a la producción de bebidas y alimentos presenta una matriz energética variada: 46% bagazo, 21.6% energía eléctrica, 12.6% carbón mineral, 12% gas natural y 7.8 de otros energéticos. El sector textil y metalmeccánico presentan un consumo

Página 44 de 120

23



significativo en carbón mineral con una cifra cercana al 50% de su consumo energético. No obstante que la matriz energética general no registra el uso de leña en el sector industrial, en trabajo de campo de la SDA se detectó que varios sectores productivos hacen uso de este energético mediante el empleo de estivas de madera, en una proporción cercana al 90% de su consumo energético.

3. MARCO NORMATIVO

3.1. INTERNACIONAL

En el ámbito internacional, el país ha adquirido una serie de compromisos ambientales relacionados a la reducción de sus emisiones de gases de efecto invernadero en la COP 21, donde se establecieron compromisos a nivel nacional de reducción de emisiones de GEI en un 20% del inventario a 2015, donde se establece el manu de medidas de mitigación (García Arbeláez, C., G. Vallejo, M. L. Higgings y E. M. Escobar. 2016), por tanto, la ciudad, como uno de las mayores emisoras en el país, debe articular dichos compromisos internacionales y conocer el aporte anual según las estrategias planteadas en la modificación del Plan de descontaminación, pensando siempre a largo plazo, y una visión realista de lo que se podría alcanzar en la actual administración en marco de lo establecido en el Plan Distrital de Desarrollo 2016 – 2020, en el cual no se propone una meta de reducción porcentual sino absoluta, de 800.000 toneladas de CO2 equivalente en el cuatrienio, pero que se debe analizar con respecto al aporte a la meta de país e inclusive, al último inventario de emisiones para analizar si se debe reajustar.

Con respecto al estado actual de estándares y exigencias internacionales en las fuentes de emisión, para fuentes móviles con motores diésel, se tiene que Europa actualmente cuenta con límites Euro VI-c, mientras que en estados Unidos es EPA 2010. La cual se encuentra actualmente en proceso de implementación.

Por otra parte existen las guías de calidad del aire de la OMS relativas al material particulado, el ozono, el dióxido de nitrógeno y el dióxido de azufre, que tienen por objeto ofrecer orientación sobre la manera de reducir los efectos de la contaminación del aire en la salud (OMS 2006), y donde se establecen las concentraciones de contaminantes recomendadas para proteger la salud en diferentes situaciones, así como los objetivos intermedios para avanzar en la gestión de la calidad del aire hacia el logro de los niveles recomendados.

3.2. NACIONAL

Con respecto al marco normativo nacional, se contemplan regulaciones asociadas a la gestión de la calidad del aire por parte de las autoridades regionales y distritales, uno de los lineamientos es la *Política de Prevención y Control de la Contaminación del Aire*, la cual tiene como objetivo general impulsar la gestión de la calidad del aire en el corto, mediano y largo plazo, y se convierte en el marco de gestión para que las autoridades ambientales grandes ciudades o municipios del país, establezcan estrategias para el mejoramiento en la calidad del aire en sus territorios, el segundo tipo de regulación se relaciona con los límites máximos permisibles para el cumplimiento de niveles de inmisión de contaminantes criterio en el territorio nacional, lo cual está relacionado a las acciones de monitoreo, y seguimiento ambiental de la calidad del aire

Secretaría Distrital de Ambiente
Av. Caracas N° 54-38
PBX: 3778899 / Fax: 3778930
www.ambientebogota.gov.co
Bogotá, D.C. Colombia





Por otra parte, desde las entidades nacionales, se ha realizado un compendio normativo presente en el **ANEXO 1**, para resaltar, se encuentra que la normatividad nacional ha influido directamente en la calidad del aire a nivel local, por ejemplo en la regulación de la calidad de los combustibles donde ha habido una alta reducción en el contenido de azufre en el diésel principalmente, contando actualmente con una calidad de concentraciones inferiores a 50 partes por millón (ppm) de azufre en el diésel de Bogotá y todo el territorio nacional, asimismo, desde las entidades nacionales se han regulado los niveles máximos permisibles de emisiones tanto para fuentes fijas, como para fuentes móviles, pendiente de regulación de emisiones en sectores como el de maquinaria de construcción y fuentes de área.

3.3. DISTRITAL

La Secretaría Distrital de Ambiente ha avanzado en el desarrollo de instrumentos y herramientas para la gestión de la calidad del aire, en particular ha establecido el índice Bogotano de Calidad del Aire –IBOCA y adoptó, de manera conjunta con la Secretaría Distrital de Salud, el *Sistema de Alertas Tempranas Ambientales de Bogotá para su componente aire, (SATAB)*", donde se establece que para el nivel preventivo este deberá articularse con: i) Los procesos del Plan Decenal de Descontaminación del Aire de Bogotá PDDAB, ii) El Plan de Ascenso Tecnológico liderados por la Secretaría Distrital de Ambiente, iii) El Plan Maestro de Movilidad liderado por la Secretaría de Movilidad, iv) Los planes de mantenimiento y recuperación de vías y mobiliario público liderados por el Instituto de Desarrollo Urbano, v) La vigilancia en salud pública liderada por la Secretaría Distrital de Salud, entre otros planes y procesos relacionados con la promoción de la salud y la prevención de la contaminación atmosférica.

Por otra parte, en 2011 se adoptó la Política Distrital de Salud Ambiental para Bogotá D.C. 2011-2023, política pública que se desarrollará mediante (8) líneas de intervención, cada una de las cuales cuenta con un documento técnico que hace parte integral de la misma, siendo una de sus líneas de acción: *Línea de Aire, Ruido y Radiación Electromagnética*.

Por otra parte, las Comisiones Intersectoriales son instancias que tienen por objeto garantizar la coordinación para la implementación de las políticas y estrategias distritales de carácter intersectorial. La correspondiente a los asuntos del sector ambiente es la Comisión Intersectorial para la Sostenibilidad, la Protección Ambiental, el Ecurbanismo y la Ruralidad (CISPAER), la cual tiene por objeto articular la ejecución e implementación de las políticas públicas ambientales o con injerencia ambiental que se adopten en el Distrito Capital, y que ha definido dentro de sus funciones coordinar la implementación de la Política Distrital de Salud Ambiental una vez sea adoptada, y su articulación en el marco de la gestión distrital mediante la Mesa de Trabajo de Salud Ambiental.

El marco normativo distrital en materia de gestión y control para la reducción de las emisiones y la contaminación contempla en algunos casos, como el SITP, regulaciones a las fuentes más estrictas que las presentadas a nivel nacional, tanto en los niveles, utilizados al controlarlos, como en los incentivos o restricciones para la circulación, que es el caso del actual programa de autorregulación acompañado de niveles de opacidad más estrictos. Asimismo, se encuentra vigente la normatividad que adopta el plan decenal de descontaminación del aire para Bogotá, junto al marco regulatorio generado como producto de su ejecución, tales como son el programa de filtros para Bogotá – BDPF, el plan de ascenso tecnológico - PAT, los límites más estrictos para los vehículos nuevos del SITP, donde se exige que cumplan con estándares de emisión equivalentes a Euro V, la prohibición de matrícula

Página 46 de 120

Secretaría Distrital de Ambiente
Av. Caracas N° 54-38
PBX: 3778899 / Fax: 3778930
www.ambientebogota.gov.co
Bogotá, D.C. Colombia

**BOGOTÁ
MEJOR
PARA TODOS**



24

de motocicletas de 2 tiempos, la regulación ambiental referente a taxis, entre otras acciones específicas de control y gestión sobre las fuentes, en el **ANEXO 1** se encuentra el compendio normativo distrital discriminado por categorías de emisión.

4. IMPACTOS DE LA CONTAMINACIÓN DEL AIRE

Como se mencionó en el capítulo 1, los impactos asociados a la contaminación del aire son múltiples y variados. Principalmente se asocia a impactos negativos en la salud humana, pero adicionalmente se asocia con los costos en que incurren las ciudades para atender las enfermedades causadas por la contaminación, los costos asociados a la pérdida de vidas humanas de forma prematura, las afectaciones al urbanismo en el deterioro de fachadas y patrimonios culturales, la carga excesiva sobre los ecosistemas reduciendo el potencial de servicios ecosistémicos para las ciudades, los impactos en el cambio climático relacionados con la partículas de carbón emitidas como *Black Carbon* considerado como un forzador climático más poderoso que el dióxido de carbono, y la resultante pérdida de competitividad de las ciudades asociado con el ausentismo escolar y laboral, los mayores costos es servicio de salud y el deterioro de la imagen de la ciudad.

La contaminación atmosférica ha sido estudiada como factor asociado a fenómenos tan diversos y perjudiciales como los efectos sobre la salud humana o el calentamiento global. Son varios los eventos de salud de las poblaciones que se han asociado con la contaminación del aire, los cuales pueden ser expresados mediante indicadores de morbilidad y mortalidad. Entre ellos se destacan las enfermedades del sistema respiratorio como el asma, la Enfermedad Pulmonar Obstructiva Crónica (EPOC) y las infecciones, pero también se han estudiado efectos sobre el sistema cardiovascular, el cáncer de órganos blanco diferentes al pulmón, resultados adversos en la gestación o alteraciones en el desarrollo de los niños (Laumbach, 2010). Varios aspectos relacionados con los cambios morfológicos y funcionales de las personas mayores pueden contribuir a aumentar su vulnerabilidad al exponerse a los contaminantes del aire.

4.1. EFECTOS DE LOS CONTAMINANTES EN LA SALUD HUMANA

4.1.1. Enfermedades Respiratorias en niños

La respiratoria es la principal vía de ingreso de los contaminantes atmosféricos al organismo, por lo que es lógico que las patologías que más se han asociado con estos sean las respiratorias. Diversos estudios han demostrado asociación entre la exposición a material particulado (medido como PM₁₀ y PM_{2.5}) y gases contaminantes del aire (PM₁₀ o PM_{2.5}, O₃, CO, SO₂, NO₂), con un aumento de la frecuencia de la morbilidad y la mortalidad por enfermedades respiratorias como el asma, el Síndrome Broncoobstructivo, la bronquiolitis y las infecciones respiratorias en niños (Barnett, y otros, 2005; Alvis & De La Hoz, 2008; Curtis, Smith Willis, Fenyves, & Pan, 2006). Existe evidencia de que la contaminación del aire está asociada con enfermedad respiratoria, en especial en niños menores de 14 años y que de este grupo poblacional el más susceptible es el de los menores de 5 años (Gauderman y otros, 2004), esto debido a que su sistema respiratorio está en desarrollo, su mayor nivel de ventilación por minuto, a los altos niveles de actividad física y su mayor tiempo de permanencia al aire libre. Los estudios han mostrado que en la población de niños, los contaminantes ambientales incluyendo el ozono (O₃), el dióxido de nitrógeno (NO₂) y el PM₁₀ contribuyen a la ocurrencia de síntomas respiratorios, cambios en la función

Página 47 de 120

Secretaría Distrital de Ambiente
Av. Caracas N° 54-38
PBX: 3778899 / Fax: 3778930
www.ambientebogota.gov.co
Bogotá, D.C. Colombia

**BOGOTÁ
MEJOR
PARA TODOS**



pulmonar, aumento en las infecciones respiratorias e incremento en las consultas de urgencia, hospitalizaciones y mortalidad. Así mismo se ha evidenciado el efecto de la contaminación del aire en el ausentismo escolar medido este como impacto del efecto adverso de la contaminación del aire (Gilliland y otros, 2001).

Se realizó una investigación conjunta entre la Secretaría Distrital de Salud y la Universidad de la Salle en la localidad de Puente Aranda que evidenció que: Un aumento de $10\mu\text{g}/\text{m}^3$ en los niveles de PM_{10} ocasionaría un incremento del 4% en las consultas por IRA, para un periodo de latencia de seis días. Al ser excedida la norma Distrital ($180\mu\text{g}/\text{m}^3$) en el 25% del día, para un periodo de latencia de seis días, se produce un aumento del 29% en el número de consultas por Enfermedad Respiratoria Aguda (ERA) en niños menores a cinco años. Al excederse la norma internacional para concentración diaria de PM_{10} medida en valores absolutos, en un 25% del día, habría un incremento del 22% en el número de consultas y un 10% si la concentración es medida en medias móviles 24 horas para un periodo de latencia de seis días (Hernández y otros, 2013).

4.1.2. Enfermedades Respiratorias y Cardiovasculares en Personas Mayores

Estudios realizados en Asia y Norteamérica han demostrado que en las personas mayores la exposición a niveles bajos o moderados de contaminantes del aire aumentan la frecuencia de morbilidad respiratoria tipo asma, bronquitis y EPOC, esta asociación se ha demostrado tanto para PM_{10} , $\text{PM}_{2.5}$, O_3 , SO_2 y NO_2 , aunque los resultados para este último no han sido consistentes (Curtis, Smith Willis, Fenyves, & Pan, 2006). La medida de frecuencia de la enfermedad usada en estos estudios fue la incidencia de asma y bronquitis y la tasa de ingresos hospitalarios para la EPOC. También se ha demostrado una asociación entre el aumento de la concentración de los contaminantes criterio y una mayor frecuencia de eventos cardiovasculares en las personas mayores (Villeneuve, y otros, 2003). Algunos estudios señalan al $\text{PM}_{2.5}$ como el factor que presenta una mayor fuerza de asociación con estos efectos, los estudios midieron los efectos a través de sistemas de registro de consulta a urgencias o ingresos hospitalarios y se midió la mortalidad a través de los registros de hechos vitales (Linares & Díaz, 2009).

4.1.3. Cáncer

Se ha estudiado la asociación entre el cáncer y varios contaminantes del aire. En particular, el humo de la combustión del diésel ha sido catalogado por la Agencia Internacional para la Investigación del Cáncer (IARC) como cancerígeno para humanos, lo cual se debe en gran medida a los Hidrocarburos Aromáticos Policíclicos (HAPs) asociados al *black carbon* emitido por combustión incompleta del combustible (Shrestha y otros, 2010). En niños se ha estudiado la asociación entre la exposición a la contaminación vehicular y la leucemia sin que se haya podido demostrar de manera contundente, otros estudios también han analizado esta patología en relación con la exposición a emisiones de fuentes fijas de PM_{10} , NO_x , CO , benceno, benzopirenos, dioxinas y COV y en algunos se ha demostrado asociación estadísticamente significativa. El cáncer de pulmón ha sido estudiado ampliamente en la población ocupacionalmente expuesta a contaminantes específicos de los procesos productivos y se han realizado ejercicios de estimación del riesgo con el apoyo de dicha evidencia y de estudios experimentales hechos en animales, sin embargo, aún se requiere un mayor número de estudios para aclarar la asociación entre la contaminación extramural y el cáncer (Curtis, Smith Willis, Fenyves, & Pan, 2006). En la exposición intramural el factor sobre el cual hay una evidencia amplia es el humo del tabaco, que en el caso de los niños es un elemento al que se exponen de manera completamente involuntaria.

Página 48 de 120

Secretaría Distrital de Ambiente
Av. Caracas N° 54-38
PBX: 3778899 / Fax: 3778930
www.ambientebogota.gov.co
Bogotá, D.C. Colombia

**BOGOTÁ
MEJOR
PARA TODOS**

4.1.4. Efectos en el Embarazo

10 de los 34 artículos (28%) revisados incluyen en sus análisis el efecto de la exposición a contaminantes del aire como el PM₁₀, PM_{2,5}, CO, NO₂, SO₂, O₃ y los COV durante el embarazo y eventos como el parto pretérmino o el bajo peso al nacer. El artículo de Curtis *et al.*, permite identificar que los resultados relacionados con el parto pretérmino no son consistentes, mientras que los estudios tienden a indicar que este tipo de exposición se asocia con bajo peso al nacer. También menciona que la exposición a PM₁₀, SO₂, y CO se han relacionado con malformaciones cardíacas y urinarias (Curtis, Smith Willis, Fenyves, & Pan, 2006). Una revisión sistemática que incluyó 57 investigaciones analizó la relación entre la exposición intramural a humo de tabaco ambiental y el bajo peso al nacer, la talla pequeña para la edad gestacional y la prematurez. Concluye que el riesgo de bajo peso al nacer es un 22% mayor en el grupo expuesto, pero que no tiene efecto en la talla pequeña para la edad gestacional o en la duración de la gestación (Leonardi, Smyth, Britton, & Coleman, 2008). Además, Salvi y Barnes reportan los resultados de un estudio en Guatemala y muestran que los niños nacidos de madres expuestas a humo de cigarrillo presentan de 60 a 70 gramos menos de peso al nacer respecto a niños expuestos a contaminantes de estufas, chimeneas, electricidad o gas (Salvi & Barnes, 2009). El bajo peso al nacer es un factor de riesgo para presentar EPOC que está asociado con crecimiento deficiente de pulmones e inadecuada función pulmonar durante la infancia y la edad adulta.

4.2. SATAB E IBOCA

Los Sistemas de Alertas Tempranas SAT son conjuntos de instrumentos, mecanismos, procedimientos y protocolos articulados a través de los cuales se recolecta y se procesa información sobre amenazas previsibles, con el fin de alertar a la población sobre la inminencia de una emergencia, de realizar actuaciones que disminuyan el riesgo según el nivel de alerta, y de poder mejorar la respuesta ante una emergencia y así minimizar daños e impactos sociales, ayudando a reducir la vulnerabilidad de la población. Para que un SAT pueda responder a esta definición, necesita contar con una red de monitoreo constituida por un sistema integrado de equipos electrónicos automáticos para la recolección, almacenamiento y transmisión de datos relacionados con los factores de riesgo⁶. Por estas razones, en Bogotá, el primer SAT ambiental que puede desarrollarse de forma completa es el correspondiente a la componente aire, dado que se cuenta con la Red de Monitoreo de Calidad de Aire de Bogotá, RMCAB. Tal sistema, por tanto, se denomina Sistema de Alertas Tempranas Ambientales de Bogotá, SATAB (en su componente aire), y entra a fortalecer el Sistema Distrital de Alertas Tempranas, SIDISAT⁷, el cual se articula con otros sistemas de información concernientes con la gestión del riesgo en la plataforma del Sistema de Información de Gestión de Riesgos y Cambio Climático⁸, SIRE, que a su vez constituye una de las principales herramientas del Sistema Distrital de Gestión del Riesgo y Cambio Climático, SDGR-CC, ya que articula diferentes entidades a través de la información que producen y funciona como estrategia para democratizar la información.

⁶ Por ejemplo, el Sistema de Alertas Tempranas Hidrometeorológicas está sustentado en la Red Hidrometeorológica de Bogotá, RHB, y el Sistema de Alertas Tempranas de Riesgo Sísmico está basado en la Red de Acelerógrafos de Bogotá, RAB.

⁷ El "Sistema Distrital de Alertas" hace parte de los sistemas distritales de Soporte del SDGR-CC, y están especificados en el artículo 28 del decreto 172 de 2014.

⁸ Dado que la intensificación de eventos hidrometeorológicos originados por el calentamiento global puede influir en la intensidad de los eventos de contaminación, el SATAB también constituye una estrategia de adaptación al cambio climático



ALCALDÍA MAYOR
DE BOGOTÁ D.C.
SECRETARÍA DE AMBIENTE

El Sistema de Alertas Ambientales Tempranas de Bogotá para su componente aire, SATAB, se adoptó mediante Decreto Distrital N° 595 de 2015, está relacionado con otros tipos de SAT, dado que algunas situaciones podrían activar en simultáneo más de un sistema. Por ejemplo, los SAT por riesgos tecnológicos, terrorismo e incendios forestales giran en torno a situaciones que al mismo tiempo pueden generar un empeoramiento drástico la calidad del aire, lo cual activaría el SATAB, en su componente de aire. De aquí la importancia de que en Bogotá se proyecte en el mediano plazo un Centro de Monitoreo Unificado Multi-Riesgo.

Para el caso del riesgo por contaminación atmosférica, el riesgo implica una relación retroactiva en que la ciudadanía no sólo es afectada por la emergencia, sino que puede contribuir a generarla directa o indirectamente dependiendo de las actividades económicas con que está relacionada. Esto genera un círculo vicioso del cual solo es posible salir si las entidades estatales se articulan con el sector privado y la sociedad civil, mediante una gestión sinérgica, compleja y dinámica. Debido a la necesidad de este tipo de gestión, el SATAB y el "Protocolo de actuación y respuesta ante alertas y emergencias por contaminación atmosférica de Bogotá" son herramientas para gestionar el riesgo ambiental antes, durante y después de la emergencia por contaminación atmosférica. No obstante, el SATAB tiene una importante particularidad: sus alertas tempranas, que típicamente indican la inminencia de un evento denominado emergencia, indican eventos en sí mismos que tienen un determinado nivel de gravedad desde el punto de vista de sus impactos negativos. Por tanto, aunque éstas ameritan declaratorias semejantes a las de cualquier SAT, el despliegue institucional es mucho más enérgico, asemejándose al de una emergencia, sin llegar a ser tan fuerte. Todo esto, en últimas, permite hacer una gestión escalonada del riesgo ambiental que tiende a evitar al máximo la situación de emergencia, que históricamente nunca ha ocurrido en Bogotá.

El SATAB funciona con base en el índice Bogotano de Calidad del Aire –IBOCA, adoptado mediante la Resolución 2410 de 2015, el cual da los rangos de concentración para diferentes contaminantes (PM_{10} , $PM_{2.5}$, CO , SO_2 y NO_2) que ameritan la declaratoria de una Alerta Amarilla, una Alerta Naranja, una Alerta Roja o un estado de Emergencia. Sin embargo, los niveles preventivos previos a la Alerta Amarilla (IBOCA de color azul y verde) no hacen parte del "Protocolo de actuación y respuesta ante alertas y emergencias por contaminación atmosférica de Bogotá", dado que para estos el Distrito tiene planes de gestión de la calidad del aire como el Plan Decenal de Descontaminación del Aire de Bogotá, PDDAB, Planes zonales de descontaminación⁹ y programas de promoción a la salud. Además, la gestión prospectiva de este tipo de riesgo incluye, además de la planeación y el ordenamiento territorial, planes de inversión que disminuyan la cantidad de material particulado resuspendible en la ciudad, tales como obras de recuperación de espacio público y vías.

5. ESTADO DE LA CALIDAD DEL AIRE 2011 – 2015

La Secretaría Distrital de Ambiente a través de la Red de Monitoreo de Calidad del Aire de Bogotá D.C. (RMCAB) evalúa el cumplimiento de los estándares de calidad del aire de la ciudad dados por la Resolución 601 de 2006 del

⁹ Aplicables a las zonas más contaminadas de la ciudad, tales como el Plan de Intervención Zonal del Sur occidente, PIZSO, que la SDA realiza desde el año 2015 en las localidades de Puente Aranda, Kennedy y Bosa.



entonces Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial (MAVDT) la cual fue modificada por la Resolución 610 de 2010. La RMCAB actualmente cuenta con 13 estaciones, ubicadas en puntos estratégicos de la ciudad que monitorean las concentraciones de material particulado (PM10, PM2.5, PST), de gases contaminantes (SO2, NO2, CO, O3) y las variables meteorológicas. Entre los contaminantes monitoreados se destacan el material particulado de diámetro menor a 10 micrómetros conocido como PM10, el material particulado menor a 2.5 micrómetros (PM2.5) y el ozono (O3), pues en oportunidades sus concentraciones superan los límites máximos permisibles por la normatividad nacional tanto a nivel diario como a nivel anual. Los demás contaminantes (CO, NO2 y SO2) están presentes en concentraciones bajas con respecto a la norma de calidad del aire establecida, por tanto, en lo registrado por la RMCAB no representan riesgo para la salud en la población.

5.1. DIAGNÓSTICO DE LA CALIDAD DEL AIRE EN BOGOTÁ

5.1.1. Comportamiento en la concentración de PM₁₀

La Figura 24 presenta el comportamiento histórico del promedio en la concentración de PM₁₀ en Bogotá, el cual es obtenido con base en el promedio de cada estación de monitoreo y siempre y cuando existan datos representativos para cada año (>75%). Como se puede observar, la ciudad ha venido descendiendo sus niveles de PM₁₀ en los últimos años, sin embargo, esta variación en los datos anuales se encuentra influenciada por las condiciones meteorológicas (bien ayudando a ventilar o bien ayudando a concentrar el material particulado) o bien por los eventos especiales presentados durante el año (incendios). En 2015 se tuvo el valor más bajo registrado a nivel anual por la RMCAB con 44µg/m³, siendo un año con unas condiciones meteorológicas favorables a la dispersión de los contaminantes.

Al comparar los valores de PM₁₀ con respecto a la recomendación de la Organización Mundial de la Salud (OMS) de 20µg/m³, Bogotá supera ampliamente este nivel. Sin embargo, vale mencionar que esta recomendación no es acogida ni legislada por la mayor parte de los países en el mundo y que existen 3 objetivos intermedios (OI) antes de llegar a la recomendación final de la OMS. El estado colombiano hoy día se encuentra acogiendo el objetivo intermedio 2 (OI2), con miras a acoger el OI3, el cual tiene un valor anual de 35µg/m³ y que se fundamenta en reducir el riesgo de mortalidad en un 6% en comparación con el OI2.

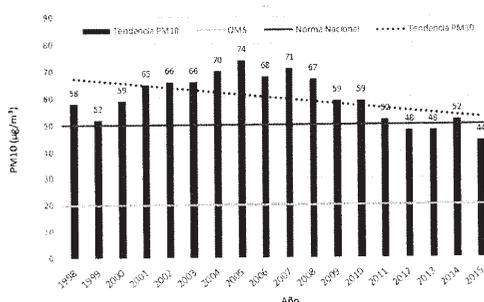
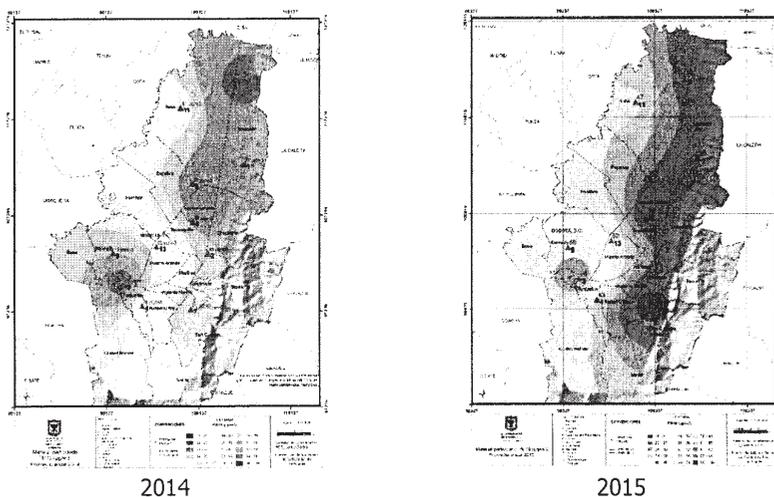


Figura 24 - Concentración de PM₁₀ promedio anual Bogotá 1998 – 2015.
Fuente: SDA, 2015

Secretaría Distrital de Ambiente
Av. Caracas N° 54-38
PBX: 3778899 / Fax: 3778930
www.ambientebogota.gov.co
Bogotá, D.C. Colombia



La Figura 25, presenta los mapas interpolados de concentración de PM_{10} para los años 2014 y 2015 en Bogotá. Como se puede observar, Bogotá tiene una distribución en sus concentraciones de PM_{10} en forma irregular, siendo las zonas sur y suroccidental de la ciudad las que más valores en concentración tiene, mientras que las zonas norte y oriental de la ciudad las que menores concentraciones tienen. Esta tendencia ha venido siendo similar en el histórico registrado por la RMCAB. Para el caso del año 2014 el promedio de la ciudad es de $52\mu g/m^3$, sin embargo, existen zonas con valores de hasta $91\mu g/m^3$ (Carvajal-Sevillana) y de $30\mu g/m^3$ (Guaymaral) en el mejor de los casos. Para el año 2015, el promedio fue de $44\mu g/m^3$, con un rango de $86\mu g/m^3$ (Carvajal-Sevillana) a $30\mu g/m^3$ (Guaymaral).



2014 2015
 Figura 25 - Mapas interpolados de la concentración de PM_{10} en Bogotá.
 Fuente: SDA, 2015

Por otro lado, la normatividad diaria para PM_{10} es de $100\mu g/m^3$, lo cual implica picos de concentración en un día que tienen un gran impacto en la salud de la población. La Tabla 9, presenta un resumen de las excedencias a la norma para cada estación de la RMCAB durante 2014 y 2015. Como se puede observar, existen puntos de monitoreo con muchos días por encima de la normatividad nacional como el caso de Carvajal-Sevillana con 121 días en 2014 y 101 días en 2015, lo que equivale a 33% y 28% de los días del año en excedencia a la norma diaria de PM_{10} . De forma similar, estaciones como Kennedy, Puente Aranda y Tunal presentaron 49, 25 y 13 días por encima de la norma nacional para 2014, mientras que para 2015 las favorables condiciones meteorológicas dieron como resultando menores días de excedencias: 29, 4 y 2; respectivamente.



ALCALDÍA MAYOR
DE BOGOTÁ D.C.
SECRETARÍA DE AMBIENTE

27

Tabla 9 - Cantidad de excedencias para PM10 y PM2.5 durante 2014 y 2015.

Estación de monitoreo	Cantidad de excedencias a la norma diaria nacional de PM ₁₀ (100µg/m ³)		Cantidad de excedencias a la norma diaria nacional de PM _{2.5} (50µg/m ³)	
	2014	2015	2014	2015
Carvajal - Sevillana	121	101	28	7
Centro de Alto Rendimiento	1	0	1	1
Guaymaral	1	0	0	0
Kennedy	49	29	17	6
Las Ferias	1	0	1	0
Min Ambiente	2	0	1	1
Puente Aranda	25	4	N.D.	N.D.
San Cristóbal	2	0	0	0
Suba	2	0	2	0
Tunal	13	2	10	4
Usaquén	1	0	0	0

Fuente: SDA, 2015

5.1.2. Comportamiento en la concentración de PM_{2.5}

En los últimos años se ha visto la necesidad de monitorear el contaminante PM_{2.5} el cual es el material particulado en el aire cuyo tamaño es inferior a 2,5 micrómetros, partículas finas que son emitidas de forma directa a la atmósfera y que están muy ligadas a las fuentes de combustión (fijas y móviles) o formarse a partir de la reacción de otras sustancias en el aire. El PM_{2.5} representa mayor potencial de afectación a la salud en comparación con el PM₁₀ porque su tamaño inferior le permite alojarse profundamente en los pulmones. A partir del año 2013, Bogotá cuenta con una red de PM_{2.5} y en 2016 ya se cuenta con la misma cantidad de monitores que para PM₁₀, en total 13, siendo la red de PM_{2.5} más robusta del país.

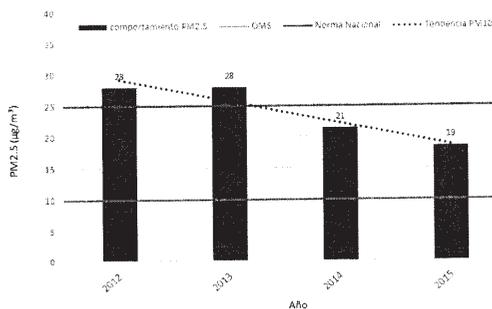


Figura 26 - Concentración de PM2.5 en Bogotá.

Fuente: SDA, 2015



La Figura 26, presenta el comportamiento en el promedio de $PM_{2.5}$, en donde se observa una tendencia a la disminución, sin embargo, los años 2012 y 2013 resultan una referencia al ser datos de la estación Kennedy y no el promedio de la ciudad. Al igual que para PM_{10} , la ciudad ha venido cumpliendo la normatividad nacional en los últimos dos años, sin embargo, en comparación a la concentración recomendada por la OMS (la cual es de $10\mu g/m^3$) y al posible paso al Objetivo Intermedio 3 (el cual es de $15\mu g/m^3$) en la normatividad nacional, la ciudad supera ampliamente estos estándares. Similar al PM_{10} , Bogotá tiene una distribución en sus concentraciones de $PM_{2.5}$ en forma irregular (Figura 27), siendo las zonas sur y suroccidental las de mayores concentraciones, mientras que las zonas norte y oriental de la ciudad las de menores concentraciones. Para el caso del año 2014 el promedio de la ciudad fue de $21\mu g/m^3$, sin embargo, existen valores de concentración entre $35\mu g/m^3$ (Carvajal-Sevillana) y $7\mu g/m^3$ (San Cristóbal) en el mejor de los casos. Para el año 2015, el promedio fue de $19\mu g/m^3$, con un rango de $31\mu g/m^3$ (Carvajal-Sevillana) a $9\mu g/m^3$ (San Cristóbal).

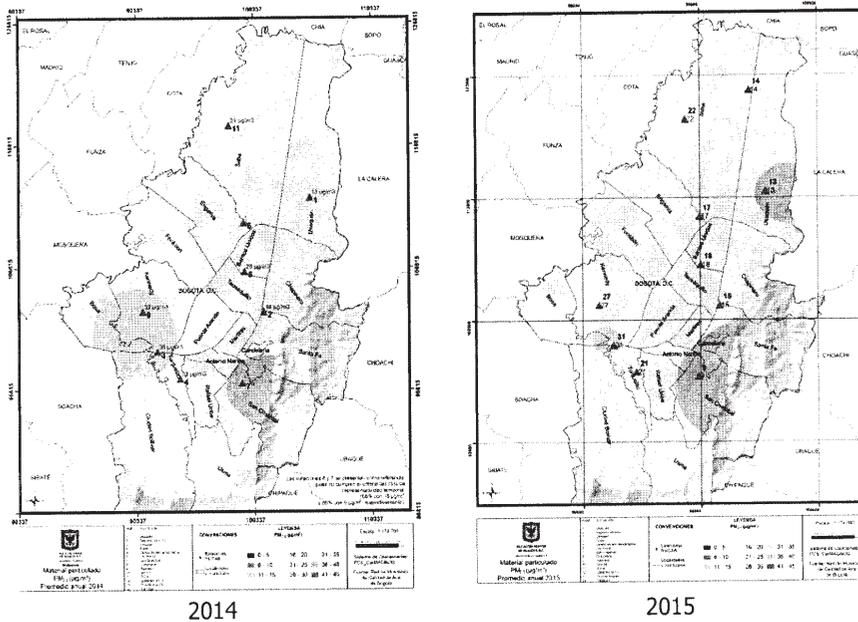
Por otro lado, la normatividad diaria para $PM_{2.5}$ es de $50\mu g/m^3$, lo cual implica picos de concentración en un día que tienen gran impacto en la salud de la población. Como se puede ver en la Tabla 9, las excedencias a la norma para $PM_{2.5}$ fueron durante 2014, fueron de 28 para Carvajal-Sevillana, 17 para Kennedy y Tunal con 10; mientras que para 2015 las excedencias fueron mucho menores.

5.1.3. Comportamiento en la concentración de Ozono

El O_3 es un gas azul pálido que existe en las capas altas (estratosfera) y capas bajas de la atmósfera, pero mientras el estratosférico es de tipo natural y benéfico para la vida, actuando como un filtro protector de la radiación ultravioleta, el segundo (llamado ozono troposférico) es perjudicial en los seres vivos, ya que es un oxidante fuerte e irritante en altas concentraciones en el sistema respiratorio de animales y humanos y causa toxicidad en plantas. Este ozono troposférico es producido por la reacción química entre el oxígeno del aire y los óxidos de nitrógeno e hidrocarburos, los cuales actúan como precursores o facilitadores de la reacción química en presencia de la luz solar.



ALCALDÍA MAYOR
DE BOGOTÁ D.C.
SECRETARÍA DE AMBIENTE



2014 2015
Figura 27 - Mapas interpolados de la concentración de PM2.5 en Bogotá.
Fuente: SDA, 2015

La Tabla 10 - Excedencias a límites de Ozono 8h respecto a la norma nacional y recomendación OMS, presenta el comportamiento de las excedencias de ozono comparando con la normatividad nacional de 8h (80µg/m3) y la recomendación OMS (100µg/m3) para 2014 y 2015. Como se puede observar el año 2015 tuvo muchas más excedencias en comparación al año 2014, debido principalmente a las condiciones meteorológicas que fueron favorecidas por el Fenómeno del Niño.

Tabla 10 - Excedencias a límites de Ozono 8h respecto a la norma nacional y recomendación OMS

Estación	Excedencias a norma nacional (80µg/m3)		Excedencias a OMS (100µg/m3)	
	2014	2015	2014	2015
Carvajal - Sevillana	0	1	0	0
Centro de Alto Rendimiento	31	49	9	5
Guaymaral	49	20	8	0
Kennedy	0	42	0	7
Las Ferias	26	21	12	0
Min Ambiente	3	0	0	0

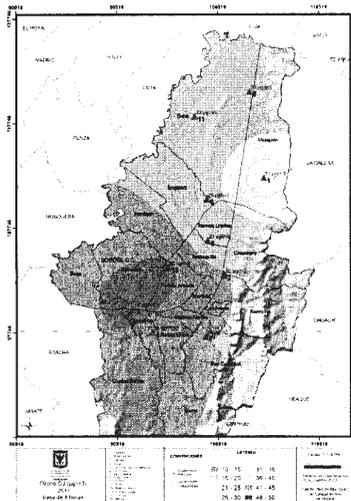
Página 55 de 120

Secretaría Distrital de Ambiente
Av. Caracas N° 54-38
PBX: 3778899 / Fax: 3778930
www.ambientebogota.gov.co
Bogotá, D.C. Colombia

**BOGOTÁ
MEJOR
PARA TODOS**

Estación	Excedencias a norma nacional (80µg/m3)		Excedencias a OMS (100µg/m3)	
Puente Aranda	4	10	0	0
San Cristóbal	0	23	0	0
Suba	14	32	0	3
Tunal	6	0	0	0
Usaquén	65	580	20	99
Fuente: SDA, 2015				

La Figura 28, presenta el mapa interpolado con las concentraciones de ozono para 2014 en Bogotá, como referencia de que esta tendencia en las concentraciones de ozono es similar en los últimos años. Se puede observar que las zonas con mayores concentraciones se encuentran al norte y noroccidente de la ciudad, contrario a las concentraciones para material particulado. Por otro lado, gran parte de las estaciones excedieron el valor permitido en la norma nacional y la recomendación de la OMS, aunque en mayor medida durante 2015.



2014

Figura 28 - Mapas interpolados de la concentración de ozono como promedios 8h en Bogotá 2014.

5.2. GESTIÓN DE LOS GRUPOS SEGUIMIENTO Y CONTROL

Las funciones del grupo de control de emisiones y calidad del aire se fundamentan en la elaboración de los respectivos conceptos técnicos de evaluación, control, seguimiento y monitoreo de centros de diagnóstico para los proyectos de fuentes móviles y fuentes fijas, así mismo realizar la evaluación técnica, seguimiento, monitoreo y

Página 56 de 120

manejo de los efectos ambientales de las emisiones de fuentes fijas y móviles dentro del perímetro urbano del Distrito Capital, y realizar la evaluación técnica de licencias ambientales y demás instrumentos de control y manejo ambiental en lo relacionado con las emisiones atmosféricas de fuentes fijas.

5.2.1. Fuentes fijas – FF

Las fuentes fijas de emisiones atmosféricas, tanto las de carácter industrial como las de carácter comercial, tienen un importante efecto sobre la contaminación atmosférica en la ciudad, es especial las industriales; es así como el seguimiento y control a fuentes fijas, requiere realizarse de varias maneras: 1) Actuaciones técnicas: visitas y respectivo reporte, para verificar el cumplimiento de los límites de emisión de contaminantes por establecimientos industriales en la ciudad y revisión de solicitudes de permisos de emisiones; 2) Acompañamientos técnicos: verificar el procedimiento, las condiciones de muestreo y el cumplimiento de las especificaciones para la realización de los muestreos isocinéticos en industrias, y acompañamiento para la imposición o verificación de medidas preventivas y 3) Operativos Especiales: a fin de ampliar la cobertura en el seguimiento y control se realizan operativos de intervención en zonas específicas o dirigidos a sectores con menor regulación normativa.

5.2.1.1. Actuaciones Técnicas:

En el marco de desarrollo de las acciones de seguimiento y control a fuentes fijas, se realiza seguimiento a las principales zonas industriales de la ciudad verificando por medio de visitas técnicas y actuaciones administrativas, el cumplimiento de los límites máximos permisibles de emisión y otras disposiciones a fuentes fijas de emisiones atmosféricas, en donde se encuentran diferentes sectores productivos como agroalimentario, textiles, farmacéuticas, fundiciones, ladrilleras, galvanotecnia, metalmecánicas, entre otras, como resultado de esta actividad se han generado 101 seguimientos en el segundo semestre del año 2012, 207, 203 y 211 seguimientos en los años 2013, 2014 y 2015 respectivamente, para un total de 722, distribuidos de la siguiente manera:

Tabla 11 - Seguimientos a fuentes fijas por localidad

Localidad	Seguimientos 2012	Seguimientos 2013	Seguimientos 2014	Seguimientos 2015
Antonio Nariño	4	2	5	4
Bosa	1	3	2	3
Ciudad Bolívar	5	16	7	2
Fontibón	6	31	49	26
Kennedy	31	40	18	49
Los Mártires	6	12	11	5
Puente Aranda	26	46	48	69
Rafael Uribe	2	5	2	7
San Cristóbal	2	5	4	1
Santa Fe	1	1	3	0
Tunjuelito	13	7	9	9
Usaquén	1	2	3	6
Usme	3	9	3	9
Otras localidades	0	28	39	21
TOTAL	101	207	203	211

Fuente: Secretaría Distrital de Ambiente



En lo que refiere a permisos de emisiones allegados por las empresas, se tiene que, para el periodo de 2012 al primer semestre de 2016, se aprobaron 5 para 2013, 7 para 2014, 8 para 2015, 2 para 2016 y se negaron 5 para 2013, 3 para 2014 y 2 para 2015.

5.2.1.2. Acompañamientos técnicos

El acompañamiento a industrias para el desarrollo de estudios de emisiones se realiza con el fin de verificar el procedimiento, las condiciones de muestreo y el cumplimiento de las especificaciones para la realización de los muestreos isocinéticos. Durante el período 2012 a 2015 se recibieron 1148 solicitudes por parte de las empresas (185 en 2012, 324 en 2013, 316 en 2014, 323 en 2015), de las cuales se atendieron 91 en el año 2012, 116 en el año 2013, 51 en el año 2014 y 172 en el año 2015).

Como parte del seguimiento y control al sector, constantemente se realizan visitas de seguimiento a empresas consideradas de alto o mediano impacto ambiental en materia de emisiones atmosféricas, ubicadas principalmente en las localidades consideradas "Áreas Fuente de Contaminación Clase I" por el Decreto 623 del 2011. Producto de este ejercicio y durante el periodo 2012 al primer semestre de 2016, se han emitido cien (100) medidas preventivas distribuidas así: 6 en el año 2012, 21 en el año 2013, 32 en el año 2014, 32 en el año 2015 y 9 hasta el primer semestre de 2016. Así mismo en este periodo se realizó acompañamiento a las Alcaldías Locales con el propósito de imponer medidas preventivas y/o verificación de cumplimiento de las mismas, así: 5 acompañamientos en el año 2012, 13 en el año 2013, 22 en el año 2014 y 13 en el año 2015).

5.2.1.3. Operativos Especiales

En el segundo semestre del año 2015 se implementó una estrategia denominada "Plan de Intervención de la Zona Sur Occidente de Bogotá –PIZSO", este plan buscaba ser una herramienta de intervención y gestión conjunta, en la que interactúan diferentes instituciones conjuntamente para gestionar la calidad del aire del sur occidente de la ciudad. Durante su desarrollo se identificaron cerca de 1200 predios de los cuales 330 tienen seguimiento entre los años 2014 y 2015, se realizaron 784 visitas a empresas previamente registradas en base de datos con fuentes fijas de emisión, dichas visitas se realizaron con el objetivo de identificar y/o verificar la existencia de estas fuentes de emisión principalmente aquellas que trabajan con combustibles sólidos o líquidos y el cumplimiento de la normatividad de las mismas. Las localidades intervenidas son Kennedy, Puente Aranda, Fontibón, Tunjuelito, Ciudad Bolívar y Bosa, faltando 132 predios por seguimiento.

De igual forma se ha realizado el control a establecimientos de comercio y servicios como restaurantes, hoteles, hospitales, verificando el cumplimiento de la normatividad ambiental en lo concerniente al recurso aire. En los años 2012, 2013, 2014 y 2015, se elaboraron 2.641 y 483 conceptos e informes técnicos respectivamente con el fin de diagnosticar, reglamentar y fortalecer el cumplimiento de los límites permisibles de emisión y otras disposiciones, distribuidas mensualmente de la siguiente manera:

Tabla 12 - Actuaciones Técnicas a fuentes fijas por mes. (Conceptos Técnicos e Informes Técnicos)

Mes	2012		2013		2014		2015	
	CT	IT	CT	IT	CT	IT	CT	IT

Secretaría Distrital de Ambiente
 Av. Caracas N° 54-38
 PBX: 3778899 / Fax: 3778930
 www.ambientebogota.gov.co
 Bogotá, D.C. Colombia





ALCALDÍA MAYOR
DE BOGOTÁ D.C.
SECRETARÍA DE AMBIENTE

Mes	2012		2013		2014		2015	
	CT	IT	CT	IT	CT	IT	CT	IT
Enero	124	72	0	0	66	2	104	10
Febrero	74	35	50	11	63	3	28	5
Marzo	89	53	77	15	23	0	100	8
Abril	14	5	76	24	81	0	59	11
Mayo	33	11	75	6	100	1	92	11
Junio	31	16	65	4	35	3	77	13
Julio	42	22	23	3	21	0	39	5
Agosto	63	27	77	4	109	9	107	14
Septiembre	69	24	126	2	90	6	64	4
Octubre	110	50	73	0	104	2	65	2
Noviembre	74	34	90	8	45	2	46	3
Diciembre	120	16	118	9	211	4	168	0
Total	843	365	850	86	948	32	949	86
	1208		936		980		1035	

5.2.2. Fuentes móviles – FM

Debido al impacto de las emisiones atmosféricas causadas por fuentes móviles en el Distrito Capital la Secretaría Distrital de Ambiente en coordinación con la Policía Metropolitana de Tránsito y la Secretaría Distrital de Movilidad realiza a diario controles ambientales a los vehículos que circulan por las vías de la ciudad, mediante la realización de operativos de monitoreo y control en diferentes puntos, en donde se inspeccionan vehículos aleatoriamente, dando prioridad a los tipos de servicio y marcas que se ha determinado incumplen con mayor frecuencia la normatividad ambiental realizando así un control y seguimiento de las emisiones generadas por la actividad del transporte público, particular y de carga.

La Secretaria Distrital de Ambiente junto con la Policía Metropolitana de Tránsito y la Secretaría Distrital de Movilidad realiza controles ambientales a los vehículos que circulan por las vías de la ciudad, mediante la realización de operativos de monitoreo y control a las emisiones generadas por estos automotores.

Tabla 13 - Vehículos revisados en Operativos en la Vía

Año	Vehículos Aprobados VAp	Vehículos Rechazados VR	Número de Vehículos Revisados en Operativos en la Vía NVRO	Porcentaje de cumplimiento
2011	86.355	104.942	191.297	45%
2012	50.255	8.552	58.807	85%
2013	65.003	12.023	77.026	84%
2014	32.525	6.437	38.962	83%

Secretaría Distrital de Ambiente
Av. Caracas N° 54-38
PBX: 3778899 / Fax: 3778930
www.ambientebogota.gov.co
Bogotá, D.C. Colombia

**BOGOTÁ
MEJOR
PARA TODOS**

Año	Vehículos Aprobados VAp	Vehículos Rechazados VR	Número de Vehículos Revisados en Operativos en la Vía NVRO	Porcentaje de cumplimiento
2015	74.013	5.569	79.582	93%

En el 2015 de los 5569 vehículos rechazados en operativos en vía corresponden 1526 a Vehículos de Transporte público (taxis, buses y busetas).

Se han identificado algunas barreras en el control a las fuentes vehiculares desde las cuales se debe trabajar para potenciar el control en los sectores del transporte que presentan una mayor participación en la contaminación del aire en la ciudad de Bogotá. Como oportunidades de mejora se visualiza la necesidad de fortalecer temas como:

- Estructuración de una meta de control de emisión vehicular que sea coherente con las necesidades de la ciudad, en la cual se prioricen los sectores del transporte de mayor participación en la contaminación.
- Recursos técnicos humanos y logísticos en los operativos en vía a vehículos de carga y del Sistema Integrado de Transporte Público – SITP
- Tecnologías orientadas a la medición de emisiones contaminantes para el control y seguimiento
- Bases de datos de los vehículos inspeccionados
- Seguimiento a las subsanaciones y requerimientos ambientales de infractores

5.2.2.1. Programa de Autorregulación Ambiental:

Es un instrumento de gestión ambiental enfocado a vehículos diésel, surgió con el Decreto 174 de 2006, como alternativa a la restricción de Pico y Placa Ambiental, para que aquellas empresas de Transporte Público Colectivo de Pasajeros (Art. 8º, Parágrafo Tercero) y Transporte Público de Carga (Art. 10º, Parágrafo Tercero), que demostraran el buen estado de su flota diésel, medido en niveles de opacidad de emisión 20% por debajo de los límites establecidos en la normatividad vigente (Resolución 910 de 2008). Los términos de referencia, cantidades y fechas del programa se estipulan en la Resolución 1869 del 18 de agosto de 2006, modificada en su Artículo 4º por la Resolución 2823 del 29 de noviembre del 2006.

En la actualidad el programa funciona para Para Transporte Público Colectivo de Pasajeros, dónde se habilita a las empresas para circular entre las 6:00 a.m. y las 10:00 a.m., de manera rotativa de acuerdo con el último dígito de la placa de lunes a sábado (Artículo 8º, Decreto 174 de 2006); y para Para el Transporte Público de Carga con capacidad superior a 5 Toneladas, donde se habilita a las empresas a circular entre las 9:00 a.m. y las 10:00 a.m., de lunes a viernes (Artículo 10º, Decreto 174 de 2006).

Desde el 2012 se han realizado 9.160 revisiones de opacidad por concepto de los procesos de aprobación del Programa de Autorregulación, para las empresas de Transporte Público Colectivo de Pasajeros se han realizado 7.372 revisiones y para el transporte de carga 1.788 revisiones (SDA 2016)¹⁰, esto teniendo en cuenta las dificultades logísticas y el esfuerzo técnico y humano, que para la SDA ha representado el llevar a cabo esta

¹⁰ SDA – 2016, Subdirección de Calidad del Aire, Auditiva y Visual, grupo de fuentes móviles.



ALCALDÍA MAYOR
DE BOGOTÁ D.C.
SECRETARÍA DE AMBIENTE

iniciativa. Para el 31 de diciembre de 2016 se encontraron vinculadas 63 empresas que registraron 8.548 vehículos entre empresas del TPC, Transporte de Carga y el Sistema Integrado de Transporte Público troncal y zonal.

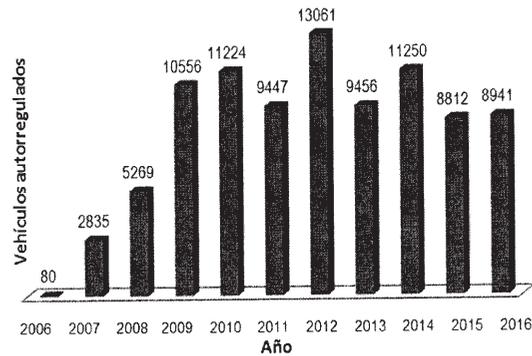


Figura 29 - Cantidad de vehículos autorregulados por año
Fuente: Grupo de fuentes móviles-Secretaría Distrital de Ambiente. 2016

El Programa de Autorregulación ha logrado fomentar el cambio de mentalidad de un sector ambientalmente crítico como lo es el sector de Transporte Público Colectivo de pasajeros y Transporte de carga. Falta fortalecer muchos aspectos, sin embargo los empresarios, en especial del TPC, están tomando conciencia que el buen cuidado de los vehículos, brinda mayor eficiencia y rentabilidad por ahorros en gastos de mantenimiento, combustible y por la franja de restricción de cuatro horas que cubre para ellos el Pico y Placa Ambiental, resulta mejor invertir en el correcto estado del vehículo que, perder dinero por tramites de multas e inmovilizaciones, todo esto sin duda marca un gran beneficio para ellos y una gran diferencia a favor del cuidado mejorando la calidad aire que respiramos.

Otro logro de Autorregulación, es el Plan Integral de Mantenimiento, que además de ser parte esencial de este Programa, se proyecta como un poderoso elemento generador de "cultura de mantenimiento" que pasará a desempeñar un rol muy importante en el éxito que se pretenda alcanzar con la próxima estructura del Sistema Integrado de Transporte, a implantar en Bogotá.

Por su parte los beneficios del Plan Integral de Mantenimiento no se ven reflejados en el funcionamiento de los vehículos, según las visitas realizadas a los operadores del sistema. Esto a pesar de que las empresas de transporte, en especial del SITP, implementan este Plan por medio de un software especializado.

5.2.2.2. Programa de requerimientos a vehículos con emisiones visibles y de seguimiento:

La Secretaría Distrital de Ambiente, en virtud de sus funciones de control y seguimiento como consecuencia de una queja presentada ante la entidad, o de un incumplimiento en vía el cual no ha tenido los recursos suficientes para lograr exitosamente una inmovilización vehicular por un incumplimiento a la norma, requiere vehículos para que sean presentados en el punto de control ambiental de la Entidad, con el fin de determinar el cumplimiento de los límites de emisiones establecidos en la Resolución 910 de 2008 expedida por el Ministerio de Ambiente y

Página 61 de 120

Secretaría Distrital de Ambiente
Av. Caracas N° 54-38
PBX: 3778899 / Fax: 3778930
www.ambientebogota.gov.co
Bogotá, D.C. Colombia

**BOGOTÁ
MEJOR
PARA TODOS**



Resolución 1304 de 2012 emitida por esta Secretaría. En el evento que se detecte un incumplimiento a las mencionadas normas procederá a iniciar las investigaciones a que haya lugar, de conformidad con lo establecido en la Ley 1333 de 2009 y la Resolución 556 de 2003, cuyas sanciones serán impuestas a las empresas propietarias o afiliadoras de los vehículos.

Al citar los vehículos en un lugar y fecha específicos, es fácil ajustar o adaptar un vehículo que está incumpliendo los límites de emisión por norma. Es por esto que se debe trabajar en hacer más riguroso las mediciones en los requerimientos. Adicional a lo anterior, este programa surge como complemento a la actividad de seguimiento a los infractores en vía. Cuando un vehículo es inmovilizado en vía, el infractor tiene la obligación de presentar la subsanación de la falta a la norma. Para surtir por completo el procedimiento, se requiere un alto grado de comunicación y flujo de información entre la SDA, SDM y la Policía Nacional. Para el año 2015 se requirieron un total de 2191.

En el ejercicio se han evidenciado grandes falencias para llevar a cabo exitosamente estas acciones, entre las que se encuentra la falta de capacidad por parte de la Secretaría Distrital de Ambiente para lograr un correcto seguimiento a las subsanaciones de los requeridos y la falta de información de esta Entidad en el cumplimiento final del infractor.

Producto de esto, se tienen unas importantes lecciones aprendidas desde las cuales se puede potenciar la correcta ejecución del programa, logrando así un mejor control por requerimientos y un real seguimiento a los infractores, quienes merecen una especial atención por parte de la autoridad ambiental. En el documento de *"Actualización de tecnologías y estrategias para el control y seguimiento a fuentes móviles de emisión en Bogotá"*, se muestra cómo se puede hacer una correcta trazabilidad a las acciones de seguimiento por parte de la SDA, con el objeto de exigir que se surta el trámite correcto junto con la SDM y la Policía Nacional desde el requerimiento o infracción en vía hasta la final subsanación o sanción al presunto infractor.

5.2.2.3. Centros de Diagnóstico Automotor – CDA:

La emisión de fuentes móviles es uno de los factores que más inciden en la contaminación ambiental y teniendo en cuenta que este aspecto se relaciona con el mantenimiento del parque automotor, se ha hecho necesario que los Ministerios de Transporte y Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial, regulen lo atinente a la revisión técnico-mecánica y de gases en todo el territorio nacional. Desde la SDA se desarrolla el programa de auditoría a Centros de Diagnóstico Automotor - CDA's, el cual busca garantizar el cumplimiento de los estándares adecuados y la obtención de valores confiables que determinen el cumplimiento normativo en materia de emisión de gases a los CDA's y de esta manera contribuir con la reducción de material particulado en la ciudad de Bogotá, basado en los manuales y formatos de las NTC 4231, 4983 y 5365.

Durante las actividades de auditoría se han detectado diferencias en los equipos de medición a fuentes móviles, lo que ha permitido implementar medidas al interior de los establecimientos evaluados, así como la generación de actuaciones jurídicas para dichos establecimientos que no han tomado medidas para la corrección de las fallas. Durante el periodo 2012 – 2015 el grupo auditor ha realizado 421 visitas a establecimientos, 960 auditorías a equipos de medición y ha emitido 58 actuaciones jurídicas.

Página 62 de 120

Secretaría Distrital de Ambiente
Av. Caracas N° 54-38
PBX: 3778899 / Fax: 3778930
www.ambientebogota.gov.co
Bogotá, D.C. Colombia

**BOGOTÁ
MEJOR
PARA TODOS**



Mediante la implementación del programa se han obtenido avances positivos en cuanto a la estandarización de las mediciones que se llevan a cabo por los CDA's para cada tipo de vehículos que circulan por el Distrito Capital, y así mismo se ha contado con resultados más confiables en el manejo de información referente a las pruebas de emisiones de gases provenientes de los CDA's.

Se espera evolucionar en las medidas pertinentes para el fortalecimiento del manejo y reporte de información de los datos originados por los CDA's, así mismo es necesario continuar con la evaluación de la información de las pruebas de emisiones practicadas en los Centros de Diagnóstico Automotor, dado que es una actividad que permite identificar las desviaciones a los procesos de medición y verificar la trazabilidad y seguridad de los datos que se relacionan en dichos reportes periódicos.

6. RESULTADOS PDDAB 2011

6.1. SEGUIMIENTO DE AVANCE EN LAS METAS DEL PDDAB

La principal meta del Plan Decenal de Descontaminación es cumplir, al final del horizonte de diseño en el año 2020, la normativa nacional vigente en toda la ciudad. Según las estimaciones realizadas mediante el modelo de calidad del aire utilizado para su formulación, para cumplir esta meta en el caso de material particulado respirable es necesario lograr una reducción de cerca del 60% en las emisiones de PM que se observarían en el año 2020 bajo el escenario tendencial. Esto equivale a que en el año 2020 se tendrían aproximadamente el 40% de las emisiones que se registraron en el inventario de emisiones del año 2008 para el contaminante en referencia. En la Tabla 14 se presenta la meta de emisiones de PM para el año 2020 propuesta para el plan de descontaminación, con el beneficio esperado en términos de calidad del aire.

Tabla 14 - Metas de emisiones y concentración en inmisión de PM10

META EN EMISIONES DE PM ₁₀	META EN CONCENTRACIÓN DE PM ₁₀
940 ton/año	50 µg/m ³

Fuente: SDA.

Como fue mencionado en la sección 5.1 de este documento y como se observa en la Tabla 15 el promedio de concentración del PM10 para el año 2016 corresponde a un valor de 45 µm/m³, adicionalmente se observa una reducción en los últimos años para los demás contaminantes atmosféricos. Teniendo en cuenta lo anterior, la concentración de PM10 reportado y la reducción de la concentración de los demás contaminantes, dan cumplimiento parcialmente a la meta establecida en el PDDAB. Sin embargo, observaciones sectorizadas de la ciudad muestran la excedencia en la norma nacional de PM10 para las estaciones de la Red de Monitoreo de Calidad del Aire de Carvajal de Kennedy y Puente Aranda durante el 2015, presentando promedios anuales de 87 µm/m³, 66 µm/m³ y 53 µm/m³ respectivamente. A su vez, las estaciones Carvajal y Kennedy reportaron un promedio anual de 31 µm/m³ y 27 µm/m³ para el contaminante PM 2.5, presentando excedencias respecto a la norma para este contaminante.

Debe citarse que en la formulación del PDDAB 2011, se establece como meta a 2020 para los contaminantes gaseosos: óxidos de nitrógeno NOx, hidrocarburos totales HCT, y monóxido de carbono CO, el mantener los niveles

de emisiones que se observaron en el inventario de emisiones del año 2008; considerando que no todas las variaciones positivas en el desempeño ambiental de la ciudad en cuanto a emisiones se reflejan en los inventarios de emisiones dado lo dispendioso de la actualización de factores de emisión, una buena referencia para evaluar que se hayan mantenido los niveles de emisión de estos contaminantes, es justamente la verificación vía inmisión (calidad del aire) mediante los registros de la RMCAB, en este sentido en la Tabla 15 se presentan las concentraciones promedio anual de ciudad para el año base 2008 y para los años 2009 a 2016 de los contaminantes criterio monitoreados.

Tabla 15 - Concentraciones promedio de ciudad para los contaminantes criterio, presentada desde el desde el año 2008 hasta 2016.

Año	Material Particulado (PM ₁₀) base en promedio 24 horas	Ozono (O ₃) base en media móvil 8 horas*	Dióxido de Nitrógeno (NO ₂) base en promedio 24 horas	Óxidos de Azufre (SO ₂) base en promedio 24 horas	Monóxido de Carbono (CO) base en media móvil 8 horas*
2008	67	25	40	23	777
2009	59	28	40	27	1207
2010	59	27	39	9,4	1213
2011	52	22	35	9,1	1046
2012	48	23	29	7,9	1043
2013	48	22	30	8,6	954
2014	52	21	31	4,2	987
2015	44	26	35	3,3	882
2016	45	21	32	3,9	951

*Estos valores se emplean solo con fines comparativos puesto que no existe norma anual para este contaminante.

Fuente: SDA. 2017

Conforme a lo anterior, se evidencia que para los contaminantes criterio monitoreados (excepto monóxido de carbono CO) se ha presentado una reducción representativa en cuanto a concentración atmosférica media anual, para el caso del monóxido de carbono CO debe citarse que para el año base 2008, no se contó una representatividad adecuada para las estaciones en operación por lo que el promedio determinado estaba por debajo de la tendencia que se indica en los años siguientes, desde ese punto de vista, para el monóxido de carbono CO se presume también reducción en la concentración atmosférica respecto al año base.

Con base en la estimación de emisiones, es decir, mediante inventarios de emisiones y proyección de escenarios, se puede establecer la reducción de emisiones totales de PM₁₀, en la Figura 30 se presenta el escenario tendencial de emisiones totales de PM₁₀ para el escenario con y sin la implementación de medidas del PDDAB, comparado con las emisiones reportadas en los inventarios de emisiones del año 2008, 2012 y 2014. Conforme a la gráfica,

Página 64 de 120



para el año 2014 según el escenario tendencial con medidas, se preveía tener un inventario de 1.812 toneladas anuales de PM10, representando una reducción acumulada de emisiones de 634 toneladas desde el año 2008.

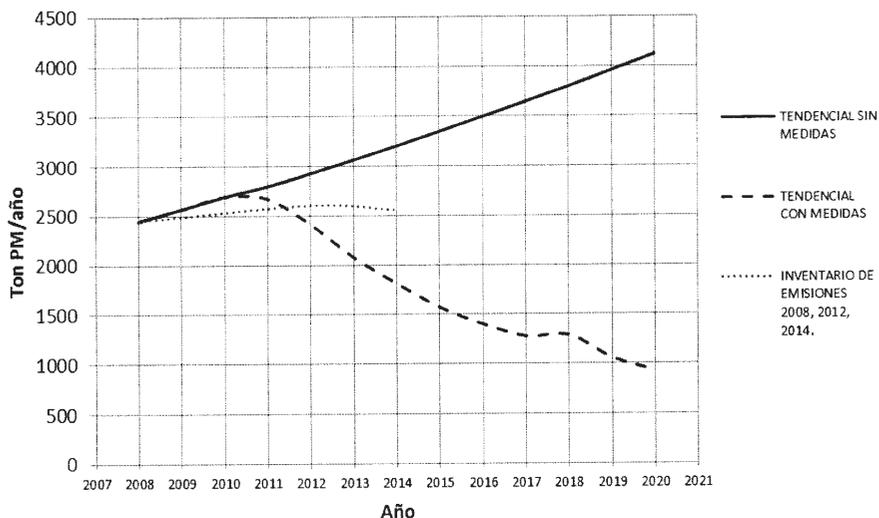


Figura 30. Emisiones de material particulado entre los años 2008 y 2020 para escenario tendencial sin medidas en comparación con las emisiones en el escenario con plan de descontaminación y las mediciones reales estimadas en los inventarios de emisiones años 2008, 2012, 2014.

Los inventarios de emisiones de 2012 y 2014, se han desarrollado teniendo en cuenta fuentes de emisión no cuantificadas para la línea base 2008, así como la actualización de factores de emisión para algunas fuentes. Esto con el propósito de establecer el aporte de las fuentes de emisión en la contaminación de la ciudad y dirigir las estrategias de reducción a las fuentes con mayor participación.

Por lo anterior, para facilitar la comparación entre la línea base y los inventarios más recientes, evidenciando avances coherentes en reducción de emisiones contaminantes, se tuvieron en cuenta las siguientes consideraciones:

- Fueron utilizados los factores de emisiones para motocicletas 2 tiempos y 4 tiempos reportados en el PDDAB 2011, y no los actualizados en el marco del convenio 013 de 2012 entre la SDA - Universidad de Nacional. Estos últimos utilizados en los inventarios 2012 y 2014 originales.
- Para el inventario de emisiones 2014 comparativo no se consideraron los vehículos de carga que no se encuentran registrados en la ciudad. Únicamente se tuvieron en cuenta los reportados en el Registro Distrital Automotor RDA de la Secretaría de Movilidad, como fuente de información principal de la línea base 2008.

- Para la comparación con la línea base 2008, no se consideraron los vehículos de transporte especial reportados en los inventarios de emisiones de fuentes móviles de los años 2012 y 2014.
- La comparación total de emisiones solo considera emisiones provenientes de combustión de las fuentes móviles en ruta y fuentes fijas industriales, como fue considerado para la línea base 2008. Así, las proyecciones presentadas no consideran emisiones provenientes de fuentes fijas comerciales, fuentes móviles fuera de ruta, fuentes de área y fuentes de material particulado resuspendido.

En la Tabla 16 se presenta el avance para 2012 y 2014 en reducción de emisiones con referencia a la meta final de 940 ton/año. Estos valores son negativos ya que las emisiones que se tienen que reducir en ambos años para lograr llegar a la meta son mayores de lo proyectado en 2008. Con respecto al valor que debería tener cada inventario de acuerdo al inventario tendencial con medida, las emisiones en 2014 se encuentran 41% por encima de las previstas para ese año, mientras que el 2012 se encuentra por encima en un 8%, presentando así, en inventarios de emisiones limitados avances en cumplimiento de la meta del PDDAB. Lo anterior no se debe interpretar como un nulo avance en la ejecución de estrategias de reducción de emisiones por sector, sino como se presentará en la siguiente sección, puede deberse al alza de emisiones no contempladas de una sola fuente como es el caso de las motocicletas.

Tabla 16 - Avance en reducción de emisiones de PM en toneladas.

SECTORES EN GENERAL	Año		
	2008	2012	2014
Inventario tendencial sin medidas (ton/año)	2.446	2.930	3.204
Inventario tendencial con medidas (ton/año)	2.446	2.412	1.812
Diferencia con el Inventario del año base (ton/año)	0	-34	-634
INVENTARIOS ESTIMADOS (realidad)	2008	2012	2014
Inventario de emisiones estimado (ton/año)	2.446	2.607	2.558
Diferencia respecto a Inventario año base (ton/año)	0	+161	+112
Diferencia respecto a Inventario año base (%)	0%	+6,6%	+4,6%
Diferencia con Inventario tendencial sin medidas (ton/año)	0	-323	-646
Diferencia con Inventario tendencial con medidas (ton/año)	0	+195	+746

Fuente: SDA. 2017

Conforme a lo anterior, si bien no se han presentado reducciones conforme al escenario proyectado con implementación de medidas, es clara la reducción respecto al escenario tendencial BAU (*Business As Usual*) lo que da cuenta de la ruptura de la tendencia incremental de las emisiones en la ciudad y de evolución positiva en el desempeño ambiental de la ciudad en cuanto a emisiones.

6.2. RESULTADOS POR SECTOR

El portafolio de medidas óptimas, priorizó sus acciones sobre el Sector Industrial, Transporte de Carga, Motocicletas y Transporte Público de Pasajeros. Esta sección presenta las acciones realizadas en el marco de la

Página 66 de 120

gestión para la implementación del portafolio óptimo del Plan Decenal, las barreras encontradas, las lecciones aprendidas en cada proceso y el avance en la implementación de las medidas en cada uno de estos sectores.

6.2.1. Sector Industrial

Para el sector industrial, el PDDAB contemplo la ejecución de dos medidas que incluyen es uso de sistemas de control de emisiones, conversión a gas natural y la formalización del sector industrial. A continuación, se presentan con mayor detalle.

6.2.1.1. Medida 1 - Industria. Uso de sistemas de Control de Emisiones

Esta medida consiste en la instalación de sistemas de control de emisiones de la forma más costo efectiva posible sin ponderar por tipo de categoría industrial.

▪ Proceso de Implementación

En la formulación del Plan Decenal de Descontaminación del Aire para Bogotá PDDAB, el inventario de emisiones del año base (2008) indicó que las fuentes fijas industriales con equipos de combustión, aportaban aproximadamente el 44% del material particulado generado en la ciudad, de estas emisiones, más del 80% provenían de calderas y hornos que utilizaban carbón como combustible.

Aunque la medida de instalar Sistemas de Control de Emisiones SCE en fuentes industriales, tiene un panorama de implementación para los años 2019 y 2020, es necesario que se estructuren las bases para su futura o anticipada implementación, por esta razón se estableció, mediante norma local, que la instalación y operación de estos sistemas fuera obligatoria a partir de 2012, para fuentes fijas industriales de combustión externa, accionadas con combustibles sólidos y crudos pesados; que son las fuentes que aportan mayor generación de emisiones de material particulado en Bogotá.

En desarrollo de este proceso y mediante el análisis de bases de datos, se ha encontrado alto grado de incumplimiento de la instalación de dichos sistemas de control de emisiones. Durante la ejecución de esta estrategia se ha buscado que las acciones de seguimiento y control, prioricen las visitas a industrias con registro de presunto incumplimiento para que se aplique la acción respectiva; sin embargo, se evidencia que la capacidad operativa de la Autoridad Ambiental, no ha sido suficiente, a lo que se suma la tardanza en la ejecución de medidas sancionatorias por parte de las Alcaldías Locales. Todas estas situaciones han dificultado la anticipada aplicación de la medida. Por otra parte, se ha identificado la necesidad de establecer estándares de instalación y operación de SCE, que sean adecuados a las condiciones de la industria local, para lograr de estos los mejores resultados posibles.

El proceso inicial para la implementación de la medida se fundamentó en el desarrollo de dos instrumentos como se describe a continuación:

Página 67 de 120

- Un instrumento de tipo normativo como el Decreto Distrital 623 de 2011 que en su En el Artículo 11 se establece la utilización de Sistemas de Control de Emisiones SCE por las fuentes fijas industriales que operan con combustibles sólidos o crudos pesados.
- Un instrumento de tipo técnico como el Informe técnico de utilización de Sistemas de Control de Emisiones por la industria, mediante el cual se identificó de cantidad, tipos (9 tipos), combinaciones (5 combinaciones) y unificación de denominación y porcentaje de remoción (PM y COV's) de Sistemas de Control de Emisiones SCE utilizados por la industria en Bogotá.

▪ **Lecciones aprendidas**

En el proceso que buscaba la implementación de la medida se identificaron varias situaciones que se deben tener en cuenta al momento de reestructurar o actualizar el PDDAB.

- a) No es conveniente aplicar un solo tipo de medida para un universo tan variado de equipos o fuentes de emisión, es necesario identificar diversas opciones considerando la heterogeneidad del sector, permitiendo tener la capacidad de reducir las emisiones generadas.
- b) Es necesario profundizar en el conocimiento detallado de los equipos de combustión que utilizan carbón o madera en los diferentes sectores industriales, para seleccionar la alternativa más costo eficiente de reducción de emisiones.
- c) La actualización y análisis constante de Bases de Datos con registros de la información de las fuentes industriales es fundamental para abarcar y dar seguimiento a todas las fuentes objeto y realizar valoración del impacto logrado.

▪ **Conclusiones y recomendaciones**

Identificadas las barreras que secundaron la escasa implementación de la medida, se requiera fortalecer los mecanismos de control y vigilancia para aumentar las sinergias con las alcaldías menores y los actores de la cadena productiva.

En vista de los instrumentos que se disponen para la implementación de la medida, se considera que esta debe ser fortalecida para lograr su cabal ejecución y obtener las reducciones de emisiones esperadas. Para lo anterior es necesario abordar acciones como el fortalecimiento del marco regulatorio y de la articulación institucional enfocada al control y seguimiento y también desarrollar lineamientos de instalación y operación de Sistemas de Control de Emisiones en la industria.

6.2.1.2. Medida 2 – Industria – Conversión de carbón a gas natural y formalización.

La medida busca la transformación tecnológica para uso de gas natural en el 100% de las fuentes que actualmente usan carbón como combustible. Esto en combinación con la formalización del 50% de las industrias que se encuentran fuera del sector formal.

▪ **Proceso de Implementación**

En la formulación del Plan Decenal de Descontaminación del Aire para Bogotá PDDAB, el inventario de emisiones del año base (2008) indicó que las fuentes fijas industriales con equipos de combustión, aportaban

Página 68 de 120

aproximadamente el 44% del material particulado generado en la ciudad, de estas emisiones, más del 80% provenían de calderas y hornos que utilizaban carbón como combustible.

En la Figura 31 se muestra la importancia del gas natural GN como combustible en la industria bogotana, donde 2 de cada 3 fuentes fijas industriales hacen uso del mismo. Siguen en importancia, aunque en proporción menor, combustibles como el carbón mineral y el diésel; con menor participación se tienen combustibles como el carbón coque, el GLP, el crudo y otros.

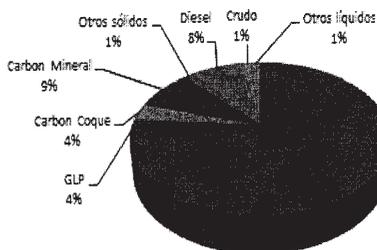


Figura 31 - Cantidad de fuentes fijas por tipo combustible

Nota: No corresponde a valores de consumo de combustibles. Otros sólidos: Carbón Bituminoso, Carbón Vegetal y Madera. Otros líquidos: Fuel Oil 3-4-6, Aceite Usado y Combustóleo

Pese a lo anterior, en lo referente a emisiones de material particulado PM10, la categoría más contaminante es la de hornos ladrilleros, seguido de cerca por las calderas a carbón de alta capacidad y luego por los hornos a carbón y las calderas a carbón de baja capacidad; lo que indica la necesidad de acciones de intervención con este tipo de fuentes.

El diseño de estrategias para la implementación de la medida partió de la actualización, complemento y análisis de bases de datos de industrias y sus fuentes de emisión, con lo que se logró establecer el comportamiento histórico de las industrias que utilizan carbón (2008, 2010, 2012 y 2014) para determinar el universo real para desarrollo la medida, así mismo, conforme a la relevancia en la generación de emisiones de material particulado, se establecieron como sectores prioritarios dentro de este universo: las tintorerías, las ladrilleras y las fundidoras.

Por otra parte con base en un ejercicio de conversión de carbón a gas, realizado en una empresa del sector tintorero, se establecieron aspectos como: 1) en los procesos en tintorería las operaciones que tienen mayor demanda de calor (suministrado con generación de vapor) son el teñido y el secado de prendas; 2) la conversión a gas se realizó instalando quemadores (flautas) directamente en la parte inferior de las lavadoras para calentar el agua de teñido e instalando quemadores con intercambiadores de calor en la parte superior de las lavadoras para suplir los requerimientos de calor; 3) con la conversión a gas solo se necesita vapor para operar las planchas, para lo cual se podría utilizar una caldera de menor capacidad operada únicamente en los momentos operativos requeridos; 4) los costos por combustible aumentan en 26,76% al convertirse de carbón mineral a gas natural, considerando que se mantiene la brecha de costos a favor del carbón; 5) al considerar el costo total del proceso completo de generación de vapor se tiene una reducción de 22,78% ya que se involucran factores como la limpieza

Página 69 de 120

y mantenimiento de la caldera y área circundante, la mano de obra para alimentación de la caldera, los costos por frecuencia de muestreos isocinéticos y los de mantenimiento de sistemas de control de emisiones; 6) se logró una reducción del 63,89% en el requerimiento energético expresado en TCAL consumidas para la generación de vapor, comparando generación de vapor con carbón y calentamiento con GN y 7) se estimó reducción de emisiones de material particulado superiores al 99% aplicando factores de emisión del Plan Decenal de Descontaminación del Aire para Bogotá.

Para establecer la capacidad de replicar la experiencia de conversión a gas, se visitaron varias tintorerías del sector de Carvajal (Kennedy) y de Pensilvania (Puente Aranda), encontrando que por antigüedad y diseño no para todos los equipos era viable la conversión a gas, específicamente por falta de espacio para la ubicación de quemadores en la parte inferior de las lavadoras. Adicional al análisis de viabilidad técnica, se identificaron tres aspectos desfavorables en la iniciativa de masificar la conversión a gas en la industria: los costos de inversión para la adecuación de equipos y conversión a GN (aunque el sector privado ya está diseñando soluciones para esto), las variaciones en la facturación de gas ocasionadas por la aplicación de factores de corrección en grandes consumidores, pero el aspecto que más afecta de manera negativa la conversión a gas en la industria, es la falta de claridad por parte del gobierno en las expectativas sobre reservas y suministro de GN que además de ser cortas (capacidad a 2018) ubicarían a la industria como primer afectado en un eventual racionamiento o corte, esto suma una alta incertidumbre a la decisión de abordar proceso para conversión a gas.

Como alternativa a la conversión de carbón a gas natural para la reducción de emisiones, se identificaron prácticas como la optimización del uso del carbón a través de un manejo adecuado de granulometrías en el cargue de combustible a calderas, esto considerando que en varios casos de las tintorerías visitadas se apreció el cargue de trozos grandes de carbón en las calderas lo que evidentemente aumenta la cantidad de material sin quemar y la probabilidad de mayor generación de emisiones.

El proceso inicial para la implementación de la medida se fundamentó en el desarrollo de dos instrumentos como se describe a continuación:

1. Un instrumento de tipo normativo como la Resolución 6982 de 2011, en la que se identifican aspectos relevantes como: la rigurosidad gradual (2010-2015-2020) en límites permisibles de emisión para fuentes industriales existentes que utilizan combustibles sólidos y líquidos desincentivando su uso y límites accesibles para equipos que operan con gas (Artículo 4); y límites permisibles de emisión más estrictos para fuentes industriales nuevas y para fuentes de emisión de la industria de la arcilla (Artículos 7 y 11).
2. Un instrumento de tipo técnico como el Análisis del "Informe proyecto aplicaciones directas con GN en tintorerías". Gas Natural ESP, en el que se identificó aumento de costos de combustible en 26,76% al convertirse de carbón a gas natural, pero al considerar el proceso completo de generación de vapor se tiene reducción de 22,78% en costos, ya que se involucran factores como la limpieza, mantenimientos, mano de obra, muestreos isocinéticos y uso de SCE.

▪ **Lecciones aprendidas**

Página 70 de 120

Secretaría Distrital de Ambiente
Av. Caracas N° 54-38
PBX: 3778899 / Fax: 3778930
www.ambientebogota.gov.co
Bogotá, D.C. Colombia

**BOGOTÁ
MEJOR
PARA TODOS**



36

En el proceso que buscaba la implementación de la medida se identificaron varias situaciones que se deben tener en cuenta al momento de reestructurar o actualizar el PDDAB.

- a) No es conveniente generalizar en la aplicación de un solo tipo de medida para un universo tan variado de equipos o fuentes de emisión, es necesario considerar diversas opciones para que todo tipo de equipo o fuente tenga capacidad de reducir las emisiones generadas.
- b) Es necesario profundizar en el conocimiento detallado de los equipos de combustión que utilizan carbón o madera en los diferentes sectores industriales, para seleccionar la alternativa más costo eficiente de reducción de emisiones
- c) La actualización y análisis constante de Bases de Datos con registros de la información de las fuentes industriales es fundamental para abarcar y dar seguimiento a todas las fuentes objeto y realizar valoración del impacto logrado.

▪ Conclusiones y recomendaciones

No obstante, a las bondades de esta medida de mitigación, su aplicación presentó un pobre desempeño ocasionado principalmente por las barreras de entrada en la implementación de los combustibles gaseosos en sustitución del carbón y los crudos pesados. Dichas barreras están asociadas a la incertidumbre en el suministro y la falta de competitividad en el precio del gas natural, lo cual dificulta toda actividad de control, seguimiento y vigilancia de las medidas asociadas con este combustible

En vista de las barreras encontradas para la implementación de la medida, así como de los instrumentos de que se dispone para tal fin, se considera que esta debe ser reformulada para lograr las reducciones de emisiones esperadas para este sector. Para lo anterior es necesario abordar acciones como: diseñar estrategias para promover la utilización de granulometrías adecuadas en el carbón utilizado como combustible en industrias, fomentar la optimización de procesos enfocada en la reducción de consumo de combustibles y por ende de emisiones en la industria y promover la reconversión tecnológica de equipos industriales de combustión hacia tecnologías más eficientes.

6.2.1.3. Avance en el cumplimiento de meta de reducción de emisiones de PM para el sector industrial

El sector industrial presenta dos medidas para la reducción de emisiones de PM. La proyección de emisiones de la ejecución de ambas medidas se presenta en la Figura 32, en donde se evidencia una temprana reducción de emisiones, es así como el valor de PM para el año 2014 es el esperado según la línea tendencial con medidas (Tabla 17). Con respecto a la línea base, el valor de emisiones de 2012 y 2014 ha permanecido sin cambio notable, reflejado en un avance del -0.4% en reducción de este contaminante.

Página 71 de 120

Secretaría Distrital de Ambiente
Av. Caracas N° 54-38
PBX: 3778899 / Fax: 3778930
www.ambientebogota.gov.co
Bogotá, D.C. Colombia

**BOGOTÁ
MEJOR
PARA TODOS**

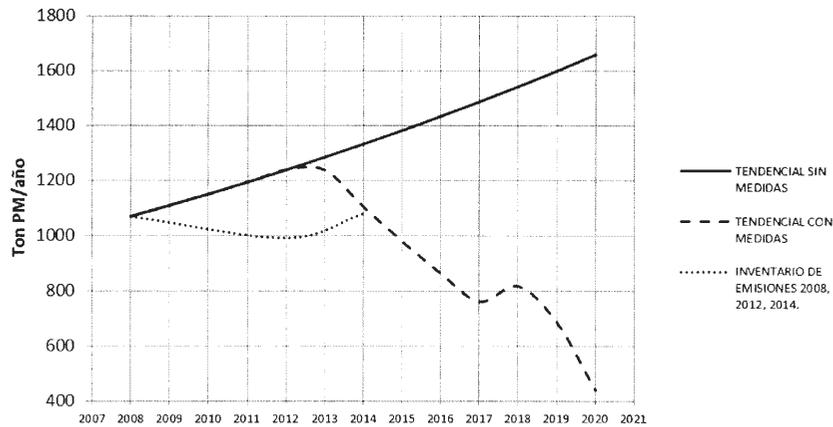


Figura 32. Emisiones de material particulado entre los años 2008 y 2020 en el escenario tendencial en comparación con las emisiones en el escenario con plan de descontaminación y las mediciones reales estimadas en los inventarios de emisiones años 2008, 2012, 2014 para el sector industrial.

Tabla 17 - Avance en reducción de emisiones de PM en toneladas para el sector industrial.

SECTOR INDUSTRIAL	Año		
	2008	2012	2014
Inventario tendencial sin medidas (ton/año)	1068	1237	1331
Inventario tendencial con medidas (ton/año)	1068	1237	1103
Diferencia con el Inventario del año base (ton/año)	0	0	-228
INVENTARIOS ESTIMADOS (realidad)	2008	2012	2014
Inventario de emisiones estimado (ton/año)	1068	992	1070
Diferencia respecto a Inventario año base (ton/año)	0	-76	+2
Diferencia respecto a Inventario año base (%)	0%	-7,1%	+0,19%
Diferencia con Inventario tendencial sin medidas (ton/año)	0	-245	-261
Diferencia con Inventario tendencial con medidas (ton/año)	0	-245	-33

6.2.2. Transporte de carga

Para este sector se direcciona la Medida 3 correspondiente al uso de sistema de control de emisiones tipo Catalizadores Oxidativos Diésel (DOC) en vehículos de transporte de carga.

6.2.2.1. Medida 3 - Transporte de carga

▪ Proceso de implementación

En 2008 se tenía un conocimiento de la participación de emisiones de PM para el sector de carga, el cual, representaba, según resultados del inventario el 30% de las emisiones de las fuentes móviles, siendo el sector de mayor aporte después del transporte público colectivo, incluso, según las proyecciones del escenario tendencial para el 2020, el aporte de esta categoría podría llegar a ser superior al del sector de transporte público.

En la actualidad la gran mayoría de las empresas de carga que funcionan se fundamentan básicamente en organizaciones que cobran una comisión para obtener una afiliación. La organización de este tipo de empresas es muy limitada, debido a que muchas de las personas que las integran tienen escasa preparación, sus instalaciones son deficientes y los equipos para el manejo de la carga son prácticamente desconocidos (Consortio Civiltec, 2000).

Uno de los problemas que presenta este tipo de organización es que, aunque el vehículo está afiliado a alguna empresa, esto no impide que pueda dirigirse a otros operadores de carga para la obtención de mercancía, llegando a permanecer en la ciudad hasta tres (3) días mientras logra conseguir una nueva carga para transportar, lo que genera problemas de seguridad vial, movilidad y contaminación ambiental. Por otra parte, se evidenció que la gran mayoría de sitios donde se genera mercancía de carga, no tienen la infraestructura adecuada para el parqueo de los vehículos, y por ende los vehículos quedan dispuestos en la vía pública, es por ello que se requiere una adecuada organización territorial local, con el fin de tener espacios dedicados exclusivamente al parqueo de este tipo de vehículos por metro construido. El citado estudio (Consortio Civiltec, 2000) presenta cifras que indican que de los vehículos de carga que permanecen en la ciudad esperando carga, el 20.7% duran un día en la ciudad, el 39.7% permanecen 2 días y el 40.5% se quedan 3 días en Bogotá, esto demuestra la falta de planificación y de informalidad en el sector.

Según la Asociación Colombiana de Camioneros (ACC), existe una sobre oferta del 45% de este tipo de vehículos que, sumada a la problemática de la tabla de fletes, convierten al sector en un eslabón débil dentro de la fuerza económica de la ciudad; haciendo que cualquier medida para organizar o controlar el sector sea muy difícil de implementar. Por otro lado, factores como una infraestructura vial poco eficiente, la obsolescencia de los equipos, la baja implementación de estrategias logísticas y el desconocimiento de plataformas tecnológicas hacen que el nivel de competitividad del sector baje, lo que se deriva en un incremento en el precio al cliente final.

Los vehículos de transporte de carga dentro del PDDAB tienen previsto la instalación de Catalizadores Oxidativos, sin embargo un análisis profundo del sector a partir de información del RUNT, de la Secretaría Distrital de Movilidad y de estudios acerca del parque automotor de carga que rueda en la capital indica que la gran mayoría de los camiones (o vehículos de carga) que circulan en la ciudad no están matriculados en la ciudad o esporádicamente circulan en las calles de Bogotá, lo que dificulta en gran manera el diseño y la aplicación de estrategias que coaccionen a la instalación de estos dispositivos, como podría ser el Programa de Autorregulación complementado con la exigencia incluida de instalar los catalizadores, so pena de estar sometido a una restricción de circulación como el Pico y Placa Ambiental establecido en el Decreto 174 de 2006.

Como base para evaluar la viabilidad de implementación de la medida, se desarrollaron gestiones y acercamientos con diferentes actores del sector de transporte de carga, con el objeto de identificar la estructura administrativa y operacional del mismo, y establecer la mejor manera de ejecutar lo previsto en la medida, sin embargo en desarrollo de este proceso se encontraron dos aspectos críticos: 1) que la gran mayoría de los camiones (o vehículos de carga) que circulan en la ciudad no están matriculados en la ciudad o esporádicamente circulan en las calles de Bogotá, lo que dificulta en gran manera el diseño y la aplicación de estrategias que coaccionen a la instalación de estos dispositivos y 2) aunque un Catalizador Oxidativo Diésel DOC, tiene un costo muy inferior al de un Filtro de Partículas Diésel DPF, su eficiencia también es mucho menor haciendo desfavorable la relación beneficio - costo a lo que se suma los efectos de esta inversión en una estructura económica sensible como lo son las tarifas de fletes para transporte de carga. Las mencionadas situaciones, añadieron un alto grado de incertidumbre a la implementación de la medida y planteó la necesidad de identificar otras alternativas para la reducción de emisiones por el sector de carga.

Posteriormente, el mismo análisis aplicado al sector de transporte de carga permitió establecer claridades como que este sector requiere de una estrategia de intervención integral, que no solo gestione el desempeño ambiental de los vehículos en materia de emisiones, sino que brinde las herramientas al sector para mejorar sus condiciones de operación mediante la reorganización logística y también para mejorar su desempeño ambiental al gestionar efectivamente el tema de mantenimiento de los vehículos. Entendiendo esta necesidad, la Secretaría de Ambiente viene trabajando en la reestructuración del Programa de Autorregulación Ambiental para el sector carga, buscando su fortalecimiento; la estructura del nuevo programa se establece en cuatro ejes: 1) Estrategia de logística operacional, 2) Buenas prácticas de conducción, 3) Buenas prácticas de mantenimiento y 4) Renovación tecnológica a bajas o cero emisiones. Esta estrategia se viene desarrollando con el apoyo de la Secretaría Distrital de Movilidad, la Unidad de Coordinación Público Privada para la Logística de Bogotá Región y está enmarcada en la actualización que se está llevando a cabo con el PDDAB, de ésta forma se podrá integrar varios elementos que permitan vincular a la gran mayoría de las empresas y así tener información confiable, medible y trazable.

▪ **Lecciones aprendidas**

- a) Dados los antecedentes y la sensibilidad del sector frente a las variables económicas, así como la carencia de estudios que caractericen las cadenas de abastecimiento de la capital, se resulta en la paulatina implementación de la medida de sistema de control de emisiones en vehículos de carga. Lo anterior, obliga adoptar estrategias en paralelo, como lo es Programa de Autorregulación Ambiental, que permitiendo en principio organizar el sector frente a su gestión de emisiones contaminantes.
- b) El Programa de Autorregulación Ambiental de vehículos diésel debe fortalecerse y ampliar su cobertura a la flota de paqueteo (vehículos medianos de carga), para lograr ser una estrategia eficaz de reducción de emisiones por el sector carga.
- c) El diseño de estrategias para la reducción de emisiones por el transporte de carga, antes que centrarse en la migración tecnológica o uso de sistemas de control, debe buscar la reorganización logística de la distribución de la carga.

▪ **Conclusiones y recomendaciones**

Se debe reestructurar el Programa de Autorregulación, que está en funcionamiento, ya que en la actualidad se ve opacado por varias barreras que disminuyen su alcance e influencia para el sector automotor de carga. Sin

Página 74 de 120

embargo, su potencial se hace notar dado que en la actualidad la implementación del programa ha funcionado bien para el transporte público de pasajeros y se ha venido posicionando en el área de administración de flotas y manejo centralizado de mantenimiento, lo que ha representado un factor muy importante en la transición al sistema integrado de transporte público.

Se debe integrar las distintas mesas para el seguimiento al transporte de carga, debido a que una gran barrera es la falta de información y articulación entre las entidades públicas y privadas. La falta de direccionamiento por parte de la autoridad ambiental en muchos de los proyectos, principalmente por desconocimiento de los mismos, genera ignorancia del sector sobre los daños ambientales que su operación causa a la calidad del aire de la ciudad.

Se debe caracterizar de manera más integral el sector de carga, ya que la información que se requiere para estructurar políticas públicas adecuadas al desarrollo de la ciudad y del país, es muy restringida. Es importante contar con aliados que gestionen la información y ser un generador de la misma, a través de investigaciones y la implementación adecuada de controles que permitan fortalecer los correspondientes indicadores.

Es importante fortalecer la gestión en las buenas prácticas de mantenimiento, dado que las empresas prestadoras del servicio de transporte de carga pequeñas y medianas han generado una desintegración en el manejo del mantenimiento y de otras responsabilidades, que los transportadores deben tener. La principal causa es la pluralidad del gremio de carga, en la que se pueden encontrar desde empresas con más de 1000 vehículos, de las cuales hay pocas, hasta empresas con 1 vehículo, de las cuales está compuesto en su mayoría el sector.

En cuanto a la restricción ambiental establecida a vehículos de carga (Artículo 10°, Decreto 174 de 2006) que establece que no pueden circular los vehículos con capacidad de carga mayor a 5 toneladas por un lapso de una hora entre las 9:00 am y las 10:00 am de lunes a viernes,, se ha demostrado que es obsoleta, dado que análisis realizados por la Secretaría Distrital de Movilidad, mediante Documento Técnico de Soporte emitido en 2013, (SDM 2013), determinaron que el 61.5% del total de vehículos de carga registrados en la ciudad tienen capacidad de carga menor a 5 Ton. Lo cual implica que más de la mitad del parque automotor registrado, está exento de dicha medida. Además el periodo de restricción de una hora hace que las pocas empresas que deban someterse a la restricción, se ajusten al horario, lo que implica que no haya necesidad de inscribirse al Programa de Autorregulación que es la alternativa a la medida.

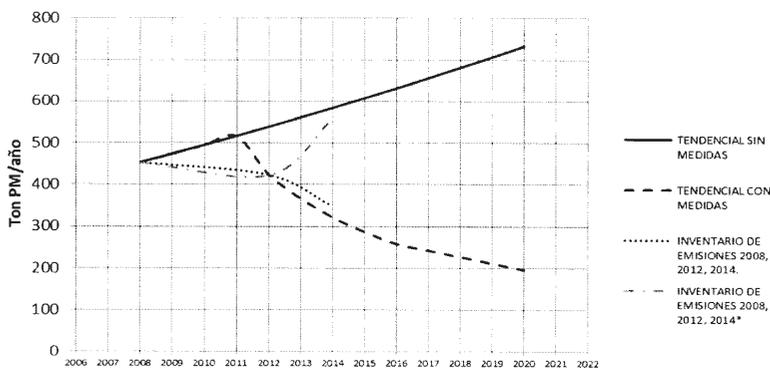
Por lo anterior, se considera pertinente crear políticas, acuerdos o pactos con los municipios circundantes ya que un resultado importante obtenido del análisis de información suministrada por el Ministerio de Transporte y a la Concesión RUNT, fue la cantidad de vehículos matriculados en el Departamento de Cundinamarca, evidenciando que los vehículos de carga que ruedan en la ciudad están matriculados en su gran mayoría en municipios cercanos, dada las reducciones en el valor de los impuestos. Se estableció que de un total de 105.333 vehículos de carga matriculados en 2013 en el departamento de Cundinamarca, solo el 20% están registrados en la ciudad de Bogotá. Esto implica que los rubros destinados al mejoramiento de infraestructura, que redundan en el mejoramiento de la competitividad del sector, se reparten entre la región, sin embargo, el caos generado por la movilidad, se queda en la capital.

En paralelo, se debe estructurar el programa de autorregulación de tal forma que se responsabilice a los actores de las cadenas de distribución que se genera alrededor del transporte de carga, involucrando la figura de empresa generadora, receptora de carga, empresas transportadora e intermediaria. A su vez, se ve necesario el fortalecimiento del seguimiento y control por parte de la autoridad ambiental a las empresas de carga registradas en dicho programa, mejorando los recursos asignados para personal que valide y evalúe el cumplimiento de los requisitos.

6.2.2.2. Avance en meta de emisión PM sector transporte de carga

Para la reducción de emisiones, al sector de transporte de carga le corresponde la ejecución de la medida 3 del portafolio óptimo del PDDAB. La proyección de emisiones de la ejecución de esta medida se presenta en la *Figura 33* en donde se evidencia la reducción progresiva de emisiones de PM. El valor de emisiones para el año 2014 se encuentra por encima de lo esperado según el escenario proyectado con medidas, teniendo un avance en reducción de emisiones de casi el 41% como se lee Tabla 18.

Dada la importancia de la participación de los vehículos de carga provenientes de municipios aledaños, y teniendo en cuenta las consideraciones presentadas previamente en este documento, se presenta también en la figura siguiente, la curva "inventario de emisiones 2008, 2012 y 2014".



* Corresponde al inventario de emisiones del año 2014 considerando los vehículos que transitan en la ciudad registrados en municipios aledaños.

Figura 33. Emisiones de material particulado entre los años 2008 y 2020 en el escenario tendencial en comparación con las emisiones en el escenario con plan de descontaminación y las mediciones reales estimadas en los inventarios de emisiones años 2008, 2012, 2014 para el sector de transporte de carga.

Tabla 18 - Avance en reducción de emisiones de PM en toneladas para el sector de transporte de carga

SECTOR TRANSPORTE CARGA	Año		
	2008	2012	2014

Inventario tendencial sin medida (ton/año)	453	539	584
Inventario tendencial con medida (ton/año)	453	425	321
Diferencia con el Inventario del año base (ton/año)	0	-28	-132
INVENTARIOS ESTIMADOS (realidad)	2008	2012	2014
Inventario de emisiones estimado (ton/año)	453	423	348
Diferencia respecto a Inventario año base (ton/año)	0	-30	-105
Diferencia respecto a Inventario año base (%)	0%	-6,6%	-23,1%
Diferencia con Inventario tendencial sin medida (ton/año)	0	-106	-236
Diferencia con Inventario tendencial con medida (ton/año)	0	-2	+27

6.2.3. Sector de Motocicletas

Para este sector se direcciona la Medida 4 que consiste en la implementación de sistemas de control de emisiones en motocicletas con motor tipo cuatro tiempos.

6.2.3.1. Medida 4- Uso de sistemas de control de emisiones en motocicletas

Dentro del Plan Decenal de Descontaminación del Aire para Bogotá 2011, para el parque automotor de motocicletas tuvo previsto como medida para la reducción de emisiones, la instalación de dos (2) tipos de Sistema de Control de Emisiones, estos eran el Catalizador Oxidativo y la Válvula SAI "inyección secundaria de aire" (SAI por sus sigla en inglés), esta medida estaba diseñada para motocicletas con motor 4 tiempos de cilindraje inferior a 250 cc, que conforme al inventario base para formulación del PDDAB representaba cerca del 95% de esta flota 4 tiempos en la ciudad.

▪ Proceso de implementación y barreras materializadas

Para el año 2008, el parque automotor de motocicletas contaba con aproximadamente 116.197 vehículos, que contribuían el 12% de las emisiones de PM10 de las fuentes móviles. Durante los últimos años, se incrementaron en 204% el número de estas fuentes de emisión hasta 2014.

Dadas las cambiantes condiciones del parque automotor de motocicletas, especialmente en el aspecto socioeconómico de sus usuarios, y pese a la creación de mesas de trabajo, socialización con agremiaciones y miembros representantes de los fabricantes y distribuidores; se determinó que las medidas planteadas en el PDDAB, carecían de soportes, puesto que no había estudios que respaldaran su aplicación al parque automotor local, con las condiciones de Bogotá. Es así como en el año 2012, se acordó incluir en el marco de Convenio Interadministrativo 013 celebrado entre la Universidad Nacional y la SDA, el estudio de los Sistemas de Control de Emisión (SCE) en motocicletas cuatro (4) tiempos y dos (2) tiempos. A pesar de que este último tipo de motocicleta (2 tiempos) no era objeto de la medida, se decidió realizar también su estudio debido a los resultados de procesos de concertación con colectivos de motociclistas, en los se desmontó la restricción de circulación para estas motos y en consecuencia debía ser considerado su aporte en PM.

Página 77 de 120

Entre los principales resultados del estudio mencionado, se destacan: 1) la flota de motocicletas en la ciudad presenta una alta rotación, por lo que había un alto porcentaje de renovación de esta flota, restando así importancia a la instalación de SCE en motos usadas, porque requería una inversión adicional y además se encontró que las motocicletas nuevas, en su mayoría, ya tenían instalados sistemas de control de emisiones como Catalizadores Oxidativos; 2) se estableció que para instalar la válvula SAI se requería una modificación en el motor, representando dos problemas, el primero era el riesgo que conlleva perforar parte del motor y el segundo, era que al no tener la perforación de fábrica se requería de inversión para instalar una culata nueva con perforación; 3) para instalar el catalizador a una moto usada, se debía descubrir y desmontar el exhosto, lo cual no era garantía para evitar sobrecalentamientos de la cobertura del exhosto y accidentes derivados; Estas situaciones no solo restaron viabilidad técnica a la medida, sino también afectaban la cobertura de garantía en las motocicletas. 4) Para el caso de las motocicletas con motor dos (2) tiempos, se encontró que los catalizadores actúan como retenedores de partículas, que únicamente acumula PM sin auto-limpiarse, generando saturación del mismo y posterior pérdida del desempeño de la motocicleta. Por esta razón, económicamente y ambientalmente no se observa beneficio alguno al instalar el catalizador en motos (2) tiempos.

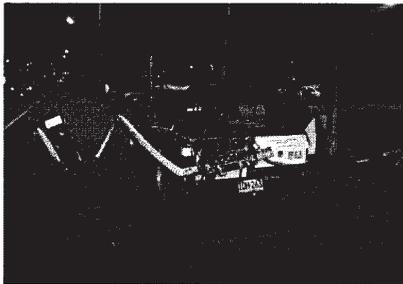


Figura 34. Pruebas de motos dos tiempos con el uso de un catalizador

Teniendo en cuenta los resultados del citado convenio, se optó por realizar acciones complementarias de reducción de emisiones para este tipo de vehículos. Entre estas se tiene la adopción, entre las Secretarías de Movilidad y Ambiente, del Plan para la Mitigación de Emisiones de los vehículos con motor de ciclo de dos (2) tiempos que circulan en la ciudad de Bogotá 2015 – 2020 (-MMT-), a partir de la Resolución 646 de 2015.

Este plan busca fortalecer al sector con dos estrategias específicas, generación de espacios para fomento de cambio tecnológico y la capacitación de los motociclistas en mantenimiento, conducción, seguridad vial y normatividad.

▪ **Lecciones aprendidas**

- a) Es relevante involucrar en la formulación de la medida de descontaminación el análisis de capacidad económica de los regulados que deben implementar la medida, quienes deben realizar inversiones monetarias y de tiempo para realizar la acción respectiva

Página 78 de 120

- b) Para el sector motocicletas, la investigación previa para implementar la medida PDDAB 2011 concluyó inviabilidad técnica y económica, pero esto resultó compensado con la rapidez de renovación de flota con motos de menor emisión.
- c) La actualización periódica de factores de emisión de contaminantes y por ende de inventarios de emisiones permite tener claras las prioridades en cuanto necesidad de intervención y gestión de sectores contaminantes.

▪ **Conclusiones y recomendaciones**

El convenio 013 de 2012 entregó como resultado que no era viable la instalar SCE (Catalizadores Oxidativos y Sistemas de Inyección Secundaria) en motos usadas tanto dos tiempos como cuatro tiempos. Por lo anterior, se debe fortalecer otras estrategias complementarias a la medida, como la generación de espacios de educación e incentivar la cultura por la seguridad vial, Ecoconducción y el buen mantenimiento de las motocicletas, así como la búsqueda de la oferta tecnológica que permitan promover el cambio a motocicletas con control de emisiones. También se considera importante promover el uso en motos (2) tiempos de los aceites recomendados por los fabricantes tipo semisintéticos, ya que según resultados del Convenio 013 de 2015, se lograba una reducción hasta el 17% en hidrocarburos para estas motos.

Como uno de los retos que debe asumir la Secretaría Distrital de Ambiente, se encuentra el control que debe ejercer al comercio de vehículos debido al resultado de los distintos estudios, se ha establecido que uno de los factores importantes y que influyen en mayor medida al incumplimiento de la normatividad, es la no climatización de las tecnologías que se producen o importan al país. Esta es una tarea que se debe hacer en conjunto con los gremios y asociaciones que representan las marcas en la Ciudad.

6.2.3.2. Avance en meta de emisión PM sector de motocicletas

El sector de motocicletas tiene relacionada la medida 4 del portafolio óptimo del PDDAB para la reducción de emisiones de PM. La proyección de emisiones de la ejecución de esta medida se presenta en la Figura 35Figura 32, en donde se evidencia un aumento de las emisiones de este sector, inclusive por encima de los valores tendenciales sin implementación de medidas. Este se debe principalmente al gran incremento de motocicletas de motor cuatro (4) tiempos en los últimos años. Con referencia al inventario de emisiones 2014, la emisión de estas fuentes se encuentra un 172% por encima del valor de inventario tendencial con medidas para 2014.

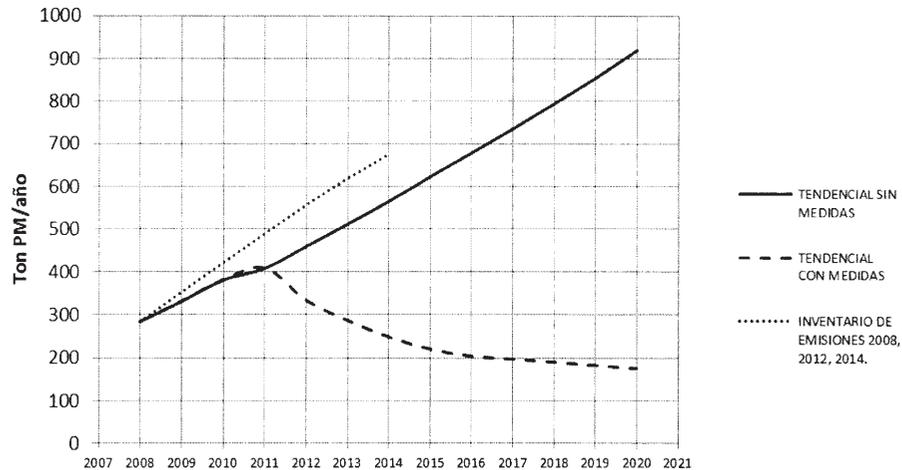


Figura 35. Emisiones de material particulado entre los años 2008 y 2020 en el escenario tendencial en comparación con las emisiones en el escenario con plan de descontaminación y las mediciones reales estimadas en los inventarios de emisiones años 2008, 2012, 2014 para el sector de motocicletas

Tabla 19 - Avance en reducción de emisiones de PM en toneladas para el sector de motocicletas

SECTOR TRANSPORTE MOTOCICLETAS	Año		
	2008	2012	2014
Inventario tendencial sin medida (ton/año)	284	459	565
Inventario tendencial con medida (ton/año)	284	333	248
Diferencia con el Inventario del año base (ton/año)	0	+49	-36
INVENTARIOS ESTIMADOS (realidad)	2008	2012	2014
Inventario de emisiones estimado (ton/año)	284	556	675
Diferencia respecto a Inventario año base (ton/año)	0	+272	+391
Diferencia respecto a Inventario año base (%)	0%	+95%	+118%
Diferencia con Inventario tendencial sin medida (ton/año)	0	+97	+110
Diferencia con Inventario tendencial con medida (ton/año)	0	+223	+427

Página 80 de 120

6.2.4. Sector del transporte público

Para el sector de transporte público se cuenta con 2 medidas de reducción de emisiones, que corresponden a las medidas 5A y 5B, que corresponden a la renovación continua de flota y chatarrización, complementado con la instalación de filtros de partículas diésel.

6.2.4.1. Medida 5A- Implementar el SITP con su programa de renovación continua de flota y chatarrización

Con esta medida se busca reducir la sobre oferta del sistema buses de transporte público masivo con una desintegración de los buses más antiguos que circulan por la ciudad y la renovación continua de la flota por tecnologías de tal manera que los buses más antiguos del sistema tengan una edad promedio de 13 años.

▪ Proceso de implementación

La medida 5A se contempló como medida prioritaria a la implementación del Sistema Integrado de Transporte Público con un programa de renovación continua de flota y desintegración. El periodo de implementación de esta medida, según el PDDAB 2011 comprendía el periodo entre el 2011 y el 2020.

Para dar cumplimiento a esta medida se proponen dos modos para la implementación del SITP, así:

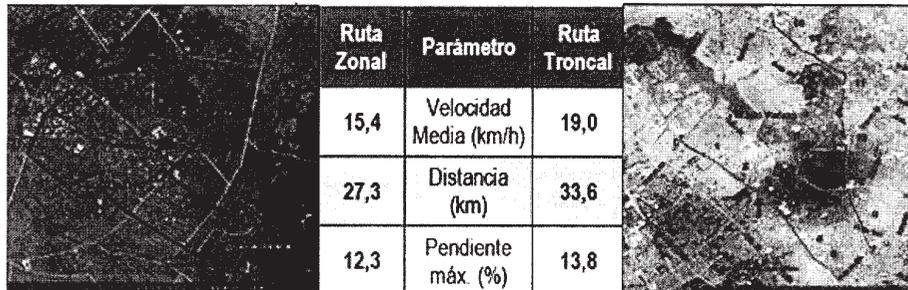
- Modo 1:* Reducir la sobreoferta mediante la redistribución modal de los viajes en transporte público. En este modo la renovación de la flota obedece a los reajustes del parque automotor según los requerimientos del nuevo sistema considerando que los vehículos desintegrados corresponden a los vehículos más antiguos de la flota.
- Modo 2:* En este modo se valoran las implicaciones de mantener la edad promedio de la flota de transporte público en valores inferiores a los 10 años, lo que implica la renovación continua de la flota. Específicamente, se propone tener para el año 2020 un parque automotor con una edad promedio de 7 años (casi la mitad de lo que tiene hoy).

En el componente troncal, la contratación con las empresas operadoras estimaba el pago de una tarifa por el bus en la que al final de su vida útil, ya sea individual (1.240.000 kilómetros) o por la flota de la empresa (1.090.000 kilómetros) estos vehículos pasan a ser propiedad de TRANSMILENIO y este a su vez debe realizar las labores de chatarrización. Con respecto al sistema zonal que funciona en la modalidad de ventas y rentas, debido a que no todos los buses que iniciaban la operación eran nuevos, el criterio para la salida del sistema debería ser que el vehículo no excediera 12 años de vida útil prorrogables a 14.

Para contribuir con esta medida, se adoptó el Decreto Distrital 477 de 2013 "Por medio del cual se adopta y estructura el Plan de Ascenso Tecnológico para el Sistema Integrado de Transporte Público y se dictan otras disposiciones", en el cual se busca la inclusión de vehículos de cero y bajas emisiones en la flota con criterios de mayor eficiencia energética y menores emisiones contaminantes con respecto a la mejor tecnología que circula por la ciudad. En su artículo 5, se establecieron las cuatro líneas de actuación del Plan en la ciudad así: 1) Bogotá ciudad laboratorio y banco de pruebas para nuevas tecnologías de transporte. 2) Corredor verde de la carrera décima – séptima. 3) Ascenso tecnológico en el componente zonal. 4) Ascenso tecnológico en el componente troncal.

Página 81 de 120

La SDA conjuntamente con la Universidad Nacional logró que Bogotá se posicione como la única ciudad del país y de las pocas en el continente, que cuenta con un protocolo estandarizado para medir y comparar las diferentes tecnologías de los buses que operan en el transporte de pasajeros fruto del convenio 013 de 2012. Esto permite que podamos seleccionar adecuadamente qué buses queremos que operen en el SITP. Las rutas estandarizadas permiten conocer el comportamiento de las nuevas tecnologías en las condiciones típicas bogotanas: geografía, altura, perfiles de conducción, estado de la malla vial, tráfico, entre otros, y hacerlas comparables entre sí. A continuación, se presenta la figura de las rutas de prueba y sus características generales.



Ruta Zonal	Parámetro	Ruta Troncal
15,4	Velocidad Media (km/h)	19,0
27,3	Distancia (km)	33,6
12,3	Pendiente máx. (%)	13,8

Figura 36 - Rutas de prueba para tecnologías en la ciudad de Bogotá

El PAT ha posicionado a Bogotá como líder de la región en el uso de nuevas tecnologías para el transporte, así, la ciudad ha logrado que los fabricantes desarrollen vehículos específicos para nuestro sistema. Hoy en día circulan por los componentes troncal y zonal del SITP buses híbridos en serie y paralelo de 12 metros (padrón), eléctricos de 12 y 18 metros, dedicados a gas, gracias a los protocolos que surgieron a partir de la primera línea del citado decreto "Bogotá ciudad laboratorio" donde se probaron estas tecnologías con las condiciones operativas del sistema y geográficas de la ciudad de Bogotá.

Tabla 20 - Tecnologías de cero o bajas emisiones en el SITP

ITEM	TECNOLOGÍA	MARCA	COMPONENTE	CANTIDAD
1	Híbrido en paralelo	VOLVO	Troncal	231
2	Híbrido en paralelo	VOLVO	Zonal	106
3	Híbrido en serie	HIGER	Zonal	1
4	Eléctrico 100%	BYD	Troncal	1
5	Eléctrico 100%	BYD	Zonal	1
6	Dedicado a gas	SCANIA	Zonal	3

Fuente: SDA. 2017

Página 82 de 120

▪ **Lecciones aprendidas**

- a) Aunque el ideal de la transición de un sistema tradicional de transporte a otro como el SITP, es vincular a pequeños propietarios de buses para minimizar el impacto social, es necesario fortalecer el acompañamiento y respaldo público para lograr éxito en el proceso.
- b) Aunque la estructuración económica del sistema es algo que desborda el tema ambiental, cualquier falencia en el mismo puede generar retrasos en la forma ideal de implementación del sistema, dejándose de percibir los beneficios ambientales perseguidos.
- c) El ingreso de flota con tecnologías de cero o bajas emisiones (emisiones no visibles), requiere prever un esquema de regulación que permitan evolucionar de la medición de opacidad a otros métodos como el conteo de partículas, eficiencia energética, escaneo OBD.
- d) Es altamente relevante involucrar criterios ambientales (emisiones y eficiencia energética) en la formulación de lineamientos para la adquisición de flota nueva, ya que la flota que ingrese y sus efectos permanezcan en el sistema al menos 12 años.

▪ **Conclusiones y recomendaciones**

El Modo 1 del PDDAB, contemplaba el retiro del 34,5% del total de buses a 2020 lo que equivale a 5.580 buses. De acuerdo a la información suministrada por Transmilenio, a la fecha se ha logrado superar dicha cifra y tan solo en 2016 se han chatarrizado un total de 6.377 buses a corte de 4 abril del presente año, con una proyección de 10.935 a 2020, superando la meta propuesta en el 2011 en un 196%.

Con respecto al Modo 2 el cual contemplaba la adquisición de cerca de 400 buses nuevos por año durante la vigencia del Plan Decenal, se ha logrado, con corte a 31 de marzo de 2016, un total de 5.001 buses vinculados a la fecha, con una proyección a 2020 de 9.251 buses renovados en el sistema, el equivalente a 231% con respecto a la propuesta del PDDAB 2011.

Si bien es cierto que las metas de renovación de flota para el Sistema Integrado de Transporte Público en sus dos componentes han superado las metas planteadas en el PDDAB 2011, se debe promover e incentivar desde las licitaciones y contratos de concesión el uso de vehículos que cumplan condiciones de mejores eficiencias energéticas y menores emisiones de contaminantes atmosféricos, como lo buscaba el Plan de Ascenso Tecnológico por medio del Decreto 477 de 2013.

6.2.4.2. **Medida 5b – Instalación de filtros de partículas en aquellos buses y busetas que entrarán a formar parte de la flota del SITP.**

La medida 5b del Plan Decenal de Descontaminación del Aire para Bogotá, contempló el uso de Sistemas de Control de Emisiones para el SITP, en la cual los filtros de partículas diésel fue el modo seleccionado para instalar en aquellos buses y busetas que entrarían a hacer parte del sistema.

Los vehículos de transporte público con ciclo de funcionamiento aportan la mayoría de PM y NOx contenido en el aire de la capital. En el análisis de 2008, a este sector se le atribuía el aporte del 40% de PM y más del 20% por emisiones de NOx. Teniendo en cuenta el alto potencial de emisiones que presenta el sistema, se adelantó el estudio para la implementación de Sistemas de Control de Emisiones que redujeran más del 80% de estos

Página 83 de 120

contaminantes. La instalación de Filtros de Partículas Diésel - DPF (por siglas en inglés Diesel Particle Filters) en los buses del sistema estimaba una reducción de 363 toneladas de PM en los 10 años de ejecución del plan, el equivalente al 13,68% del total de emisiones proyectadas en el PDDAB

▪ **Proceso de Implementación**

La Secretaría Distrital de Ambiente con el apoyo técnico de la Agencia Suiza para la Cooperación y Desarrollo y la Universidad Nacional de Colombia, por medio del convenio 015 de 2013, desarrolló un proyecto piloto para la implementación y prueba de inicialmente 14 DPF en el mismo número de vehículos, definidos como una muestra representativa de los vinculados al SITP de diferente tipología tales como microbuses de 19 pasajeros, busetas de 40 pasajeros y buses de más de 40 pasajeros. Y así, según los resultados obtenidos, continuar con la implementación controlada de 300 filtros de partículas. La ejecución del proyecto piloto obtuvo:

- 1. Un procedimiento para la selección de los vehículos susceptibles a la instalación de los SCE.
- 2. Un procedimiento para la evaluación y seguimiento de los vehículos y de los SCE instalados.
- 3. La instalación de equipos de monitoreo, datalogger, que permitieron determinar el comportamiento de los buses durante su operación normal, midiendo la temperatura y la contrapresión de los gases de escape.
- 4. Establecer una ruta para los vehículos del componente troncal y una para los del componente zonal y un ciclo de prueba aplicables para el uso de los SCE en los vehículos de la muestra representativa. Las rutas se diseñaron obedeciendo a criterios como la demanda de pasajeros según su origen y destino, pendientes, condiciones de tráfico, diferentes velocidades de circulación. Tanto las rutas como el ciclo de prueba, se utilizaron para la estimación de los factores de emisión en g/Km y g/kWh.
- 5. Determinar los factores que inciden en una buena operación e implementación de los SCE como: presión de los gases de escape (contra presión), consumo de aceite lubricante del motor, contenido de azufre en el combustible (calidad del combustible), opacidad, temperatura de los gases de escape, estado general del motor.
- 6. Recomendaciones para la verificación del estado del vehículo previa y posterior a la instalación de los SCE.
- 7. Identificación de siete (7) fabricantes de filtros de partículas con sus representantes locales.
- 8. Factores de emisión en g/kWh de los vehículos de la muestra representativa, a los cuales se les instaló el filtro de partículas, midiendo la concentración de gases contaminantes como CO, CO₂, HC, MP10, PM2.5, NO_x, sin (establecimiento de línea base) y con el SCE instalado.

Las siguientes tablas muestran los factores de emisión de un vehículo zonal y troncal antes y después de la instalación del SCE.

Tabla 21 - Factores de emisión en g/kWh de un vehículo troncal antes y después de la instalación del SCE

ESTADO DEL VEHICULO	NO _x (g/kWh)	HC (g/kWh)	CO (g/kWh)	CO ₂ (g/kWh)	PN (#/kwh)	PM2.5 (g/kWh)	PM10 (g/kWh)
SIN DPF	41.43	14.53	29.72	1,877.8	4.90E+14	0.39	0.3904
CON DPF	55.61	15.55	31.79	2.265.2	2.37E+11	1.72E-05	1.72E-05
CAMBIO %	+34.2%	+7%	+7%	+21%	-99.9%	-99.9%	-99.99%

Página 84 de 120

Tabla 22 - Factores de emisión en g/kWh de un vehículo zonal antes y después de la instalación del SCE

ESTADO DEL VEHICULO	CARGA %	HC (g/kWh)	CO (g/kWh)	CO2 (g/kWh)	PN (#/kwh)	PM 10 (2.5) (g/kWh)
SIN DPF	25	0.39	56.4	19489.0	1.73E+17	0.9 (0.82)
CON DPF	25	0.49	69.6	24075.0	2.33E+13	0.02 (0.01)
CAMBIO % *	25	+23.5 %	+23.5%	+23.5 %	-99.99 %	97.7%

La etapa piloto del Programa de Filtros de Partículas Diésel para Bogotá generó tres (3) grandes conclusiones que finalmente fueron la base y soporte técnico de la implementación de la medida: **1)** Los Filtros de Partículas Diésel funcionan en las condiciones locales de la ciudad (altura, presión atmosférica), operacionales del sistema (tráfico, condiciones de las vías) y con la calidad de combustible que actualmente se encuentra disponible en Bogotá, **2)** Los fabricantes de filtros y sus representantes locales tienen la capacidad de solventar los posibles inconvenientes que se puedan presentar con las diferentes tecnologías filtrantes durante la operación y **3)** Se identificó el universo de vehículos del SITP que podrían ser objeto de Retrofit.

Como producto del piloto, la SDA definió el universo de vehículos que haría parte del Programa de Filtros de Partículas Diésel – BDPF de los componentes troncal y zonal del SITP por medio de la Resolución 088 de 2015 y estableció el programa en la Resolución 123 del mismo año. En esta última, se determinaron la gradualidad de implementación de la medida, los niveles de emisión, el esquema de aprobación local y sus requisitos y la vigilancia seguimiento y control al BDPF.

En la actualidad el BDPF ha tenido las siguientes modificaciones:

- Resolución 1241 de 2015: Modifica el esquema de aprobación local de DPF y prorroga en un mes su instalación en ambos componentes.
- Resolución 3195 de 2015: Prorroga la instalación de DPF en 1 año para los buses del componente zonal.
- Resolución 450 de 2016: Prorroga en 3 meses la instalación de DPF en ambos componentes.
- Resolución 1034 de 2016: Prorroga en 6 meses la instalación de DPF en ambos componentes.

▪ **Lecciones aprendidas**

- Es relevante fortalecer el seguimiento y control a la implementación exhaustiva de los programas de mantenimiento de la flota del SITP, tanto para su componente troncal como para el zonal, para tener la flota en óptimo estado de operación, seguridad y desempeño ambiental.
- Se entendió con la prueba piloto de DPF y desde el punto de vista técnico, que la tecnología de filtrado de emisión es efectiva y está suficientemente probada a nivel internacional y que no hay un filtro estándar para todo tipo de bus sino debe ser cuidadosamente seleccionado.

- c) Es relevante involucrar en la formulación de medidas de este tipo, el análisis económico desde el punto de vista de quien debe implementar la medida, ya que la no previsión en su estructura económica puede dar al traste con la implementación de una medida efectividad comprobada.

▪ **Conclusiones y recomendaciones**

Pese a que está demostrado con varios casos exitosos a nivel mundial que los Filtros de Partículas Diesel remueven con más del 97% de eficiencia el material particulado y, específicamente de los casos exitosos en la ciudad de Bogotá con vehículos del sistema durante la etapa piloto del proyecto surgieron una serie de barreras de carácter financiero, operativo (del sistema) y técnico que hicieron inviable su instalación.

Así las cosas, a continuación, se realizan el análisis desde cada una de estas ópticas:

Barreras financieras. En el PDDAB no se definió la responsabilidad o el mecanismo de financiación de los filtros ni de alguna de las medidas que requieren algún tipo de inversión. La baja demanda de la Fase III que afecta la remuneración de los operadores.

Los concesionarios consideran críticos los aspectos financieros relacionados con la implementación de la medida, aduciendo que un proyecto de naturaleza pública puede impactar las reglas relacionadas con el servicio que prestan a la luz de los contratos de concesión. Las prórrogas de los contratos en 2013 generaron impactos en las finanzas de las empresas operadoras que hacen inviable la instalación de los DPF. Algunas de ellas fueron:

- ☐ Recibe un 13% menos de ingreso
- ☐ Operan vehículos que exigen un mantenimiento más riguroso y costoso
- ☐ Comprando repuestos importados con dólar sobre los \$3.000
- ☐ Con operación más exigente que excede los límites de carga de los buses.
- ☐ Sin margen de maniobra para aumentar los costos operacionales sin aumentar la remuneración.

Para solventar estas barreras que fueron evidenciadas en el desarrollo de la medida 5b del portafolio óptimo de medidas del PDDAB 2011, se deben dejar claros los mecanismos por medio de los cuales se podría financiar cualquiera de las inversiones que se realicen y que cada uno de los actores que participan en las medidas, conozcan sus alcances y roles dentro de la ejecución de proyectos y programas derivados de la actualización del PDDAB.

Barreras técnico-operativas. Aumento de combustible por la instalación de los filtros, aproximadamente entre un 2 y 4%. El impacto en generación de emisiones de ese 2 a 4% comparado con la reducción de material particulado superior al 97% es mucho mayor si se hace el costo beneficio de costos evitados y atención por enfermedades respiratorias. Es importante evaluar el impacto en salud y emisiones de cada medida.

Existe incertidumbre sobre el impacto que podría tener la implantación de los filtros en el desempeño operacional de la flota y sus necesidades de mantenimiento. Por esta razón, se deben tener en cuenta los plazos de contratos, kilómetros remanentes, cantidad y calidad de flota por cada empresa operadora con el objeto de tener la proporcionalidad de la medida a implementar y que esta sea acorde a la situación y condiciones contractuales y operativas de la empresa. Igualmente, en la actualidad existen innumerables proveedores tanto nacionales como

Página 86 de 120



44

internacionales que presentan tecnologías con menores riesgos e impactos operacionales los cuales pueden atender a cualquier contingencia con los menores impactos en la prestación del servicio.

Se atribuye la falta de proveedores de tecnologías filtrantes a la SDA que en la Resolución 123 de 2015 denominó Aprobación Local y en la 1241 del mismo año, Requisitos Técnico Verificables. Pese las aclaraciones realizadas en esta última, no se logró que los regulados jugaran un papel activo en la búsqueda e implementación del BDPF. Es por esta razón que las soluciones que se busquen en el uso e implementación de Sistemas de Control de Emisiones, debe posicionar claramente a los regulados como actores que propongan tecnologías y estrategias en aras de la reducción de emisiones de su flota con una responsabilidad social y ambiental permanente.

Con lo anterior, se debe permitir para el cumplimiento de las metas de reducción de emisiones por parte de las empresas operadoras del sistema, un portafolio de tecnologías, gestiones y estrategias que permitan desde diferentes frentes el cumplimiento de las medidas, tales como variedad de tecnologías, gestión de flota, optimización de rutas, entre otros.

Se debe definir para todos los actores tanto regulados, entes gestores y autoridad ambiental, los mecanismos de financiación de cada medida que implique inversión de recursos con el fin de generar los compromisos antes de implementar cualquier estrategia. Se debe contemplar en la formulación de proyectos de reducción de emisiones la vinculación del componente económico y financiero, de forma que se puedan contemplar las variables necesarias desde el principio de la formulación de los proyectos, con el objeto de identificar las barreras desde el principio. Esto debe incluir el impacto sobre concesiones del estado, prestación de servicios públicos, etc.

Los proyectos asociados al Plan Decenal deben articularse con claridad desde su formulación, cada institución vinculada con el sector reglado debe participar activamente, comprometerse con el objetivo del proyecto y articularlo con sus temas a cargo, de forma que se pueda determinar su viabilidad integral.

El estado debe buscar estrategias de regulación que permitan a los regulados tomar las decisiones de inversión por su propia cuenta y riesgo, y evitar someter a la administración a proceso de determinación técnica desde lo público, que surgen la gestión en un escenario de riesgos jurídicos y contractuales innecesarios, en este caso en particular deben ser los operadores los que decidan que tecnología deciden instalar para cumplir con metas de reducción que establezca el distrito.

6.2.4.3. Avance en meta de emisión PM sector del sector de transporte público

Para el sector de transporte público aplican las medidas 5A y 5B del portafolio óptimo del PDDAB para la reducción de emisiones de PM. La proyección de emisiones de la ejecución de esta medida se presenta en la Figura 37Figura 32, en donde se evidencia la reducción progresiva de emisiones de este contaminante, a pesar de no haberse implementado de la medida 5B. Por su parte el valor de emisiones para el año 2014 se encuentra por encima del esperado según el escenario proyectado con medidas, sin embargo, se presenta que las reducciones desde el año 2008 corresponden a la totalidad del 50% de las emisiones que tienen que reducirse desde 2008, siendo este sector el que presenta mayor avance en reducción de emisiones a pesar de tener la meta más restrictiva para el año 2020 de 19 toneladas de PM.

Página 87 de 120

Secretaría Distrital de Ambiente
Av. Caracas N° 54-38
PBX: 3778899 / Fax: 3778930
www.ambientebogota.gov.co
Bogotá, D.C. Colombia

**BOGOTÁ
MEJOR
PARA TODOS**

Tabla 23 - Avance en reducción de emisiones de PM en toneladas para el sector de transporte público

SECTOR TRANSPORTE PÚBLICO	Año		
	2008	2012	2014
Inventario tendencial sin medida (ton/año)	571	609	628
Inventario tendencial con medida (ton/año)	571	260	75
Diferencia con el Inventario del año base (ton/año)	0	-260	-386
INVENTARIOS ESTIMADOS (realidad)	2008	2012	2014
Inventario de emisiones estimado	571	446	302
Diferencia respecto a Inventario año base (ton/año)	0	-125	-269
Diferencia respecto a Inventario año base (%)	0%	-21%	-47%
Diferencia con Inventario tendencial sin medida (ton/año)	0	-163	-326
Diferencia con Inventario tendencial con medida (ton/año)	0	+186	+227

Fuente: SDA. 2017

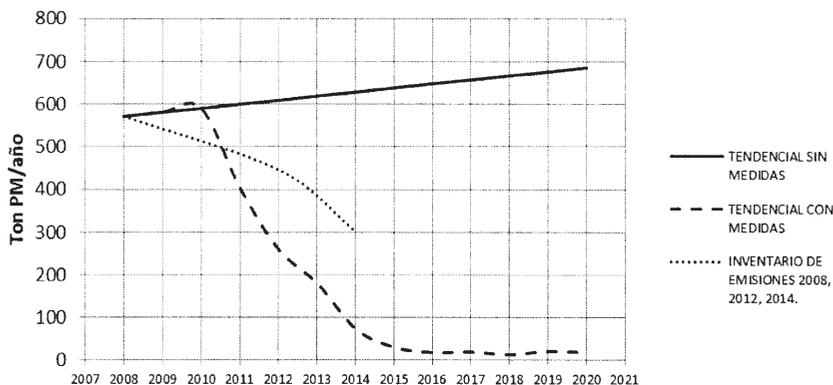


Figura 37. Emisiones de material particulado entre los años 2008 y 2020 en el escenario tendencial en comparación con las emisiones en el escenario con plan de descontaminación y las mediciones reales estimadas en los inventarios de emisiones años 2008, 2012, 2014 para el sector de transporte público

Como complemento a esta sección, se realizó un análisis de cada medida del portafolio óptimo, el cual se puede observar en el **ANEXO 2**, y una descripción de las acciones realizadas en el marco de la gestión para la implementación de las medidas.

6.3. OTRAS ACCIONES PARA REDUCIR LAS EMISIONES

La estrategia en que se ha basado el trabajo y los avances de la Subdirección de Calidad del Aire, Auditiva y Visual -SCAAV de la SDA, está fundamentada en la necesidad de realizar la gestión de la calidad de aire de forma integrada. Siendo así, se han podido articular y consolidar los diferentes planes, programas, proyectos y herramientas de la Subdirección, lo cual ha permitido generar un sistema estructurado y sinérgico que sirve para medir, evaluar, pronosticar, gestionar y controlar los impactos de los diferentes niveles de contaminación atmosférica en la ciudad, teniendo en cuenta la heterogeneidad espacial de dicha polución, así como las interrelaciones misionales, administrativas y operativas entre las diferentes entidades del distrito.

Red de Monitoreo de Calidad del Aire de Bogotá -RMCAB: Permite recolectar información sobre la concentración de contaminantes de origen antropogénico y natural y del comportamiento de las variables meteorológicas que regulan el transporte de los mismos en la atmósfera de Bogotá. Por medio de estos datos se conocen los niveles de exposición a diferentes contaminantes para la población. También se evalúa el cumplimiento de los estándares de calidad del aire de la ciudad dados por la Resolución 610 de 2010 del antiguo MAVDT.

Sistema Integrado de Modelación de Calidad del Aire -SIMCAB: Simula la fisicoquímica de la atmósfera bogotana, a fin de entender la generación, movimiento y transformación de contaminantes por la ciudad. Permite predecir estados de alta concentración de contaminantes en la ciudad hasta con 24 horas de antelación, lo cual permite activar preventivamente los sistemas distritales de gestión del riesgo. También permite proyectar distintos escenarios de desarrollo de la ciudad, a fin de evaluar sus impactos en la calidad del aire y por tanto en la afección de la salud en la población.

Sistema de Alertas Tempranas Ambientales de Bogotá -SATAB: Es un sistema basado en el monitoreo en tiempo real de la RMCAB y la capacidad de pronóstico del SIMCAB para emitir alertas y prealertas de una posible o inminente situación de emergencia ambiental por contaminación atmosférica, para que la institucionalidad del Distrito pueda actuar de forma articulada ante cada alerta o responder en caso de que la emergencia se materialice, de modo que el riesgo por el eventual deterioro de la calidad sea mitigado disminuyendo la vulnerabilidad de la población humana y haciendo controles excepcionales sobre las fuentes de emisiones contaminantes. Los umbrales para Bogotá de los niveles preventivos, de alerta y de emergencia, calculados con base en las concentraciones de los contaminantes criterio, están definidos mediante el Índice Bogotano de Calidad de Aire, IBOCA. El SATAB y el IBOCA están en consonancia con el Sistema Distrital de Gestión del Riesgo y Cambio Climático de Bogotá.

Plan Decenal de Descontaminación del Aire para Bogotá -PDDAB. Es un instrumento de planeación que le permite a la ciudad identificar los sectores económicos con mayores aportes en contaminación atmosférica e identifica y gestiona la implementación de las estrategias para reducir dichas emisiones. Fue adoptado mediante el Decreto Distrital No. 098 del 17 de marzo de 2011.

Plan de Ascenso Tecnológico -PAT: Es una herramienta orientada a la reducción de las emisiones y del consumo de combustible en el sector transporte a través de la implementación de tecnologías bajas en carbono; se orienta al cumplimiento de las metas de reducción de consumos de energía, establecidas en la Resolución Nacional 18-0919 de 2010, Programa de Uso Racional y Eficiente de la Energía, del Ministerio de Minas y Energía. El Plan de

Página 89 de 120



Ascenso Tecnológico para el SITP fue adoptado mediante el Decreto Distrital No. 477 del 21 de octubre de 2013 y la Operación Piloto de Taxis Eléctricos se autorizó mediante Decreto 677 del 29 de diciembre de 2011, la cual tuvo su preparación en 2012, lanzamiento en 2013 y seguimiento a la operación desde entonces.

Plan de Intervención de la Zona Sur Occidente de Bogotá -PIZSO: Es una herramienta de gestión en la que interactúan diferentes instituciones conjuntamente para gestionar la calidad del aire del sur occidente de la ciudad. En este plan de intervención se busca fortalecer las acciones interadministrativas que el distrito desarrolla en la zona de atención, con el objeto de generar un impacto en la calidad del aire de la misma respecto de las fuentes móviles, las industrias, el estado de las vías, los ecosistemas urbanos y la interacción en estos temas con el municipio de Soacha.

Ciudad Laboratorio: El objetivo de esta línea de acción es robustecer la capacidad técnica de la SDA a través de la experimentación. Ampliar el conocimiento de las características, impactos y oportunidades de gestión de nuevos contaminantes y/o contaminantes no convencionales, así como de nuevas tecnologías para el transporte, gestionando los escenarios interinstitucionales para la realización de pruebas y campañas de medición bajo las condiciones propias de la ciudad, brindando una plataforma para la experimentación y un proceso de comprobación rigurosa para la apropiación del conocimiento.

Estudio en contaminantes no convencionales: En el proceso de implementación de las medidas del PDDAB, y en conjunto con las entidades académicas y de cooperación internacional, la entidad logró profundizar en el conocimiento de propiedades de los contaminantes, tales como el *black carbon* y el material particulado con un tamaño inferior a $0,1 \mu\text{m}$, también denominado material particulado ultrafino, el cual tiene una alta probabilidad de depositarse en la región alveolar del sistema respiratorio y se considera aún más nocivo que el material particulado fino (PM_{2.5}), por lo cual, su gestión se considera prioritaria dentro de las acciones para la reducción de emisiones en las fuentes, primero, en relación a los métodos de detección, debido a que los métodos de medición en masa, no se ven afectados ante las variaciones de partículas ultrafinas, es decir que al reducir las emisiones de material particulado fino, no está causando una reducción en el material particulado ultrafino.

Aporte de reducción relacionado a regulación Nacional y Distrital: A partir de la estructuración normativa a nivel nacional, se han llevado a cabo aportes en la reducción de emisiones de la ciudad relacionadas a la mejora en la calidad de los combustibles, ascenso en los estándares de emisión requeridos para los sectores emisores, entre otros.

Con respecto a la normatividad relacionada a calidad de los combustibles, para la gasolina **Resolución 1180 de junio 21 de 2006 del Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial y del Ministerio de Minas y Energía**, se contemplan la reducción en el contenido de azufre en la gasolina a un valor de 300 ppm para el 31 de diciembre del 2010 así como también establece los requisitos de la calidad en gasolinas oxigenadas con etanol anhidro. Actualmente, la ciudad cuenta con una calidad de gasolina inferior a 300 ppm de azufre, lo cual aporta a las reducciones en las concentraciones en la ciudad, principalmente de dióxido de Azufre.

Página 90 de 120

Secretaría Distrital de Ambiente
Av. Caracas N° 54-38
PBX: 3778899 / Fax: 3778930
www.ambientebogota.gov.co
Bogotá, D.C. Colombia

**BOGOTÁ
MEJOR
PARA TODOS**



46

En el tema del combustible Diésel, en la **Ley 1205 de Julio 14 de 2008** se reglamenta la reducción en el contenido de azufre en el diésel para la ciudad y para la nación hasta llegar a un límite de 50 ppm. Es importante mencionar que al momento de la elaboración del documento del PDDAB en el año 2008 no se contempló esta medida.

El impacto sobre la calidad de La ley 1205 de 2008 así como de la resolución 1180 de 2006, se claramente reflejada en la reducción en las concentraciones de dióxido de azufre, como se muestra en la Tabla 15.

En temas de normatividad relacionada a límites de emisión exigidos en las fuentes vehiculares se han tomado decisiones tomadas a nivel nacional, reflejadas en la adopción de la Resolución 910 de 2008, la cual permitió pasar de tecnologías Pre- Euro, a estándares Euro II o EPA Tier 1 1998 en vehículos diésel, así como Euro 2 o Epa Tier 1 en vehículos a gasolina y motocicletas. A su vez en 2009 se emitió la resolución 2604 de 2009, donde establece límites de emisión más rigurosos para los vehículos que entren a formar parte de los sistemas de transporte masivo del país, exigiendo límites de Euro IV, Epa Tier 2 – 2004, o EPA 2007.

Por otra parte, a nivel distrital, durante la ejecución del PDDAB, se establecieron límites de emisión más exigentes para el SITP, contando actualmente con estándares de emisión Euro V o EPA 2007 en los vehículos nuevos desde el 01 de junio de 2013, reglamentado a partir de la Resolución 1304 de 2012 modificada por la Resolución 1223 de 2013 de la Secretaría Distrital de Ambiente, los límites se enuncian a continuación:

Como se evidencia, a nivel nacional y distrital las acciones relacionadas al establecimiento de nuevos límites de emisión y calidad del combustible han generado impactos positivos sobre la calidad del aire, los cuales no se contemplaron en el PDDAB, pero que se deben considerar en su actualización y reformulación.

7. INVENTARIO DE EMISIONES CONTAMINANTES 2014

En el marco de formulación del Plan Decenal de Descontaminación del Aire para Bogotá PDDAB, se elaboró la línea base de emisiones por combustión para Bogotá con corte al año 2008, lo que sirvió para la identificación de los sectores de mayor aporte de contaminantes atmosféricos y para seleccionar las estrategias a implementar en desarrollo de este plan. La actualización de inventarios de emisiones es una herramienta que permite visualizar la evolución del estado de emisiones al comparar inventarios de diferentes periodos y también permite evidenciar el grado de eficacia de las estrategias implementadas para la reducción de emisiones, en este sentido, durante los últimos años, la SDA ha fortalecido el desarrollo de ejercicios de actualización de inventario de emisiones como parte de su misionalidad como Autoridad Ambiental.

A través de un trabajo conjunto entre los diferentes grupos técnicos de seguimiento y control a las fuentes de emisiones atmosféricas y complementando con los resultados obtenidos en el marco de ejecución del Convenio 1341 de 2015, suscrito entre la Secretaría Distrital de Ambiente y Ecopetrol S.A., se actualizó el inventario de emisiones de contaminantes atmosféricos para Bogotá con corte al año 2014. Esta actualización incluyó, además de las fuentes principales de emisiones por combustión como lo es el transporte y la industria (o fuentes móviles y fuentes fijas industriales, ver Figura 38, otras fuentes por combustión como el comercio (fuentes fijas comerciales) y los incendios forestales. Adicionalmente se consideraron fuentes de área como las de manipulación de

Página 91 de 120

Secretaría Distrital de Ambiente
Av. Caracas N° 54-38
PBX: 3778899 / Fax: 3778930
www.ambientebogota.gov.co
Bogotá, D.C. Colombia

**BOGOTÁ
MEJOR
PARA TODOS**

combustibles (estaciones de servicio EDS y los centros de almacenamiento de combustibles CAC) y las fuentes de emisiones biogénicas cuyo valor corresponde al valor estimado para el inventario de emisiones del año 2012 (Salle & SDA, 2013); los resultados generales de emisiones por combustión y de re suspensión se presentan en la Tabla 24.

Tabla 24 - Inventario de emisiones 2014 por fuentes de combustión y de área en Bogotá¹¹

Fuente de emisión	Emisiones (toneladas/año)								
	PM10	PM2.5	NOx	SO2	CO	CO2	COV	TMT	ISOPRENO
Fuentes Móviles	1.475	1.224	103.862	13.557	791.278	13.711.072	109.942	-	-
Fuentes Fijas Industriales	1.078	285	1.673	1.758	677	886.023	88	-	-
Fuentes Fijas Comerciales	130	68	67	190	2.529	6.361	105	-	-
Incendios Forestales	61	50	14	0	500	-	-	-	-
Biogénicas	-	-	-	-	-	-	2.197	1.220	1.620
EDS y CAC	-	-	-	-	-	-	23.786	-	-
TOTAL	2.744	1.627	105.616	15.505	794.984	14.603.456	136.118	1.220	1.620

La participación porcentual en las emisiones de cada uno de los contaminantes por parte de las fuentes tanto de combustión como de área, se presenta en Tabla 25 y permite establecer la relevancia de cada tipo de fuente según el contaminante atmosférico.

Tabla 25 - Porcentaje de participación por tipo de fuente de emisión. Inventario 2014

Fuente de emisión	PM10	PM2.5	NOx	SO2	CO	CO2	COV	TMT	ISOPRENO
Fuentes Móviles	53,8%	75,2%	98,3%	87,4%	99,5%	93,9%	80,8%	0,0%	0,0%
Fuentes Fijas Industriales	39,3%	21,7%	1,6%	11,3%	0,1%	6,1%	0,1%	0,0%	0,0%
Fuentes Fijas Comerciales	4,7%	0,0%	0,1%	1,2%	0,3%	0,0%	0,1%	0,0%	0,0%
Incendios Forestales	2,2%	3,1%	0,0%	0,0%	0,1%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
Biogénicas	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	1,6%	100,0%	100,0%
EDS y CAC	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	17,5%	0,0%	0,0%

¹¹ Para aquellos que no cuentan con un valor de emisiones corresponde a aquellas fuentes de las cuales no aplica su cálculo.



ALCALDÍA MAYOR
DE BOGOTÁ D.C.
SECRETARÍA DE AMBIENTE

42

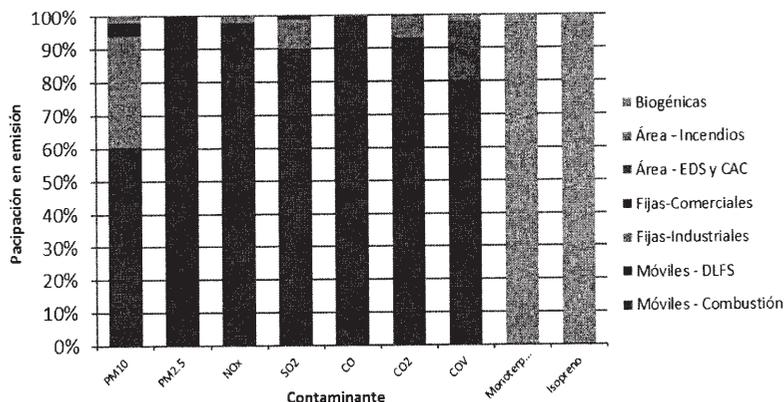


Figura 38 - Contribución de cada fuente de emisión por contaminante. 2014.

Las partículas que por su tamaño y composición química, tienen perjuicios indiscutibles sobre la salud de las personas, son aquellas provenientes de la combustión interna o externa de combustibles fósiles. Las fuentes de emisión relacionadas a este tipo de generación de PM corresponden a las fuentes móviles, fuentes fijas e incendios forestales. Según el presente inventario de emisiones el aporte en PM por combustión de las fuentes móviles y fuentes fijas es similar, teniendo un aporte del 54% y 44% respectivamente. Por su parte los incendios forestales asumen solamente el 2% de las emisiones de este contaminante.

Con referencia a los contaminantes atmosféricos gaseosos como son los Óxidos de Nitrógeno (NOx), Óxidos de Azufre (SOx), Monóxido de Carbono (CO), Dióxido de Carbono CO₂, y Compuestos Orgánicos Volátiles (COV), se identificaron como principales fuentes de emisoras a las fuentes móviles, teniendo una contribución superior al 80% en la mayoría de los contaminantes (Figura 38). A su vez, se destaca la participación de las fuentes fijas industriales en la contribución a las emisiones de SO₂ y CO₂ y de las Estaciones de Servicio - EDS y Centros de Almacenamiento de Combustibles - CAC en el aporte de casi el 20% de las emisiones de COV. Las emisiones de monoterpenos (TMT) e isopreno se asume en su mayoría tiene su origen de fuentes biogénicas.

Mención aparte merece la estimación de emisiones por fuentes de material particulado susceptible a resuspensión -MPSR (vías, mantenimiento de vías, canteras, construcciones, abrasión de superficies por tráfico vehicular) que se consideran la principal fuente de emisión de PM grueso, sin embargo a pesar de la rigurosidad de la aplicación metodológica (metodología AP42) y de las labores de terreno, estas emisiones mantienen una alta incertidumbre por las múltiples variables que involucra su estimación; sin embargo, dando valor al respectivo desarrollo metodológico se habla de emisiones anuales por resuspensión de 43.142 toneladas de PM10 y de 9.716 toneladas de PM2.5, lo que al considerarse de manera conjunta con las emisiones por fuentes de combustión y de área tendrían una participación de cerca del 94% en PM10 y 86% en PM2.5 del total generado por la ciudad. Es importante tener en cuenta que el MPSR en su mayoría tiene origen desconocido aún, por lo que es importante

realizar ejercicios actualizados de caracterización química y física de PM para identificar sus fuentes y direccionar las estrategias de reducción de emisiones a las fuentes emisoras de este material.

Los inventarios de emisiones totales por contaminante para la línea base año 2008 y el año 2014 se presenta en Tabla 26. Es importante aclarar que para la estimación del inventario 2008 solo se calcularon las emisiones generadas por combustión de las fuentes fijas industriales y las fuentes móviles que transitan en vía. Así que para el adecuado análisis entre ambos inventarios solo se considera la comparación entre las fuentes mencionadas. Según la Tabla 26, se puede apreciar que entre los dos años se presentó reducción en emisiones principalmente en los contaminaste SO₂ y PM. Por el contrario, las emisiones de los demás contaminantes presentan un alza que para los contaminantes NO_x y COV supera el 40%, relacionado al aumento de flota vehicular en la ciudad, principal fuente de emisión de estos contaminantes.

Tabla 26 - Comparación inventario de emisiones año 2008 y 2014

Fuente	Móviles en ruta		Fijas Industriales		Total		
	2008	2014	2008	2014	2008	2014	Diferencia
CO ₂	8.444.486	12.941.449	927.469	886.023	9.371.955	13.827.472	+32%
CO	601.330	786.758	719	677	602.049	787.435	+24%
NO _x	57.278	98.702	1.733	1.673	59.011	100.375	+41%
COV's	65.340	109.942	92	88	65.432	110.030	+41%
SO ₂	17.747	13.398	1.553	1.758	19.300	15.156	-27%
PM	1.379	1.318	1.065	1.078	2.443	2.396	-2%

7.1. INVENTARIO POR TIPO DE FUENTE DE EMISIÓN

Las emisiones de contaminantes se discriminaron por el tipo de fuente de emisión que la genera, a manera de priorización en este aparte se hace referencia específica a las fuentes de emisiones por combustión (fuentes fijas y fuentes móviles), adicionalmente y conforme a lo antes expuesto, también se describen las fuentes de material particulado resuspendido. A continuación, se realizará una descripción general de las emisiones de estas fuentes.

7.1.1. FUENTES FIJAS

Las fuentes fijas hacen referencia aquellas fuentes de emisión que no se encuentran en movimiento y de las cuales se puede identificar un solo puntos de emisión como chimeneas. En este tipo de fuente se encuentran las categorías de fuentes industriales y fuentes comerciales. Las fuentes fijas industriales corresponden a todas aquellas empresas que generan emisiones debido a calderas, hornos y demás equipos de combustión interna que se encuentran asociado a algún proceso industrial. Mientas que las fuentes comerciales son aquellos establecimientos como asaderos, restaurantes y ventas ambulantes que funcionan en la ciudad de Bogotá. Como se puede apreciar en la

Figura 39, a pesar del aumento en 154 fuentes contaminantes, las emisiones de las fuentes fijas en PM₁₀ han pasado de 1.468 toneladas en el año 2012 a 1.208 toneladas al año 2014, reducción que se relaciona al cambio del tipo de combustible utilizado y la actividad anual¹² reportada. En participación de emisión de PM, se destaca en

¹² Cantidad de combustible utilizado durante el año.

ambos inventarios el aporte en más del 89% de las emisiones por parte de fuentes fijas industriales, resaltando un aumento del 3% por parte de las fuentes comerciales para el año 2014.

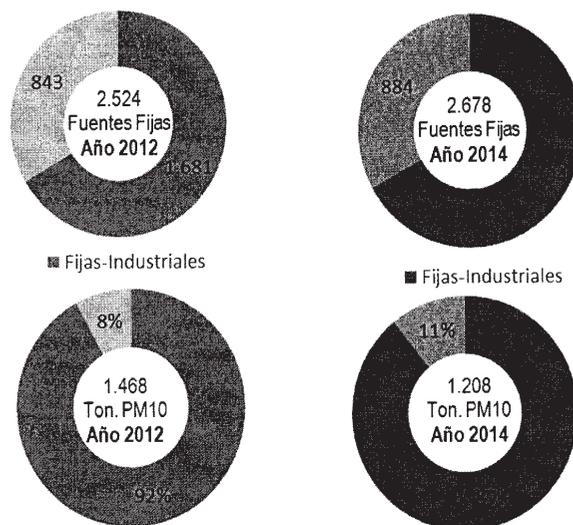


Figura 39 - Emisiones de PM10 proveniente de fuentes fijas para año 2008 y 2014.

En la Tabla 27 se presentan los resultados de las emisiones de todos los contaminantes evaluados para las fuentes fijas. Adicionalmente se presenta la contribución en las emisiones totales por parte de las fuentes comerciales e industriales.

Tabla 27 - Inventario de emisiones (ton/año) fuentes fijas año 2014

Fuente Fija	Industriales	% Contribución Industriales	Comerciales	% Contribución comerciales	Total
PM10	1.078	89%	130	11%	1.208
PM2.5	285	81%	68	19%	353
NOx	1.673	96%	67	4%	1.740
SO2	1.758	90%	190	10%	1.948
CO	677	21%	2.529	79%	3.206
CO2	886.023	99%	6.361	1%	892.384
COV	88	46%	105	54%	193

7.1.2. FUENTES MÓVILES

Las fuentes móviles consideran todos aquellos vehículos que transitan en ruta y por fuera; este último tipo de fuente móvil, las fuera de ruta, es cuantificado por primera vez en el presente inventario de emisiones del año 2014. Para

los vehículos que se movilizan dentro de las vías, durante los últimos años identificaron varios cambios que contemplan el aumento en la cantidad de vehículos para la mayoría de categorías (pasando de ser de 1'115.307 vehículos en el año 2008 hasta 1'985.110 vehículos para año 2014.) y los cambios en la estructura propia del transporte público tras la implementación de Transmilenio y del Sistema Integrado de Transporte Público-SITP. A pesar del aumento en el número de fuentes, las emisiones de PM se han visto reducidas (Figura 41), esto debido a aspecto como cambios en la calidad de los combustibles, reestructuración de los sistemas de transporte y aumentó de los estándares de emisión en sectores como transporte público, vehículos particulares y motocicletas. Los anteriores aspectos se ven reflejados en el cambio desde el año base 2008 de la contribución de emisiones de PM por categorías vehicular, en donde se evidencia un aumento en participación por parte de vehículos de carga (43%) y vehículos de transporte especial (14%), siendo estos relacionadas a flotas vehiculares antiguas de tecnologías de menor eficiencia.

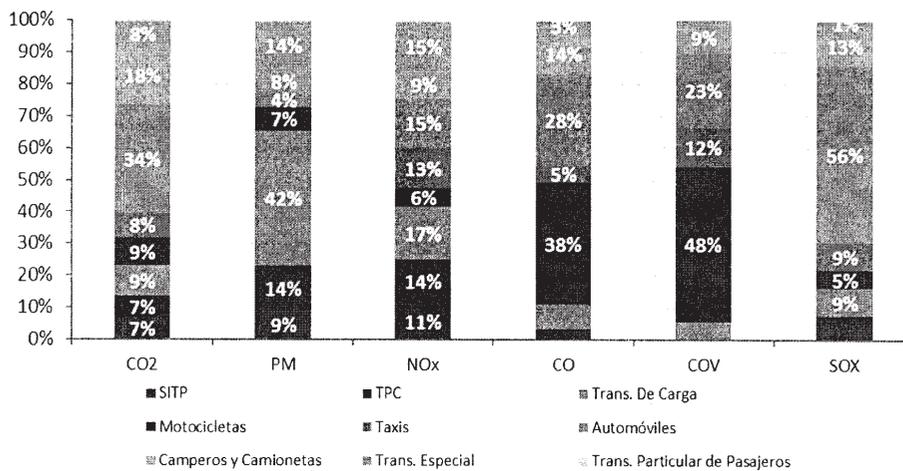


Figura 40 - Aporte de emisiones de fuentes móviles en ruta para los diferentes contaminantes

Para los gases contaminantes (Figura 40) se destaca la participación de las motocicletas en emisiones de CO (48%) y COV (38%), los automóviles con un aporte en emisiones directas de CO₂ (34%), CO (28%), COV (23%) y SO_x (56%) y la participación casi equitativa de todas las categorías vehiculares en el aporte de NO_x.

Como se mencionó anteriormente, por primera vez el inventario de emisiones de la ciudad considera las fuentes móviles que circulan fuera de la vía o fuera de ruta. Estas fuentes de emisión contemplan los aeropuertos, la maquinaria de construcción para edificios, rehabilitación de vías y la maquinaria industrial. Su inventario de emisiones fue desarrollado por (Giraldo & Ramírez, 2015) y es parte de los productos obtenidos en el marco del Convenio 1341.

Los resultados de este inventario junto con las emisiones de las fuentes móviles en vía se presentan en la Tabla 28, en donde adicionalmente se presenta la contribución de cada tipo de fuente móvil en las emisiones totales por contaminante.

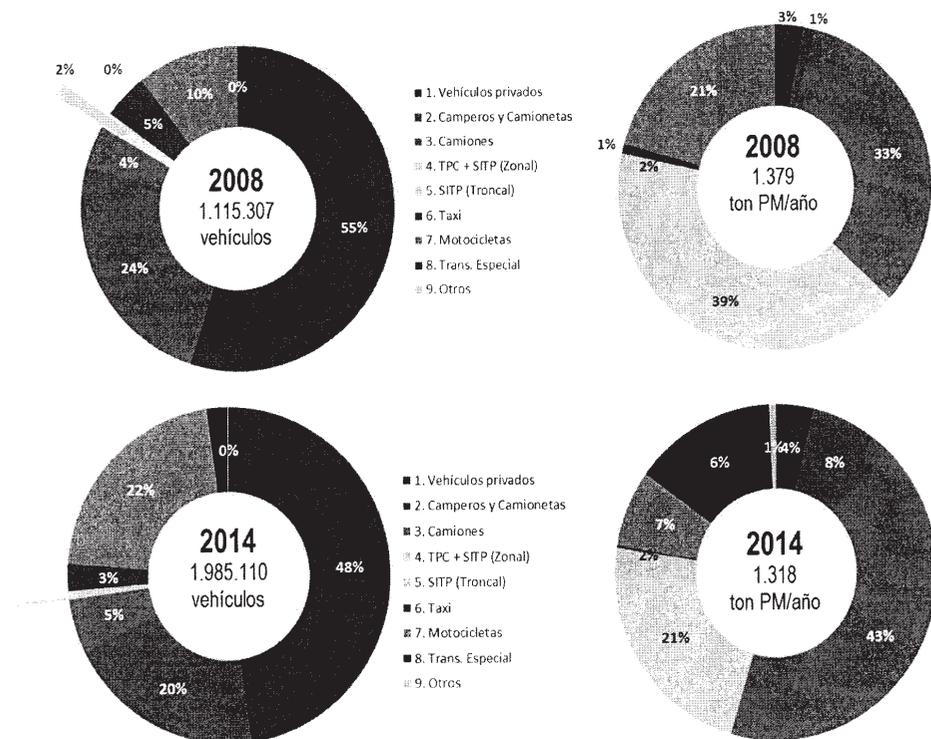


Figura 41 - Participación por número de vehículos y emisiones de PM según categoría vehicular

Tabla 28 - Inventario de emisiones (ton/año) fuentes móviles año 2014

Fuente Móvil	En ruta	% Contribución en ruta	Fuera de ruta	% Contribución fuera de ruta	Total
PM10	1.318	89%	156	11%	1.474
PM2.5	1.094	89%	130	11%	1.224
NOx	98.702	95%	5.146	5%	103.848
SO2	13.398	99%	159	1%	13.557
CO	786.758	99%	4.517	1%	791.275
CO2	12.941.449	94%	769.157	6%	13.710.606
COV	109.942	100%	--	--	109.942

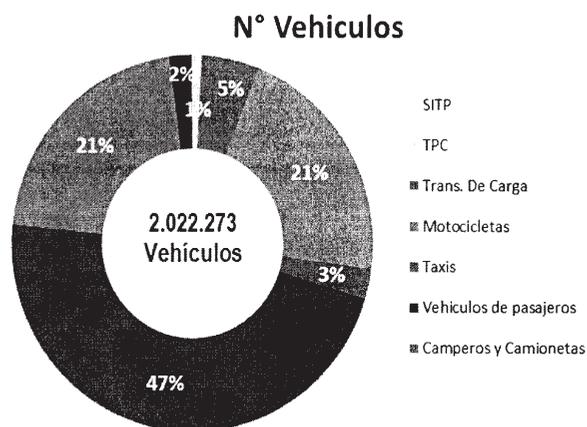


Figura 42 – Participación de diferentes categorías vehiculares en número de fuentes

7.1.3. FUENTES DE MATERIAL PARTICULADO SUSCEPTIBLE A RESUSPENSIÓN - MPSR

Como ya se ha resaltado anteriormente las fuentes de MPSR representan una fuente de emisión de importante aporte de PM. Estas partículas emitidas por resuspensión son aquellas originadas por obras de construcción, por el desgaste de los neumáticos, frenos y superficie de la carretera y que son resuspendidas en la malla vial por la acción mecánica del flujo vehicular. Este tipo de fuente fue cuantificada inicialmente en el año 2012 y su evolución desde este año hasta el 2014, se presenta en la siguiente Tabla 29. La reducción en emisiones observada se debe principalmente a la implementación de diferentes metodologías de cálculo en donde los valores al año 2014 incluyen una mitigación horaria y fracción por de transporte debido a precipitación, humedad y deposición local

30

(Unviersidad de la Salle, 2015). Las emisiones de MPSR se caracterizan por tener una mayor fracción másica en el rango de tamaño de 2.5 a 10 micras.

Tabla 29 - Inventario de emisiones (ton/año) de material particulado susceptible resuspensión - MPSR

Fuente MPSR	2012				2014			
	ton/año PM10	% Participación	ton/año PM2.5	% Participación	ton/año PM10	% Participación	ton/año PM2.5	% Participación
Vías pavimentadas y no pavimentadas	65.527	93,2%	14.027	91,9%	40.190	93,2%	8.231	84,7%
Rehabilitación de vías	134	0,2%	10	0,1%	110	0,3%	8	0,1%
Canteras	936	1,3%	431	2,8%	936	2,2%	431	4,4%
Construcciones de edificaciones	2.108	3,0%	590	3,9%	1.249	2,9%	960	9,9%
Desgaste de frenos, llantas y superficies	1.601,00	2,3%	210	1,4%	657,0	1,5%	86	0,9%
Total	70.305	100,0%	15.268	100,0%	43.142	100,0%	9.716	100,0%

La contribución según los mecanismos de emisión para el año 2014 de las emisiones de material particulado resuspendido se presenta en la Figura 43, donde las vías pavimentadas y no pavimentadas representan el aporte del 93% de las emisiones de esta clase.



Figura 43 - Contribución de emisiones de material particulado resuspendido año 2014

7.2. Análisis de categorías

A continuación, se presenta un análisis por cada una de las categorías identificadas para el inventario de emisiones 2014, este análisis se encuentra resumido en las fichas por categoría que se presentan en el **ANEXO 3**.

7.2.1. Fuentes fijas Industria

El sector industrial, para la transformación de materias primas, requiere de la operación de equipos de combustión tales como calderas u hornos de gran capacidad, que en general están accionados por variedad de combustibles

como: gas natural, carbón, diésel, madera, entre otros; adicionalmente las fuentes industriales locales se caracterizan por presentar un bajo grado de tecnificación, siendo bajo el porcentaje de aquellas que operan eficientemente y utilizan sistemas para el control de sus emisiones. Los sectores productivos de elaboración de alimentos y bebidas, fabricación y acabado productos textiles, productos químicos, productos metalúrgicos básicos, fabricación de productos en metal y fabricación de vehículos y autopartes, poseen cerca del 70% de las fuentes fijas de emisiones atmosféricas en la ciudad.

La importancia del Gas Natural- GN como combustible en la industria bogotana, se destaca en que 2 de cada 3 fuentes fijas industriales hacen uso del mismo. Siguen en importancia, aunque en proporción menor, combustibles como el carbón mineral y el diésel; con menor participación se tienen combustibles como el carbón coque, el GLP, el crudo y otros.

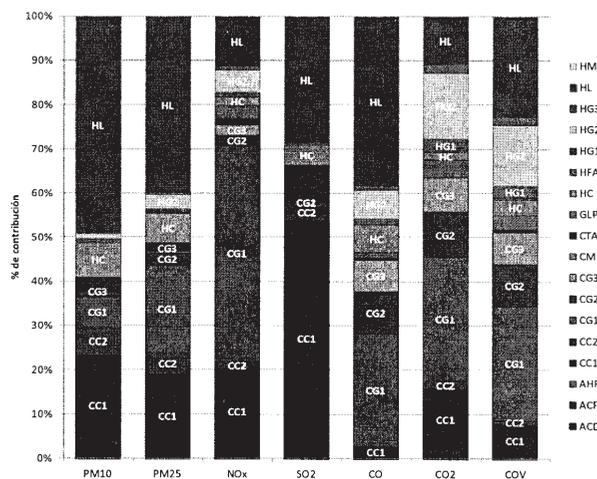


Figura 44 - Inventario de emisiones generadas por fuentes industriales¹³.

La contribución por tipo de fuente de emisión se presenta en la Figura 44. Del análisis de esta gráfica se destaca una serie de situaciones que vale la pena mencionar:

¹³ ACD: Caldera industrial y comercial > 15 BHP a Fuel oil destilado (Diesel); ACF: Caldera industrial y comercial > 15 BHP a Fuel oil residual (No. 5 y 6); AHF: Horno a Fuel oil destilado (Diesel); CC1: Caldera > 100 BHP a Carbón; CC2: Caldera ≤ 100 BHP a Carbón; CG1: Caldera > 100 BHP (año de fabricación ≤ 1997) a Gas natural; CG2: Caldera > 100 BHP (año de fabricación > 1997) a Gas natural; CG3: Caldera ≤ 100 BHP a Gas natural; CM: Caldera a Madera; CTA: Caldera a Aceite usado; GLP: Horno y caldera con aplicaciones industriales a GLP; HC: Horno a Carbón; HFA: Horno fundición a Aceite usado; HG1: Horno de alimentos a Gas natural; HG2: Horno de secado y curado; HG3: Horno de fundición, incineración y cremación a Gas natural; HL: Horno ladrillero a Carbón; HM: Horno a Madera

57



- En lo referente al PM10, la categoría más contaminante es la de hornos ladrilleros, seguido de cerca por las calderas a carbón de alta capacidad y luego por los hornos a carbón y las calderas a carbón de baja capacidad.
- Para los óxidos de nitrógeno NOx, la categoría industrial que domina las emisiones es la de calderas a gas de gran capacidad.
- Para el dióxido de azufre SO2 se encuentra que su generación está fuertemente asociada al uso de carbón especialmente en hornos ladrilleros y calderas de gran capacidad.

Vale la pena resaltar que el aumento en la cantidad de fuentes industriales de emisión, no necesariamente representa un aumento en las emisiones generales por este tipo de fuentes, ya que se involucran procesos de renovación tecnológica de los equipos de combustión, variación de tipo y cantidad de combustible consumido, entre otros factores; en la se Figura 45 muestra una comparación entre cantidad de fuentes y emisiones de PM por categorías de fuentes industriales.

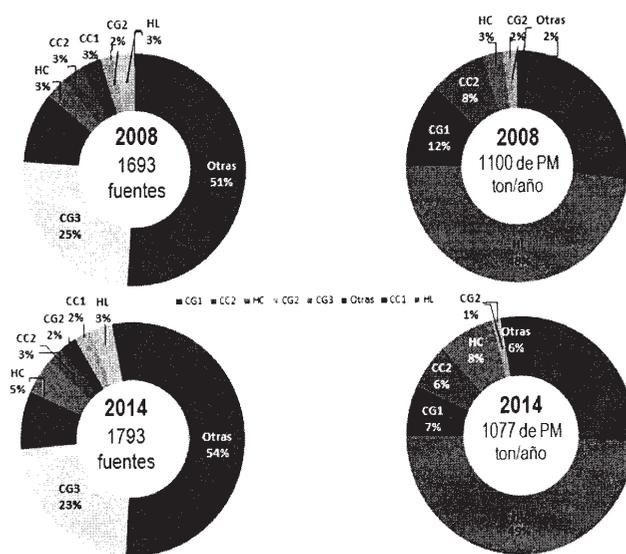


Figura 45 - Comparación entre inventario de emisiones 2008 y 2014
Contribución por fuente fija industrial en las emisiones de PM y número de fuentes de emisión.

7.2.2. Fuentes fijas comerciales

Las fuentes fijas comerciales hacen referencia a todos aquellos establecimientos como asaderos, restaurantes y ventas ambulantes que funcionan en la ciudad de Bogotá. Este inventario se encuentra compuesto por un total 843



establecimientos para el año 2012. Su actualización conlleva la proyección de las emisiones considerando una tasa de crecimiento del 5.6% (Universidad de la Salle, 2015).

La principal clasificación de estas fuentes corresponde al tipo de combustibles implementado. Entre los combustibles se encuentran el carbón vegetal, leña y una combinación de los dos anteriores, siendo el carbón vegetal el utilizado por más de la mitad de las fuentes comerciales (Salle & SDA, 2013).

Actualmente no existe normativa específica para las emisiones de contaminantes en el aire para este tipo de fuentes.

La participación de las fuentes comerciales en emisiones no supera el 11% en ningún contaminante para el total de las fuentes fijas estudiadas. Su mayor contribución corresponde a material particulado con un total de 130 ton/año. Sin embargo, es importante mencionar que la base de datos de este tipo de fuente de emisión aún se encuentra en desarrollo, ya que estas se encuentran distribuidas en toda la ciudad y su cuantificación puede ser extensa. Por lo anterior las emisiones aquí mencionadas pueden corresponder a una fracción del total emitido.

7.2.3. Sistema integrado de transporte público

El sistema integrado de transporte público fue adoptado por el decreto 309 de 2009. Su implementación es gradual e inició en el año 2013. Hasta el momento se estima su implementación en casi un 85% y se espera ser completada a inicios del año 2016.

Este sistema se encuentra constituido por dos grandes componentes zonales y troncales. El primero fue diseñado con el propósito de apoyar la operación del servicio troncal. Su operación se ejecuta en los carriles mixtos y recorre rutas desde y hacia todas las zonas de Bogotá. Se encuentra constituido tanto por vehículos que pertenecían al TPC¹⁴, como también por vehículos de modelos recientes y de nuevas tecnologías. Su flota se encuentra constituida por buses, busetas, microbuses y padrones.

Por su parte el componente troncal cuenta con dos tipos de servicio. El primero es el servicio troncal que opera por un carril exclusivo y sus vehículos se detienen en las estaciones y portales ubicados en el centro de la vía, y adicionalmente los padrones duales (Híbrido) que tienen paradas en los andenes al costado izquierdo. Por otro lado, se encuentra el servicio alimentador que cuenta con paradas semejantes a los vehículos de servicio zonal, pero que a diferencia de este último, cuenta con rutas más cortas y su único propósito es transportar a los pasajeros a portales principales del servicio troncal. El servicio troncal en su mayoría cuenta con buses articulados, biarticulados y padrones duales, mientras que el servicio alimentador, aunque en su mayoría utiliza vehículos padrones, también tiene vinculados de vehículos de menor capacidad como buses y busetas.

En total se tienen registrados 2.820 vehículos del componente troncal, de los cuales 60% son vehículos articulados y biarticulados y el 40% vehículos padrones y busetones. Para el componente zonal se encuentran vinculados 6448 vehículos, en donde la tipología predominante es el busetón con 56% de participación, seguido de busetas con un 16%.

¹⁴ Adaptados para cumplir los requisitos técnicos y de accesibilidad requeridos por el sistema. El proceso de desintegración también aplica para estos vehículos.

32

Desde el 2008 hasta el 2014 las emisiones de esta fuente de emisión se han aumentado pasando de ser del 3% hasta el 9% en material particulado. Esto debido aumento de su flota vehicular por su progresiva implementación en la ciudad. También tiene una desatada contribución en emisiones de CO₂ y NO_x, en este último debido a que la mayoría de su flota utiliza diésel como combustible.

7.2.4. Transporte Público Colectivo - TPC

Esta categoría corresponde a vehículos de transporte público que transitan en la ciudad, pero que aún no se han integrado al SITP o que serán chatarrizados por haber cumplido su tiempo de vida útil.

Los vehículos vinculados a esta flota tienen un nivel de emisión de contaminantes de acuerdo a estándares de emisión europeos (entre pre- Euro a Euro III) y americanos (EPA 98 o anteriores). Debido a que no se tiene registro de esta información se considerarán para fines de este inventario que los vehículos que pertenecen a esta flota tienen un estándar de emisión Euro II.

En total se encuentran registrado 6.648 vehículos con tarjeta de operación vigente (Movilidad, 2014). La distribución por año modelo muestra que predomina los años modelo 2000 a 2005, evidenciándose la poca renovación de esta flota. El combustible utilizado es Diésel en la mayoría de vehículos, con excepción de 4 vehículos a gasolina registrados en la base de datos. Su participación dentro de las fuentes móviles en emisiones de PM ha reducido desde la línea base año 2008, pasando de casi un 39% a casi un 14%, esto debido a la reducción en su cantidad de flota vinculada. También cuenta con una importante participación de emisiones del 14% en NO_x.

7.2.5. Transporte Público Individual- Taxis

Los vehículos de transporte público individual-taxi, han tenido un crecimiento casi nulo en los últimos años debido a la congelación del parque automotor reglamentados en el Decreto 613 de 1993. Sin embargo, tras su constante renovación se evidencian cambios en las tecnologías que utilizan y a su vez el tipo de combustible utilizado. La distribución por tipo de combustible en la flota de taxis a 2014 se muestra en la Figura 46 - Distribución por tipo de combustible en la flota de taxis, en donde se evidencia un alza al 65% de participación del gas natural desde el año 2008. También se destaca la vinculación de tecnologías limpias con la incorporación de 43 vehículos eléctricos en el marco del piloto de taxis eléctricos para Bogotá¹⁵.

¹⁵ <http://ambientebogota.gov.co/web/taxis-electricos-en-bogota/que-son-los-taxis-electricos>

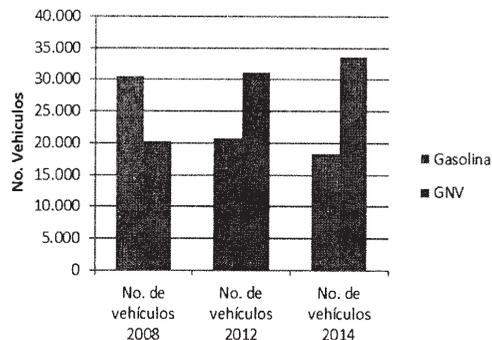


Figura 46 - Distribución por tipo de combustible en la flota de taxis

Las emisiones atribuidas a este sector se presentan su mayor aporte en contaminantes como CO₂.

7.2.6. Motocicletas

En los últimos años el crecimiento de este modo de transporte ha sido exponencial, pasando de 116.197 en el año 2007 hasta llegar a 424.000 motos para el año 2014 (Movilidad, 2014). En la actualidad transitan en la ciudad motocicletas con motores tipo dos (2) tiempos y cuatro (4) tiempos. Sin embargo, el crecimiento del parque con motor dos (2) tiempos es nula debido a la restricción vigente de inscripción de matrícula, medida que fue adoptada a través del Decreto 035 de 2009.

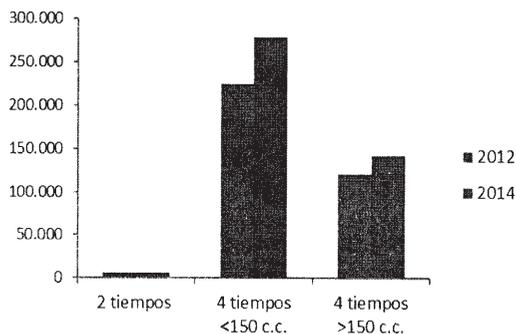


Figura 47 - Comparación cantidad de motocicletas 2012 vs 2014

Las emisiones atribuidas a este sector corresponden principalmente a contaminantes como CO y COV, destacando su reducción de casi 14% en la participación de emisiones de PM en fuentes móviles desde el año 2008.

7.2.7. Transporte de carga

La categoría de transporte de carga agrupa tres tipologías vehiculares, camiones, camperos y camionetas. Según la actualización del matriz origen destino de carga para el año 2014, solo el 31.9% de parque automotor este tipo de transporte se encuentra registrado en Bogotá, la cantidad restante proviene de municipios cercanos a Bogotá. Teniendo en cuenta la anterior información, se estima que en la ciudad de Bogotá circulan en total 105.333 vehículos de carga, de los cuales 72.855 corresponden a vehículos de carga pesada y 32.478 vehículos de carga liviana (camperos y camionetas). Esta categoría corresponde a la de mayor aporte en PM para las fuentes móviles, teniendo una participación de casi el 45%.

7.2.8. Transporte especial

El servicio transporte público especial, es aquel que se presta bajo la responsabilidad de una empresa de transporte legalmente constituida y debidamente habilitada en modalidad, a un grupo que tengan una característica común y homogénea en su origen y destino, como estudiantes, empleados, personas con discapacidad y/o movilidad reducida, pacientes no crónicos y particulares que requieren de un servicio expreso, siempre que hagan parte de un grupo determinable y de acuerdo con condiciones y características que se definen en el Decreto 348 de 2015.

El transporte especial puede clasificarse entre tres grandes categorías que corresponden a los vehículos utilizados para turismo, transporte escolar e intermunicipal. Actualmente la cuantificación de este tipo de transporte presenta dificultades ya que su control se encuentra a cargo directamente de las autoridades Nacional y no locales.

Durante el año 2014 se estima que en total 40 971 vehículos de transporte especial transitan en la ciudad de Bogotá, valor que tuvo un aumento desde el 2012 debido al cambio en las metodologías de cuantificación. Reflejándose lo anterior en un aumento de participación de casi el 14% en emisiones de PM dentro de las fuentes móviles.

7.2.9. Vehículos livianos, camperos y camionetas de transporte

Esta clase vehículos son usados comúnmente para transporte particular que permite movilizar a los ciudadanos desde sus hogares hasta sus lugares de trabajo. Durante los últimos años la adquisición de estos vehículos ha aumentado drásticamente pasando de 768.00 vehículos desde el 2008 hasta 1'420.000 al 2014.

Su participación en emisiones de material particulado es baja (4%) ya que la mayoría de estos vehículos utilizan gasolina como combustible. Sin embargo, debido a la gran cantidad de esta clase de vehículos en la ciudad tienen una importante participación en emisiones de gases contaminantes (CO₂, SO_x, COV, CO y NO_x).

7.2.10. Obras de construcción

Las obras de construcción son una fuente de las emisiones de PM que pueden tener impacto temporal en la calidad del aire local. De las actividades tales como la demolición, el transporte de escombros y áridos y las mezclas de materiales como cemento y arena, se generan muchas de las emisiones que inciden en la contaminación del aire. Se trata de emisiones difusas y directas que forman parte del PM₁₀ y el PM_{2.5} que va al aire.

Su cuantificación se desarrolló por primera vez en el inventario de 2012, y en el 2014 se realizó su actualización en donde se encuentran un total de 860 construcciones. De estas construcciones se puede observar que la mayor densidad se encuentra en las localidades de Usaquén, Chapinero y Teusaquillo. Su participación en emisiones

Página 105 de 120



totales de PM corresponde al 3%, sin embargo, representan un valor significativo de 1249 emisiones de este contaminante, valor similar al de todas las fuentes móviles de la ciudad.

7.2.11. Vías pavimentadas y no pavimentadas

Según el Instituto Distrital de Desarrollo Urbano - IDU, para el año 2014 se encontraron aproximadamente 7.988 km de vías en la ciudad, de las cuales el 89% fueron vías pavimentadas y 11% vías no pavimentadas.

El PM resuspendido emitido en vías no pavimentadas es generado por procesos erosivos y/o meteorológicos o por el tránsito vehicular, el cual causa arrastre de polvo por vórtices verticales de aire, producción de material por desgaste de frenos y neumáticos (Mendez, Pinto, Galvis, & Pachón, 2016) y de las vías pavimentadas se genera a partir de arrastre del polvo que se encuentra sobre las vías. Estas emisiones fueron cuantificadas por primera vez para el año 2012, en un ejercicio de colaboración con la academia, en donde por primera se observó la magnitud de emisiones por parte de estas fuentes emisoras. Tras un proceso de actualización y uso de mitigación horaria por humedad y precipitación, se desarrolló el inventario de MPSR para estas fuentes por parte de la Universidad de la Salle (Universidad de la Salle E. S., 2015), en donde se observó que el total de las emisiones generadas por la ciudad, las vías pavimentadas y no pavimentadas aportan el 88% de las emisiones de PM10 y el 72% de las emisiones de PM2.5. Métodos de reducción de emisiones para estas fuentes de emisión conllevan la pavimentación de vías en la ciudad y la limpieza continua y eficiente de las vías ya pavimentadas.

Actualmente no existe normativa específica referente a las emisiones de PM generadas por vías pavimentadas y no pavimentadas en la ciudad.

7.2.12. Incendios Forestales

Los incendios presentados en Bogotá pueden darse en áreas tanto urbanas como rurales, generándose desde incendios forestales que se presentan con regularidad en temporadas secas, hasta eventos no tan comunes como el incendio de llantas del 2014 presentado en la Localidad de Fontibón.

Entre las diferentes implicaciones ambientales de esto incendios se encuentra la generación de emisiones de contaminantes como PM, CO, NOX, COV y SOX, además en casos explícitos se pueden generar contaminantes peligrosos no criterio, tales como hidrocarburos aromáticos polinucleares (PAHs), dióxinas, furanos, cloruro de hidrógeno, benceno, bifenilos policlorados (PCBs) y metales (arsénico, cadmio, níquel, zinc, mercurio, cromo, y vanadio).

En el caso específico de los incendios forestales, estos son considerados procesos de combustión natural de gran potencia que consumen los diferentes estados, tamaños y tipos de vegetación en un área geográfica, que en el caso de Bogotá se pueden encontrar desde el borde de los cerros que circundan en la sabana, hasta las riberas del río Bogotá. Entre las herramientas Distritales para dar seguimiento y control a estos eventos se creó la Comisión Distrital para la Prevención y Mitigación de Incendios Forestales que se encuentra conformada por 15 entidades permanentes y 3 invitadas; donde la gestión integral del riesgo contra incendio, está a cargo de las instituciones bomberiles, y son ellas quienes ejercen la Secretaría Técnica de las Comisiones de Incendios Forestales. (IDIGER)

Según la Comisión Distrital de Incendios Forestales de la SDA, desde el año 2009 hasta el 2016 se registró 98 incendios forestales en Bogotá, los cuales consumieron más de 600,8 hectáreas vegetales. Entre las localidades

Página 106 de 120

Secretaría Distrital de Ambiente
Av. Caracas N° 54-38
PBX: 3778899 / Fax: 3778930
www.ambientebogota.gov.co
Bogotá, D.C. Colombia

**BOGOTÁ
MEJOR
PARA TODOS**

54

más afectadas se encuentran Ciudad Bolívar, San Cristóbal y Usme, siendo las localidades de San Cristóbal y Usme las que presentaron mayor número de incendios en el 2010 y 2014. El aporte de este tipo de fuente de emisión fue cuantificada por primer vez por la SDA en el inventario de emisiones a corte de 2014. Donde se presenta un aporte de casi el 2% de las emisiones de PM10 del total emitido por las fuentes relacionadas con quema de combustibles.

7.2.13. Estaciones de servicio y centros de almacenamiento de combustibles
 Las estaciones de servicio - EDS y los centros de almacenamiento de combustible - CAC son altos emisores de COV, contaminante precursor de ozono troposférico que es el principal componente del smog fotoquímico presente en la ciudad. Para el inventario de emisiones del año 2008 presente en el Plan Decenal de Descontaminación del Aire para Bogotá no se contemplaron estas categorías emisoras, no fue hasta el inventario de 2012 desarrollado en conjunto con la academia en el que se identificaron cerca de 460 estaciones de servicio y 3 centros de almacenamiento de combustible que funcionan en la ciudad.

De estas 464 EDS evaluadas en el proyecto, las localidades con mayor presencia de las mismas son suba con 53, Engativá con 50, Kennedy con 46, Fontibón con 45, Puente Aranda con 41 y Usaquén con 42. Los 3 CAC estudiados se localizan en Puente Aranda. En la Figura 48 se observa el porcentaje contribución en ventas para cada combustible en que se distribuyen en las EDS y CAC de la ciudad. La gasolina corriente es el combustible más distribuido ocupando el 48% de la capacidad de almacenamiento de la ciudad, el ACPM ocupa el 36%, la gasolina extra el 15%, y el otro 1% de la capacidad de los tanques se usa para almacenar otros compuestos o se encuentran inactivos.

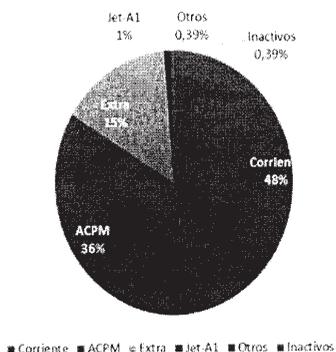


Figura 48 - Participación en ventas por tipo de combustible.

En este inventario se evidencia la importante participación de estas fuentes de emisión en COV, teniendo una participación del 17% en las emisiones total.

Ya que los porcentajes de crecimiento de consumo de combustible de la ciudad fue tan solo del 0.4% al año 2014 (Unviersidad de la Salle, 2015), no se realizó la actualización del inventario de emisiones a corte del año 2014.

8. ESTRATEGIA PARA LA ACTUALIZACIÓN DEL PDDAB

8.1. OBJETIVOS DE LA ACTUALIZACIÓN

- Ampliar las alternativas de reducción de emisiones para las fuentes de contaminación. La dinámica de los diferentes sectores industriales y económicos de la ciudad requiere que la autoridad ambiental, así como los diversos actores de la ciudad, puedan diseñar alternativas para gestionar la reducción de las emisiones contaminantes de cada uno, esto en el entendido que las características particulares de cada sector o industria requieren de particularidades para su gestión. El portafolio óptimo de medidas definió medidas específicas para cada sector, lo que en la práctica limita las posibilidades de gestión y control a las fuentes en las que sea viable la implementación de dicha medida, desatendiendo aquellas en las cuales se imposibilita su ejecución.
- Incluir tipos de fuentes y contaminantes no contemplados. En la primera versión del Plan Decenal se estimaron los volúmenes de emisión por combustión de las fuentes móviles y fuentes industriales de la ciudad. Actualmente se ha logrado avanzar en el conocimiento e identificación de otros tipos de fuentes aportantes en el inventario total de la ciudad, así como contaminantes que pueden adquirir relevancia en términos de afectación a la salud humana, los servicios ecosistémicos y el cambio climático, por lo que se requiere vincular al nuevo Plan, los sectores identificados con el objeto de reglamentar la necesidad de gestionar su reducción de emisiones.
- Ajustar a la dinámica y proyección de ciudad. Las medidas establecidas inicialmente respondían a las oportunidades identificadas en su momento. A la fecha, el contexto de ciudad ha cambiado, las actividades y las oportunidades también, por lo que se requiere que el Plan tenga la capacidad de adaptarse a las características de la ciudad y sus sectores aportantes de forma que las estrategias o proyectos de reducción puedan ser definidas de acuerdo a las necesidades de ciudad.
- Articular con otras entidades con capacidad de gestión y control de los diferentes sectores. Se busca vincular de forma directa a las diferentes instituciones que pueden tener un grado de incidencia en los diferentes sectores contaminantes, de forma que la reglamentación de los proyectos no solo contemple los lineamientos ambientales sino también los lineamientos característicos del sector, de forma que se aumente la probabilidad de éxito de los mismos.
- Fortalecer la educación ambiental y el comportamiento ciudadano. La gestión de la reducción de las emisiones de los diferentes sectores se puede desarrollar de formas diversas. El Plan Decenal, en su primera versión contempló, en su portafolio óptimo, medidas asociadas al uso de tecnologías. Hoy sabemos que el comportamiento humano es fundamental en el desempeño de equipos y maquinaria, por lo que la educación y el comportamiento deben fortalecerse desde lo ambiental para comprometer a la ciudadanía con los resultados de ciudad.
- Fortalecer los procesos de control y vigilancia a los sectores. Así como las tecnologías y prácticas empresariales evolucionan, los procesos de vigilancia y control deben evolucionar también, adaptarse a las nuevas tecnologías, aprovecharlas para ser más eficaces y aumentar la capacidad de ciudad para controlar las fuentes de emisión. Este proceso debe ser permanente y requiere de la participación de las diferentes instituciones de autoridad vinculadas con los sectores aportantes.

Página 108 de 120

55

- Vincular co-beneficios en Cambio Climático. Pese a que el Plan Decenal tiene por objeto reducir las emisiones de material particulado, los demás contaminantes no son ajenos a las necesidades de ciudad; por otro lado, los proyectos de reducción de emisiones de material particulado pueden generar co-beneficios en términos de reducción de CO₂equi, por lo que su identificación es fundamental para lograr las metas en cambio climático, así como para viabilizar la gestión de recursos económicos para los proyectos.
- Establecer metodología para formulación y evaluación de proyectos de reducción de emisiones. Dado que la actualización del Plan esta dimensionada como una línea estratégica sin definir las acciones particulares a realizar, así como el hecho que la Secretaría de Ambiente ha desarrollado herramientas para la modelación de impactos en calidad del aire y en la salud de las personas de las emisiones contaminantes, y la evidente necesidad de analizar desde diferentes contextos los proyectos de reducción de emisiones, no solo desde lo ambiental, se requiere definir una metodología que permita priorizar, formular y evaluar los proyectos a desarrollar de forma que reduzcan el riesgo de los mismos y permita un mejor aprovechamiento de los recursos disponibles.
- Ajustar la metodología para el seguimiento al Plan. Se debe definir una metodología que contemple indicadores tanto de gestión como de impacto, que permitan medir la gestión desde la SDA, así como los resultados de los procesos de implementación de los proyectos por parte de los sectores contaminantes.

8.2. ETAPAS PARA LA ACTUALIZACIÓN

La estrategia para la actualización del Plan Decenal de Descontaminación del Aire para Bogotá se desarrollará en cinco (5) etapas que obedecen a las necesidades de articulación de acciones para su implementación. Estas etapas se desarrollarán consecutivamente, pero pueden darse de manera paralela de acuerdo al estado de avance de los proyectos, y se enlistan así:

Etapas I – Adopción de la estrategia de actualización de la estructura del PDDAB. En esta etapa se define la estructura, se establecen las etapas para la actualización del Plan y se definen las estrategias y líneas de acción. Esta etapa se culmina con la entrada en vigencia del presente decreto.

Etapas II – Definición del grupo inicial de proyectos de reducción de emisiones y aplicación de la metodología para formulación, evaluación de viabilidad y priorización de proyectos. En esta etapa la Secretaría Distrital de Ambiente desarrollará mesas de trabajo con los diferentes sectores emisores y entidades distritales competentes con el objeto concertar el grupo de proyectos asociados a cada sector, en el marco de las estrategias sectoriales y correspondientes líneas de acción definidas en la Etapa I. A estos proyectos se les aplicará la metodología previamente definida, con el objeto de establecer su potencial en reducción de emisiones y priorizarlos conforme a su impacto en el cumplimiento de metas. Adicionalmente se diseñará la metodología para evaluación y seguimiento al Plan Decenal de Descontaminación del Aire para Bogotá – PDDAB.

Página 109 de 120



Etapa III - Definición de indicadores de seguimiento, reglamentación de proyectos de reducción de emisiones y revisión de metas generales. En esta etapa se definen los indicadores de seguimiento a la ejecución y cumplimiento de metas de los proyectos priorizados y se reglamentarán aquellos que así lo requieran. Adicionalmente se realizará la revisión de las metas generales del Plan de Descontaminación del Aire para Bogotá.

Las etapas II y III de la estrategia de la actualización del PDDAB, se ejecutarán en un plazo no mayor a 12 meses a partir de la entrada en vigencia del presente decreto.

Etapa IV – Implementación, seguimiento y reporte de impactos de los proyectos priorizados. En esta etapa se ejecutarán los proyectos priorizados en los tiempos definidos en la etapa II, se reportará el seguimiento a los indicadores definidos en la etapa III y se cuantificarán los impactos en reducción de emisiones contaminantes.

Etapa V – Evaluación y seguimiento al Plan Decenal de Descontaminación del Aire para Bogotá - PDDAB. Para lo cual se empleará la metodología definida durante la etapa II y se hará reporte de ejecución de actividades de apoyo al cumplimiento de metas.

8.3. RELACIÓN CON CIMA

Dentro del proyecto del Centro de Información y Monitoreo Ambiental, CIMA, de la Dirección de Control Ambiental de la SDA, el cual busca generar información y conocimiento sobre las diferentes matrices ambientales de la ciudad, la Red de Monitoreo de Calidad de Aire de Bogotá (RMCAB), el Plan Decenal de Descontaminación del Aire de Bogotá (PDDAB) y el Sistema de Alertas Tempranas Ambientales de Bogotá (SATAB) juegan un papel indispensable en la mejora o mantenimiento del estado del recurso aire, toda vez que se articulan tres aspectos de su gestión integral, teniendo como base información estadísticamente representativa.

Por un lado, la RMCAB genera datos de calidad de aire en volumen y calidad suficiente para generar un panorama espacio-temporal del estado de este recurso que pueda ser marco para la toma de decisiones directas o a través de ejercicios de modelación atmosférica. Por otro lado, el PDDAB genera el portafolio base de programas, líneas de acción y proyectos que en mediano y largo plazo propendan a la disminución de los niveles de contaminación del aire, basándose en las tendencias de la RMCAB y de los inventarios de emisiones de los diferentes sectores de la ciudad (fuentes fijas, fuentes móviles, fuentes de resuspensión), asegurando que de forma preventiva Bogotá goce de un buen aire.

De hecho, el PDDAB constituye la estrategia preventiva más fuerte con que cuenta la ciudad para evitar la materialización del riesgo por contaminación atmosférica, dando cumplimiento al artículo 1 del Decreto 595 de 2015, "por el cual se adopta el Sistema de Alertas Tempranas Ambientales de Bogotá para su componente aire, SATAB-aire". No obstante, si dicho riesgo se materializa en una alerta o emergencia, por causa de meteorología adversa o eventos accidentales (incendios forestales, incendios industriales, quema descontrolada de materiales combustibles como llantas o combustibles, arribo de material particulado de otras regiones del país, del continente

Página 110 de 120

Secretaría Distrital de Ambiente
Av. Caracas N° 54-38
PBX: 3778899 / Fax: 3778930
www.ambientebogota.gov.co
Bogotá, D.C. Colombia

**BOGOTÁ
MEJOR
PARA TODOS**



56

o del planeta, etc), el SATAB permite gestionar dichos niveles excepcionales a través de un esquema organizado de aplicación de medidas protocolares de acuerdo al nivel de contaminación, el tipo de contaminante y el sector que debe ser gestionado, en el marco del Sistema Distrital de Gestión del Riesgo y Cambio Climático.

Estas medidas se espacializan de acuerdo a las características propias del evento de contingencia, según el patrón de distribución del Índice Bogotano de Calidad del Aire (IBOCA) en las estaciones de la RMCAB, el cual se calcula desde las concentraciones de los contaminantes criterio que registra la RMCAB. Este índice además permite desplegar medidas voluntarias ciudadanas que complementan las protocolarias institucionales.

En resumen, la gestión preventiva y reactiva que se realiza entre el PDDAB y el SATAB, con base en los IBOCA generados a partir de los datos de monitoreo de la RMCAB o a partir de modelación de calidad del aire, garantizan el cumplimiento normativo y el consecuente aumento en calidad de vida ciudadana.

9. ETAPA I – MODIFICACIÓN DEL DECRETO 98 DE 2011 Y ACTUALIZACIÓN DE LA ESTRUCTURA DEL PLAN

9.1. ESTRUCTURA DEL PLAN DE DESCONTAMINACIÓN DEL AIRE

La estructura sugerida para el Plan atiende al establecimiento de la línea estratégica para que la ciudad gestione sus emisiones y cumpla con las metas establecidas. No se determina en particular acciones específicas, se establece, a título de política, qué debe hacer la ciudad para brindarles a sus ciudadanos una mejor calidad del aire. Se establece la siguiente estructura jerárquica para el Plan.

Un Plan Decenal, que responde a la necesidad de descontaminación de aire de la ciudad de una forma multisectorial, considerando además de parámetros técnicos y académicos, condiciones reales de implementación.

Estrategias en las cuales se identifica una visión de ciudad, que clarifique las acciones a desarrollar y alinee la necesidad de gestionar la calidad del aire con los intereses de la ciudad.

Líneas de acción donde se delimitan y priorizan los objetivos que se propone el distrito para el cumplimiento de la visión.

Proyectos que responden a acciones específicas a realizar, correlacionando las líneas de acción propuestas y los diferentes sectores desde donde se debe actuar.

La Figura 49, muestra un diagrama de la estructura jerárquica propuesta. Esta estructura obedece también a las lecturas realizadas por la SDA respecto del importante papel que juegan las demás entidades del Distrito en la gestión de la Calidad del Aire y a la necesidad de coordinar las acciones para que aquellos proyectos que se diseñan, formulan e implementan desde otras instituciones, y que generen un impacto positivo en las emisiones de la ciudad, puedan ser considerados y vinculados como aportes en el cumplimiento de las metas de ciudad. Con estos insumos, la Secretaría Distrital de Ambiente deberá apoyar en la consolidación y cuantificación de dichos beneficios a partir de una metodología previamente establecida.

Página 111 de 120

Secretaría Distrital de Ambiente
Av. Caracas N° 54-38
PBX: 3778899 / Fax: 3778930
www.ambientebogota.gov.co
Bogotá, D.C. Colombia

**BOGOTÁ
MEJOR
PARA TODOS**

Así las cosas, la nueva estructura del Plan definirá las estrategias de ciudad y sus líneas de acción, así como los plazos para definir las etapas subsiguientes. La metodología para la formulación y evaluación de los proyectos que se deseen implementar en cumplimiento del nuevo Plan, los mecanismos de reporte de beneficios y la metodología para realizar el seguimiento y evaluación al mismo, así como los proyectos y programas deberán formularse en las otras etapas atendiendo a los lineamientos establecidos en la nueva estructura.

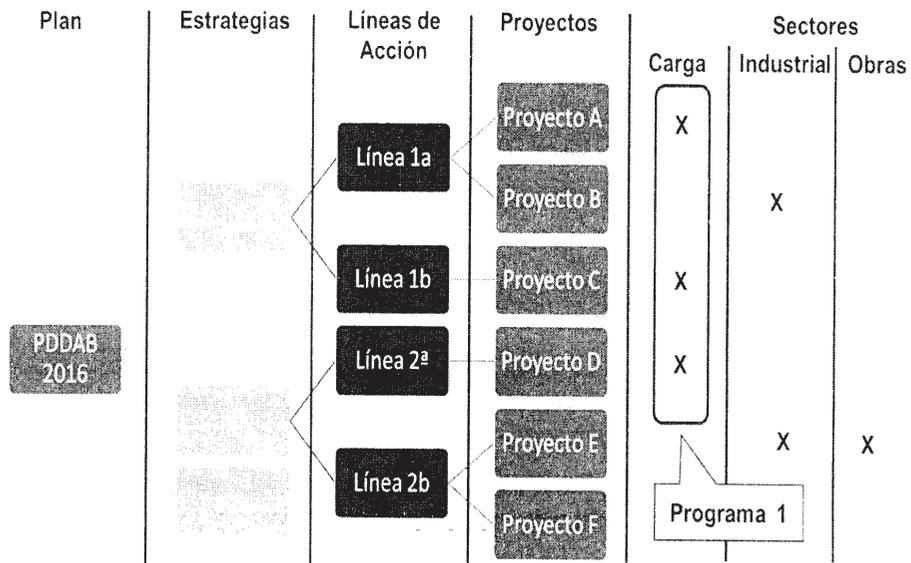


Figura 49 - Estructura jerárquica para la actualización del PDDAB

9.2. ESTRATEGIAS DE CIUDAD

La Subdirección de Calidad de Aire de la Secretaría Distrital de Ambiente en busca de mejorar las condiciones de calidad de aire de los ciudadanos y en la revisión de los avances generados a partir de la formulación del Plan Decenal para la Descontaminación del Aire para Bogotá, identificó las grandes barreras que se presenta dicho plan las cuales ya han sido analizadas. En la actualidad, la disminución de material particulado en la ciudad de Bogotá) se ha dado principalmente por gestiones que tuvieron apenas una leve influencia del plan inicial tales como la mejora en la calidad de combustibles y la renovación del parque automotor que circula por la capital. No obstante, en 5 años del plan, son pocas las gestiones que se han realizado por el sesgado campo de acción que presentan



las 6 medidas priorizadas, avanzado más profundamente en las medidas complementarias que presentan un campo de acción más amplio.

La selección de las estrategias para la actualización del Plan Decenal de Descontaminación del Aire para Bogotá se enmarca en una visión de ciudad, con base la proyección que se tiene en el corto, mediano y largo plazo, desde aspectos como el económico, social, cultural, normativo, entre otros. Para esto, la Subdirección de Calidad de Aire, Auditiva y Visual de la Secretaría Distrital de Ambiente vislumbró los diferentes ámbitos y escenarios desde donde, teniendo en cuenta dicha proyección, se deben estructurar las estrategias de cara a reducir los contaminantes contenidos en el aire, pero no solo desde una posición netamente correctiva sino teniendo una óptica preventiva donde se integre a la ciudadanía y las entidades tanto públicas como privadas.

Con la visión de la nueva administración, plasmada en los ejes transversales y pilares del Plan Distrital de Desarrollo del Acuerdo 645 de 2016 se logró articular las estrategias de la actualización 2016 del Plan Decenal, de una manera armónica y complementaria, buscando priorizar los escenarios desde los cuales se permite gestionar de una mejor forma la calidad de aire de la capital.

Las estrategias desde las cuales se busca mejorar las condiciones de calidad de aire en la ciudad, son:

1. MOVILIDAD SOSTENIBLE
2. GESTIÓN INTEGRAL DE LA ENERGÍA
3. INFRAESTRUCTURA URBANA
4. FORTALECIMIENTO INSTITUCIONAL Y DEL MARCO REGULATORIO
5. INVESTIGACIÓN E INFORMACIÓN EN CALIDAD DEL AIRE

9.2.1. Fortalecimiento del marco regulatorio y del control y seguimiento

Esta estrategia busca hacer de Bogotá una ciudad que tenga un marco regulatorio armonizado con las diferentes fuentes de contaminación y contaminantes atmosféricos, con límites de emisión acordes con las tecnologías disponibles en los diferentes sectores, y que cuente con la infraestructura tecnológica y operativa adecuada para el control y seguimiento.

El iniciar la gestión de los contaminantes desde un marco regulatorio en el cual se involucren sectores y contaminantes no regulados hasta el momento en el país y actualizar los métodos de monitoreo de control y seguimiento, teniendo en cuenta patrones internacionales adaptados a las condiciones geográficas, tecnológicas, operacionales, etc., se hace imperativo a la hora de enmarcar y presentar las reglas de juego para que los sectores regulados y la ciudadanía misma conozca sus responsabilidades y restricciones, pero siendo parte activa de la solución.

Los proyectos relacionados a actualizaciones de límites de emisiones en las fuentes ya reguladas, así como la regulación en fuentes no controladas se constituye como una estrategia que da resultados a corto plazo y no implica una inversión institucional elevada, a excepción de la gestión y concertación con los posibles regulados, los gremios productores, distribuidores y demás actores involucrados.

Página 113 de 120

Secretaría Distrital de Ambiente
Av. Caracas N° 54-38
PBX: 3778899 / Fax: 3778930
www.ambientebogota.gov.co
Bogotá, D.C. Colombia

**BOGOTÁ
MEJOR
PARA TODOS**

9.2.2. Movilidad sostenible

Una ciudad que impulsa el desarrollo de la movilidad hacia un transporte sostenible, que garantice un desplazamiento rápido, más eficiente y que ofrezca estándares ambientales que mejoren la calidad de vida de los ciudadanos; haciendo uso racional de los medios de transporte particulares, incentivando el uso del transporte masivo, promoviendo el uso de fuentes de movilización más limpias y respetando las prioridades para los actores de la vía.

9.2.3. Eficiencia energética y mejor desempeño ambiental

Bogotá como una ciudad que mejora de manera gradual y sostenida del desempeño ambiental de todos sus sectores productivos, mediante procesos de reconversión tecnológica, utilización de nuevas tecnologías y la aplicación de prácticas para el uso eficiente de combustibles, como base para la mitigación de emisiones atmosféricas y para el goce de mejor calidad del aire por parte de la población bogotana.

9.2.4. Planeación e infraestructura urbana

Una ciudad que planea, desarrolla y mantiene su infraestructura, reduciendo los impactos negativos sobre la calidad del aire, manteniendo una relación armónica con los espacios naturales y permitiendo el acceso eficiente a los bienes y servicios disponibles para sus habitantes.

9.2.5. Fortalecimiento institucional, investigación y desarrollo

Bogotá es una ciudad en la que las entidades distritales, el sector privado y la academia actúan articuladamente para apoyar y hacer más eficaces los procesos de toma de decisión frente al contexto ambiental de la ciudad, con base en el desarrollo del conocimiento a través de herramientas colaborativas y aunando sus esfuerzos técnicos y económicos.

9.2.6. Educación ambiental, participación y cultura ciudadana

Una ciudadanía que aporta en la construcción de una conciencia colectiva, capacitada sobre la importancia de las estrategias para mitigar la contaminación del aire, el cambio climático y los riesgos en salud; promoviendo la articulación de las entidades y su responsabilidad frente a las soluciones identificadas, para construir colectivamente una identidad ciudadana, con sentido de pertenencia y participación, que entienda su rol en la ciudad, que respete a los demás y proteja el ambiente de la ciudad.

9.3. LÍNEAS DE ACCIÓN

Las Estrategias de Ciudad marcadas como la visión de ciudad, las cuales clarifique las acciones a desarrollar de acuerdo a las necesidades de ciudad, deben presentar unos objetivos desde los cuales se dará cumplimiento al fin último del Plan de reducir y prevenir los niveles actuales de contaminación que se encuentran en la atmósfera.

Es así como las líneas de acción presentan objetivos reales y tangibles que buscan enmarcar y priorizar las actuaciones que se deben trabajar mancomunadamente desde el Distrito en aras de cumplir con las metas del PDDAB. Cada una de estas líneas de acción, presentan proyectos los cuales indican las actividades específicas a trabajar correlacionando cada uno de estos proyectos con el sector desde el cual se debe gestionar.

Página 114 de 120

En la estructura de fichas técnicas donde se presenta cada Estrategia del PDDAB, por cada línea de acción se muestra su relación con el Plan Distrital de Desarrollo y cómo se enmarca en sus Ejes Transversales y Estrategias e, implícitamente, el presupuesto asignado a cada una de ellas desde el Distrito.

A continuación, se presentan las estrategias y líneas de acción definidas, a quienes en las etapas siguientes se les deberá definir el portafolio inicial de proyectos, el cual no quedará definido en el decreto y será el primer paso de la tercera etapa, a modo ilustrativo y para dar contexto a cada una de las líneas de acción,

Tabla 30 – Estrategias y líneas de acción definidas en la Etapa I de la actualización del PDDAB

ESTRATEGIAS SECTORIALES	1. MOVILIDAD SOSTENIBLE	
	1.1	Transporte no motorizado
	1.2	Gestión de la demanda de transporte
	1.3	Gestión ambiental del transporte de carga
	1.4	Gestión ambiental y operativa del transporte público de pasajeros
	1.5	Gestión ambiental del transporte especial, intermunicipal y de servicios.
	2. GESTIÓN INTEGRAL DE LA ENERGÍA	
	2.1	Reconversión y adaptación tecnológica en la industria
	2.2	Uso eficiente de los energéticos en la industria
	2.3	Optimización de procesos en la industria
	2.4	Fuentes no convencionales de energía
	2.5	Desempeño ambiental del sector comercial
	2.6	Desempeño ambiental del sector institucional
	3. INFRAESTRUCTURA URBANA	
	3.1	Mantenimiento y limpieza de la malla vial
	3.2	Áreas verdes urbanas
	3.3	Manejo ambiental de las obras de construcción

Página 115 de 120

ESTRATEGIAS TRANSVERSALES	4. FORTALECIMIENTO INSTITUCIONAL Y DEL MARCO REGULATORIO	
	4.1	Actualización normativa para fuentes de emisión
	4.2	Nuevos métodos de control y seguimiento
	4.3	Articulación interinstitucional para la gestión de calidad del aire
	4.4	Articulación regional para la gestión de calidad del aire
	4.5	Incentivos orientados a la mejora de la calidad del aire
	5. INVESTIGACIÓN E INFORMACIÓN EN CALIDAD DEL AIRE	
	5.1	Actualización y ampliación de inventarios de emisiones
	5.2	Monitoreo de contaminantes y modelación de calidad del aire
	5.3	Alertas Ambientales
	5.4	Relación entre calidad del aire y salud
	5.5	Co-beneficio entre calidad del aire y cambio climático
	5.6	Socialización sobre calidad del aire y el Plan de Descontaminación

10. RECOMENDACIÓN

Conforme a las barreras descritas y que se presentaron durante el desarrollo del proceso de implementación de las medidas del Plan Decenal de Descontaminación del Aire para Bogotá PDDAB, se estableció que tales medidas no han logrado ser lo suficientemente efectivas para alcanzar la reducción esperada de emisiones al aire en Bogotá, razón por la cual se considera necesario generar los mecanismos que efectivicen la reducción de niveles de emisión y concentración de material particulado, a través de la actualización del Plan Decenal de Descontaminación del Aire para Bogotá. PDDAB, manteniendo sus metas y temporalidad.

En este mismo sentido y conforme a las necesidades identificadas en la revisión del Plan Decenal de Descontaminación del Aire para Bogotá PDDAB, se determinó que el proceso de actualización del mismo debe cumplir, como mínimo con los siguientes objetivos:

- Ampliar las alternativas de reducción de emisiones para las fuentes de contaminación, estas pueden ser tecnológicas, de control o de gestión.
- Incluir tipos de fuentes y contaminantes no contemplados en el portafolio óptimo.

Página 116 de 120

59

- Ajustar el Plan a la dinámica y proyección de ciudad y sus diferentes sectores económicos.
- Fortalecer la articulación con otras entidades con responsabilidades sobre la gestión del impacto en los recursos naturales y con capacidad de gestión y control de los diferentes sectores.
- Fomentar la educación ambiental y el comportamiento ciudadano de forma que la sociedad fortalezca su papel como agente en la protección y control de la calidad del aire de la ciudad.
- Fortalecer los procesos de control y vigilancia a los sectores, incluyendo la actualización tecnológica, metodológica y procedimental.
- Vincular co-beneficios en Cambio Climático de forma que se armonicen los programas de mitigación y se fortalezca la gestión de recursos para los proyectos de reducción de emisiones.
- Establecer una metodología para formulación y evaluación de proyectos de reducción de emisiones para la ciudad.
- Ajustar la metodología para el seguimiento al Plan, contemplando tanto indicadores de impacto, como de gestión.



OSCAR ALEXANDER DUCUARA FALLA
SUBDIRECCIÓN DE CALIDAD DEL AIRE, AUDITIVA Y VISUAL

*Anexos: ANEXO 01 - Marco Normativo
 ANEXO 02 - Fichas de Evaluación Medidas PDDAB 2011
 ANEXO 03 - Fichas por categoría del inventario de emisiones*

Elaboró:						
KAREN JOHANNA BLANCO FAJARDO C.C:	1030589591	T.P:	N/A	CPS:	CONTRATO 20170211 DE 2017	FECHA EJECUCION: 18/04/2017
Revisó:						
RAFAEL ARTURO CHAPARRO ORTIZ C.C:	79648284	T.P:	N/A	CPS:	CONTRATO 20170093 DE 2017	FECHA EJECUCION: 18/04/2017
Aprobó:						
Firmó:						
OSCAR ALEXANDER DUCUARA FALLA	C.C:	79842782	T.P:	N/A	CPS:	FUNCIONARIO FECHA EJECUCION: 18/04/2017

REFERENCIAS

- Alvis, N., & De La Hoz, F. (2008). Contaminación del aire domiciliario y enfermedades respiratorias (infección respiratoria aguda baja, EPOC, cáncer pulmón y asma: evidencias de asociación). Facultad Medicina Universidad Nacional, 54-64.
- American Academy of pediatric. (2004). Ambient air pollution: health hazards to children. American academy of pediatric, 1699 -1707.
- ANIF-CCB, Bancoldex, BID y otros (2014), La Gran Encuesta PYME, Informe de resultados primer semestre – 2014.
- Aristizabal, G., Suescún, J., & Patiño, R. (1997). Contaminación del aire y enfermedad respiratoria en la población infantil de Puente Aranda. Universidad El Bosque. Secretaria Distrital de Salud.
- Arnat, J., & Brown, W. (2005). Factors the association between ambient concentrations and personal exposure to particles and gases. Health perspect, 649-654.
- Barnett, A., Williams, G., Schwartz, J., Neller, A., Best, T., & Petroeschevsky, A. (2005). Air pollution and child respiratory health: a case-crossover study in Australia and new Zealand. American Journal Of Respiratory, 1272-1278.
- Brantley, H.L.; Hagler, G.S.W.; Deshmukh, P.J.; Baldauf, R.W. (2014). Field assessment of the effects of roadside vegetation on near-road black carbon and particulate matter. Science of the Total Environment, 468–469, 120–129.
- Brauer, C., Lencar, L., Tamburic, M., Koehoorn, P., Demers, & Karr, C. (2008). A cohort study of traffic-related air pollution impacts on birth outcomes. Environmental health perspectives, 680-686.
- CCB (2014). Tablero de indicadores Bogotá – Cundinamarca 2014, Boletín IV.
- CCB (2015). Estado de Bogotá Región, Documento maestro de diagnóstico sobre la situación y retos de Bogotá Región para pre candidatos a la Alcaldía Mayor de Bogotá y a la Gobernación de Cundinamarca. 33 - 45
- Chang-Fu, W., Delfino, R., Floro, J., Quintana, P., Samimi, B., Kleinman, M., Sally, L. (2005). Exposure assessment and modeling of particulate matter for asthmatic children using personal nephelometers. Atmospheric Environment, 3457–3469.
- Consortio Civiltec (2000). PIV: "Estudio de Consultoría para el Ordenamiento del Transporte de Carga en el Distrito Capital. Fase I, Bogotá D.C
- Curtis, L., Smith Willis, P., Fenyves, E., & Pan, Y. (2006). Adverse Health Efeccts of outdoor air pollutants. Environment international, 815-830.
- BID - Banco Interamericano de Desarrollo (2015). Ciclo-Inclusión en américa latina y el caribe, Guía para impulsar el uso de la bicicleta.
- García Arbeláez, C., G. Vallejo, M. L. Higgings y E. M. Escobar (2016). El Acuerdo de París. Así actuará Colombia frente al cambio climático. 1 ed. WWF-Colombia. Cali, Colombia. 52 pp.
- Gauderman, J., Avol, E., Gilliland, F., Vora, H., Thomas, D., Berhane, K., Peters, J. (2004). The effect of air pollution on lung development from 10 to 18 years of age. The new england journal od medicine, 1057-1067.
- Gilliland, F., Berhane, K., Rappaport, E., Thomas, D., Avol, E., Gauderman, W., Peters, J. (2001). The effects of ambient air pollution on school absenteeism due to respiratory illnesses. Epidemiology, 124-126.



ALCALDÍA MAYOR
DE BOGOTÁ D.C.
SECRETARÍA DE AMBIENTE

60

- Giraldo, A., & Ramírez, J. (2015). ESTIMACIÓN DEL INVENTARIO DE EMISIONES DE FUENTES MÓVILES FUERA DE RUTA PARA LA CIUDAD DE BOGOTÁ Y FORMULACIÓN DE POSIBLES ESTRATEGIAS DE CONTROL. Bogotá: Universidad de la Salle.
- Hernández, L.J. et al, (2007). Contaminación del aire y enfermedad respiratoria en menores de cinco años de Bogotá. *Revista de Salud Pública*.
- Hernández, L., Aristizábal, G., Quiroz, L., Medina, K., Rodríguez, N., Sarmiento, R., & Osorio, S. (2013). Contaminación del aire y enfermedad respiratoria en menores de 5 años de Bogotá. *Salud pública*.
- Highwood, E. J., & Kinnersley, R. P. (2006). When smoke gets in our eyes: The multiple impacts of atmospheric black. *Environment International*, 560-566.
- Hurtado, G. (2000). La precipitación en Colombia. Bogotá.
- IARC, (2012). International Agency for Research on Cancer - Organización Mundial de la Salud. Comunicado de prensa No. 213. Junio 2012
- Laumbach, R. (2010). Outdoor Air Pollutants and Patient Health. *Am Fam Physician*, 175-180.
- Linares, C., & Díaz, J. (2009). Efecto de las partículas de diámetro inferior a 2.5 micras (PM2.5) sobre los ingresos hospitalarios en niños menores de 10 años en Madrid. *Gaceta Sanitaria*, 192-197.
- Leonardi, B., Smyth, A., Britton, J., & Coleman, T. (2008). Environmental tobacco smoke and fetal health: systematic review and meta-analysis. *Arch Dis Child Fetal Neonatal*, 351-61.
- Mansfield, T. (1998). Stomata and plant water relations: does air pollution create problems? *Environmental Pollution*, 101, 1-11.
- Mendez, J. F., Pinto, L. C., Galvis, B. R., & Pachón, J. E. (2016). ESTIMACIÓN DE FACTORES DE EMISIÓN DE MATERIAL PARTICULADO RESUSPENDIDO ANTES, DURANTE Y DESPUÉS DE LA PAVIMENTACIÓN DE UNA VÍA EN BOGOTÁ. *Revista Ciencia e Ingeniería Neogranadina*.
- MTT (2014). Boletín de Coyuntura del Sector del Transporte de Carga por Carretera, Grupo de logística y carga, Ministerio del Transporte, 2014.
- Movilidad, S. D. (2014). Cifras 2014 Movilidad. Bogotá.
- Murakami, M.; Abe, M.; Kakumoto, Y.; Kawano, H.; Fukasawa, H.; Saha, M.; Takada, H. (2012). Evaluation of ginkgo as a biomonitor of airborne polycyclic aromatic hydrocarbons. *Atmospheric Environment*, 54, 9-17.
- Pulecio, H. (2010). Validación de un protocolo para el cálculo de materiales particulados en follaje, aplicado a nueve (9) especies arbóreas en áreas de mayor. Informe de gestión del contrato de prestación de servicios n° 728, suscrito entre el Jardín Botánico de Bogotá José Celestino Mutis y el profesional Herminso Pulecio.
- OMS, (2005). . Organización Mundial de la Salud. Obtenido de World Health Organization: Recuperado en 2015-07-02 de: http://www.who.int/phe/health_topics/outdoorair/en/
- OMS (2006). Organización Mundial de la Salud. Guías de calidad del aire de la OMS relativas al material particulado, el ozono, el dióxido de nitrógeno y el dióxido de azufre. Actualización mundial 2005. 26p.
- Pope, A., & Dockery, D. (2006). Health effects of fine particulate air pollution: lines that connect. *Air Waste Manag Assoc*, 709-42.
- Salam, M.T.; Millstein, J.; Li, Y.F.; Lurmann, F.W.; Margolis, H.G.; Gillillans, F.D. (2005). Birth outcomes and prenatal exposure to ozone, carbon monoxide and particulate matter: results from the children. *Environ Health Perspect.*, 113(11), 1638-1644.
- Salle, U. d., & SDA. (2013). Actualización Inventario de emisiones. Bogotá

Página 119 de 120

Secretaría Distrital de Ambiente
Av. Caracas N° 54-38
PBX: 3778899 / Fax: 3778930
www.ambientebogota.gov.co
Bogotá, D.C. Colombia

**BOGOTÁ
MEJOR
PARA TODOS**



ALCALDÍA MAYOR
DE BOGOTÁ D.C.
SECRETARÍA DE AMBIENTE

- Salvi, S., & Barnes, P. (2009). Chronic obstructive pulmonary disease in non-smokers. *Lancet*, 733-43.
- Sarmiento, R.; Hernández, L.; Medina, E.; Rodríguez, N; Reyes, J. (2015). Síntomas respiratorios asociados con la exposición a la contaminación del aire en cinco localidades de Bogotá, 2008-2011, estudio en una cohorte dinámica. *Biomédica*; 35(Supl.2):167-76
- SDA; UNIANDES; TMSA. (2011). Plan Decenal de Descontaminación del Aire para Bogotá PDDAB. 281.
- SDA. (2015). Foro Calidad del Aire y Cambio Climático - Acciones locales con impacto global. Memorias del evento (sin publicar). Universidad de Los Andes.
- SDA (2015). Informe anual de calidad del aire de Bogotá. Red de Monitoreo de Calidad del Aire de Bogotá (RMCAB) Año 2014.
- SDM (2015). Encuesta de Movilidad 2015.
- SDM (2013). Secretaría de Movilidad. Documento Técnico de Soporte Decreto 520 del 2013.
- Shrestha, G.; Traina, S.J.; Swanston, C.W. (2010). Black Carbon's Properties and Role in the Environment: A Comprehensive Review. *Sustainability*, 2, 294-320.
- Solarte, P., Caicedo, M., & Restrepo, S. (1999). Contaminación atmosférica y enfermedad respiratoria en niños menores de 14 años en Bogotá. *Médica Sanitas*.
- United Nations (2014). *World Urbanization Prospects*, 14.
- Unviersidad de la Salle, E. (2015). Actualización inventario de emisiones
- Unviersidad de la Salle, E. S. (2015). Actualización inventario de emisiones. Convenio 1341/2015.
- Van Hee, V., Kaufman, J., Budinger, G., & Mutlu, G. (2010). Update in environmental and occupational medicine. *Am J RespirCritCareMed*.
- Vallero, D. (2014). Air pollutions's impact on ecosystems. *Fundamentals of Air Pollution*. Academic Press, 5th ed, USA, Chapters 14-15.
- Villeneuve, P., Burnett, R., Shi, Y., Krewsk, D., Goldberg, M., Hertzman, C., Brook, J. (2003). A time-series study of air pollution, socioeconomic status, and mortality in Vancouver. *Journal of exposure analysis and environmental epidemiology*, 427-435.
- Wang, Z.; Liu, Z.; Yang, Y.; Li, T.; Liu, M. (2012). Distribution of PAHs in tissues of wetland plants and the surrounding sediments in the Chongming wetland, Shanghai, China. *Chemosphere*, 89,221-227.
- Ward. (2004). Medical condition at altitud. *High altitud medicine and physiology*, 322-8.
- WHO, (2012). Organización Mundial de la Salud. Observatorio de Salud Global. La mortalidad por la contaminación atmosférica. Fecha de consulta 30 de Octubre 2015. Disponible en: http://www.who.int/gho/phe/outdoor_air_pollution/burden_text/en/#

Página 120 de 120

Secretaría Distrital de Ambiente
Av. Caracas N° 54-38
PBX: 3778899 / Fax: 3778930
www.ambientebogota.gov.co
Bogotá, D.C. Colombia

BOGOTÁ
MEJOR
PARA TODOS